DISERTASI

DISTRIBUSI VIRUS DENGUE PENYEBAB DEMAM BERDARAH BERBASIS PEMERIKSAAN ANTIGEN NS1 PADA DATARAN TINGGI, SEDANG DAN RENDAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN

Distribution Of Dengue Virus That Causes Dengue Fever Based On NS1 Antigen Examination At High, Medium And Low Altitude In South Sulawesi Province



NISMAWATI
K013221025

PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR
2026

HALAMAN PENGAJUAN

DISTRIBUSI VIRUS DENGUE PENYEBAB DEMAM BERDARAH BERBASIS PEMERIKSAAN ANTIGEN NS1 PADA DATARAN TINGGI, SEDANG DAN RENDAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN

Proposal Disertasi
Sebagai salkah satu syarat untuk mencapai gelar doktor

Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat

Disusun dan diajukan oleh

Nismawati
K013221025

Kepada

PROGRAM SRUDI DOKTOR ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2026

DISERTASI

DISTRIBUSI VIRUS DENGUE PENYEBAB DEMAM BERDARAH BERBASIS PEMERIKSAAN ANTIGEN NS1 PADA DATARAN TINGGI, SEDANG DAN RENDAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan Oleh

NISMAWATI
K013221025

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Doktor pada tanggal Tujuh bulan Agustus tahun Dua Ribu Dua Puluh Enam dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Promotor

Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes., CWM
NIP. 19621231 199103 1 178

Ko-Promotor

Prof. dr. H. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19650704 199203 1 002

Ko-Promotor,

Dr. Eng.Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D.
NIP. 1969025 199903 1 001

Ketua Program Studi S3
Ilmu Kesehatan Masyarakat,

Prof. Dr. Aminuddin Syam, SKM.,M.Kes.,M.Med.
NIP. 19670617 199903 1 001

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin,

Ansariadi, SKM.,M.Sc.PH., Ph.D
NIP. 19720109 199703 1 004

PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul "Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Pada Dataran Tinggi, Sedang Dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr.drg. A.Arsunan, M.Kes sebagai Promotor, Prof. Dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D k sebagai Co-Promotor 1, dan Dr. Eng. Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D sebagai Co-Promotor 2). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka proposal proposal disertasi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomi) dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin. dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan disertasi yang saya kutip dari hasil karya orang lain telahdituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan disertasi.

Makassar, Agustus 2026

Yang menyatakan



Nismawati

NIM. K013221025

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahi Rabbil 'Alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Rabb semesta alam, atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi yang berjudul **"Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 pada Dataran Tinggi, Sedang, dan Rendah di Provinsi Sulawesi Selatan"**. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam, suri teladan umat manusia dan pembawa rahmat bagi seluruh alam.

Disertasi ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik dalam rangka memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin Makassar. Penyelesaian disertasi ini merupakan perjalanan panjang yang tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, doa, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam proses pendidikan dan penyelesaian penelitian ini.

Disertasi ini penulis persembahkan dengan penuh cinta dan rasa hormat kepada **Almarhum kedua orang tua tercinta, Natsir Madju dan Hasiah Baso**, yang telah membesarkan, mendidik, serta menanamkan nilai-nilai kehidupan melalui kasih sayang, keteladanan, dan doa yang tiada pernah terputus. Walaupun tidak lagi hadir secara langsung mendampingi perjalanan akademik penulis, cinta, doa, dan nilai-nilai yang diwariskan menjadi sumber kekuatan dan motivasi dalam menyelesaikan pendidikan doktoral ini. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan tempat terbaik di sisi-Nya.

Penelitian dan penyusunan disertasi ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan yang penuh kebahagiaan ini, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada **Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes., CWM., selaku Promotor sekaligus Penasehat Akademik**, yang dengan penuh kesabaran, keikhlasan, dan dedikasi telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta dukungan yang tiada henti selama penulis menempuh pendidikan doktoral hingga penyelesaian disertasi ini. Ucapan terima kasih dan

penghargaan yang sama penulis sampaikan kepada **Prof. Dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D., selaku Ko-Promotor I**, yang di tengah kesibukan beliau tetap berkenan meluangkan waktu, memberikan pemikiran, arahan, kritik, dan masukan konstruktif sejak awal proses pendidikan doktoral hingga terselesaikannya disertasi ini. Selanjutnya, penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Dr. Eng. Ilham Alimuddin, S.T., MGIS., Ph.D., selaku Ko-Promotor II**, yang dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan komitmen telah memberikan bimbingan, masukan ilmiah, serta arahan berharga dalam proses penyusunan, perbaikan, dan penyempurnaan disertasi ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk mengikuti pendidikan Program Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Ansariadi, SKM., M.Sc.PH., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajaran pimpinan dan staf, yang telah memberikan dukungan serta fasilitas selama penulis menempuh pendidikan doktoral.
3. Prof. Dr. Aminuddin Syam, SKM., M.Kes., M.Med.Ed., selaku Ketua Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar beserta seluruh staf program studi, yang telah memberikan pelayanan, kemudahan, dan motivasi selama proses pendidikan doktoral.
4. Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH., Prof. Dr. dr. Muh. Nasrum Massi, Ph.D., Sp.MK., dan Prof. Anwar, SKM., M.Sc., Ph.D., selaku penguji internal, yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat berharga untuk penyempurnaan disertasi ini.
5. Prof. Dr. Ririh Yudhastuti, drh., M.Sc., selaku penilai eksternal, yang telah memberikan masukan, arahan, dan saran akademik yang sangat berarti dalam proses penyempurnaan disertasi ini.
6. Kepala Puskesmas Makale, Puskesmas Bontobangun, Puskesmas Kassi-Kassi, Puskesmas Ballaparang, Puskesmas Minasa Upa, dan Puskesmas Mangasa beserta seluruh penanggung jawab program Demam Berdarah Dengue (DBD), yang telah memberikan izin, dukungan, serta kerja sama selama pelaksanaan penelitian.
7. Pemerintah Kecamatan Makale Kabupaten Tana Toraja, Kecamatan

Rilau Ale Kabupaten Bulukumba, dan Kecamatan Rappocini Kota Makassar yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian lapangan dari rumah ke rumah.

8. Seluruh responden penelitian yang telah bersedia berpartisipasi dengan penuh ketulusan dan memberikan kontribusi yang sangat berarti bagi keberhasilan penelitian ini.
9. H. Haruan, SE., MM., selaku Ketua Yayasan Universitas Indonesia Timur, dan Dr. Abdul Rahman, S.Pt., SE., MM., M.Kes., selaku Rektor Universitas Indonesia Timur, atas amanah, dukungan, serta kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan doktoral.
10. Marhtyni, SKM., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Timur, serta Rahmah Sri Susanti selaku Ketua Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Timur, atas dukungan dan motivasi yang diberikan selama penulis menjalani pendidikan doktoral.
11. Seluruh Tim Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Indonesia Timur serta seluruh dosen Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Timur, atas doa, motivasi, semangat, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama menjalani pendidikan hingga menyelesaikan Program Doktor.
12. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) melalui Program Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI), atas dukungan pendanaan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melanjutkan studi pada Program Doktor hingga menyelesaikan pendidikan ini.
13. Seluruh keluarga besar penulis, khususnya Marhtyni, SKM., M.Kes., Muhammad Wahyu Apriliandi, S.TP., M.Si., Darmawati Baso, Jumasang, Nurhayati Baso, S.Ag., Rahmatsah Said, SKM., M.Kes., Israwati, J, S.Pd serta buah hati tercinta Nufaisah Mughny Shaliha dan Muhammad Sulaiman Razzaq Al Fatih, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, perhatian, dukungan moral, serta motivasi yang menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menjalani proses pendidikan hingga penyelesaian disertasi ini.
14. Teman-teman mahasiswa Program Studi Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin angkatan 2022, khususnya kelas A reguler yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas kebersamaan, dukungan, kerja sama, dan persahabatan selama menempuh pendidikan doktoral.

15. Tim enumerator penelitian, yaitu Nurul Aulia, SKM., Siti Aisyah, SKM., M. Fariq Hasan Al Hadi, SKM., Anita Alfi, SKM., dan Andi Putri Ramadhani, SKM., yang telah berperan aktif, memberikan bantuan, serta mendampingi penulis dalam pelaksanaan penelitian lapangan.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, doa, dan kontribusi selama penulis menjalani pendidikan doktoral hingga penyelesaian disertasi ini.

Semoga segala bentuk kebaikan, bantuan, dan doa yang telah diberikan oleh semua pihak mendapatkan balasan terbaik dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang. Semoga disertasi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang kesehatan masyarakat dan pengendalian penyakit Demam Berdarah Dengue.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan memohon ridha Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala ikhtiar yang telah dilakukan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Penulis,

Nismawati

ABSTRAK

NISMAWATI. **Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Pada Dataran Tinggi, Sedang Dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan**. (Dibimbing oleh Andi Arsunan, Hasanuddin Ishak, Ilham Alimuddin).

Latar Belakang. Dengue masih menjadi masalah kesehatan masyarakat penting dengan distribusi yang semakin meluas pada berbagai zona ketinggian. Penularannya dipengaruhi oleh interaksi faktor iklim, keberadaan vektor, mikrohabitat rumah tangga, perilaku pencegahan, dan karakteristik wilayah. **Tujuan**. Penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi dengue berbasis antigen NS1 pada dataran rendah, sedang, dan tinggi di Provinsi Sulawesi Selatan. **Metode.** Penelitian observasional ini mengintegrasikan studi ekologi deret waktu dan studi potong lintang. Hubungan curah hujan dengan kejadian DBD tahun 2020–2024 dianalisis menggunakan korelasi Spearman lag 0–3 bulan dan regresi binomial negatif eksploratif. Survei lapangan dilakukan pada 287 rumah tangga dan 916 kontainer pada zona <100, 100–500, dan >500 mdpl. Status infeksi akut ditetapkan berdasarkan antigen NS1. Analisis menggunakan Chi-square, Fisher's Exact, regresi logistik biner, dan pemetaan spasial. **Hasil.** Curah hujan pada bulan yang sama tidak berhubungan signifikan dengan kejadian DBD pada ketiga wilayah. Di Makassar ditemukan asosiasi tertunda terutama pada lag 2, sedangkan regresi binomial negatif mendukung pola positif pada lag 2–3. Bulukumba tidak menunjukkan asosiasi bermakna, sedangkan hubungan negatif lag 3 di Tana Toraja ditafsirkan sebagai temuan eksploratif. Dari 916 kontainer, 340 positif jentik dengan CI 37,1%, HI 66,9%, dan BI 118,5. Status NS1 teridentifikasi pada 53 rumah tangga, terdiri atas 29 rumah tangga dataran rendah, 6 dataran sedang, dan 18 dataran tinggi. Sebanyak 47 rumah tangga NS1 teridentifikasi atau 88,7% memiliki minimal satu kontainer positif jentik. Analisis multivariat menunjukkan bahwa pengetahuan kurang (AOR=5,26; 95%CI: 1,36–20,36), penggunaan 3M Plus kurang (AOR=12,97; 95%CI: 4,11–40,88), dan tidak menerima penyuluhan kesehatan (AOR=9,95; 95%CI: 2,77–35,75) berhubungan dengan status NS1. Penggunaan 3M Plus merupakan determinan paling dominan. **Kesimpulan.** Dengue berbasis antigen NS1 ditemukan pada seluruh gradien ketinggian. Curah hujan tidak menjadi prediktor langsung pada bulan yang sama, tetapi dapat berperan sebagai sinyal ekologis tertunda pada wilayah urban dataran rendah. Pengendalian dengue perlu mengintegrasikan surveilans iklim, entomologi, pemeriksaan NS1, penguatan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan pemetaan risiko rumah tangga.

Kata kunci: dengue; antigen NS1; *Aedes*; pemetaan spasial; gradien ketinggian



ABSTRACT

NISMAWATI. **Distribution of the Dengue Virus Causing Dengue Hemorrhagic Fever Based on NS1 Antigen Testing in High, Medium, and Low Elevation Areas in South Sulawesi Province**. (Supervised by Andi Arsunan, Hasanuddin Ishak, Ilham Alimuddin)

Background. Dengue remains a significant public health issue with an increasingly widespread distribution across various elevation zones. Its transmission is influenced by the interaction of climatic factors, vector presence, household microhabitats, preventive behaviors, and regional characteristics. **Aim**. This study aims to analyze the distribution of NS1-antigen-based dengue in lowland, midland, and highland areas of South Sulawesi Province. **Method.** An observational study combined time-series ecological analysis with a cross-sectional approach. The association between rainfall and dengue incidence from 2020 to 2024 was examined using Spearman's correlation with 0–3 month lags and exploratory negative binomial regression. Field surveys covered 287 households and 916 containers located in zones under 100 meters, 100–500 meters, and above 500 meters above sea level. Acute infection status was assessed using the NS1 antigen. Analyses used the chi-square test, Fisher's exact test, binary logistic regression, and spatial mapping. **Result.** Rainfall in the same month was not significantly associated with dengue fever cases in all three regions. In Makassar, a delayed association was found, particularly at lag 2, while negative binomial regression supported a positive pattern at lags 2–3. Bulukumba showed no significant association, while the negative relationship at lag 3 in Tana Toraja was interpreted as an exploratory finding. Of 916 containers, 340 tested positive for larvae, with a CI of 37.1%, HI of 66.9%, and BI of 118.5. NS1 status was identified in 53 households, consisting of 29 lowland households, 6 midland households, and 18 highland households. A total of 47 NS1-identified households or 88.7% had at least one container positive for larvae. Multivariate analysis showed that insufficient knowledge (AOR=5.26; 95% CI: 1.36–20.36), insufficient use of 3M Plus (AOR=12.97; 95% CI: 4.11–40.88), and not receiving health education (AOR=9.95; 95% CI: 2.77–35.75) were associated with NS1 status. The use of 3M Plus was the most dominant determinant. **Conclusion**. NS1-based dengue was detected across the entire elevation gradient. Rainfall was not a direct predictor within the same month but may serve as a delayed ecological signal in lowland urban areas. Dengue control efforts need to integrate climate surveillance, entomology, NS1 testing, strengthening of the 3M Plus strategy, health education, and household risk mapping.

Keywords: dengue; NS1 antigen; Aedes; spatial mapping; elevation gradient

Unit Perpustakaan
18/07/2026

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
HALAMAN PENGAJUAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA iv
UCAPAN TERIMA KASIH v
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xviii
DAFTAR SINGKATAN xix
DAFTAR LAMPIRAN xx
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 7
1.3 Tujuan Penelitian 7
1.4 Manfaat Penelitian 7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 10
1.6 Kebaruan Penelitian 11
1.7 Tinjauan Teori 12
1.7.1 Demam Berdarah Dengue 12
1.7.2 Pemeriksaan Antigen NS1 dalam Diagnosis Dengue 15
1.7.3 Teori Segitiga Epidemiologi (Agent–Host–Environment) 18
1.7.4 Gambaran Umum Nyamuk Aedes agepty 20
1.7.5 Faktor Iklim dalam Kejadian DBD 23
1.7.6 Lingkungan Mikro dan Breeding Habitat 25
1.7.7 Perilaku Pencegahan dan Praktik Pengendalian DBD 29
1.7.8 Analisis Spasial dalam Epidemiologi DBD 32
1.7.9 Pengaruh Topografi Ketinggian terhadap Distribusi DBD 34
1.8 Kerangka Teori 40
1.9 Kerangka Konsep 41
BAB II TOPIK PENELITIAN I 51
2.1 Abstrak 51
2.2 Pendahuluan 51
2.2.1 Latar Belakang 51
2.2.2 Rumusan Masalah 54
2.2.3 Tujuan Penelitian 54
2.3 Metode 54
2.3.1 Desain Penelitian 54
2.3.2 Lokasi Penelitian 55
2.3.3 Desain Waktu Penelitian 55
2.3.4 Sumber Data 55
2.3.5 Defenisi Operasional 56
2.3.6 Alur Penelitian 59
2.3.7 Pengelolaan Data 59
2.3.8 Analisis Data 60
2.3.9 Etika Penilitian 63

2.4 Hasil dan Pembahasan 63
2.4.1 Hasil 63
2.4.2 Pembahasan 85
2.5 Kesimpulan 97
BAB III TOPIK PENELITIAN II 101
3.1 Abstrak 101
3.2 Pendahuluan 101
3.2.1 Latar Belakang 101
3.2.2 Rumusan Masalah 106
3.2.3 Tujuan Penelitian 107
3.3 Metode 107
3.3.1 Desain Penelitian 107
3.3.2 Alur Penelitian 109
3.3.3 Lokasi Penelitian 110
3.3.4 Penetapan Status NS1 Dengue 110
3.3.5 Populasi dan Sampel 112
3.3.6 Teknik Pengambilan Sampel 114
3.3.7 Defenisi Operasional dan Kriteria Objektif 115
3.3.8 Instrumen Penelitian 118
3.3.9 Prosedur Pengumpulan Data 120
3.3.10 Prosedur Pengelolaan Data 122
3.3.11 Analisis Data 125
3.3.12 Etika Penilitian 129
3.4 Hasil dan Pembahasan 129
3.4.1 Hasil 129
3.4.2 Pembahasan 158
3.5 Kesimpulan 173
BAB IV TOPIK PENELITIAN III 178
4.1 Abstrak 178
4.2 Pendahuluan 178
4.2.1 Latar Belakang 178
4.2.2 Rumusan Masalah 183
4.2.3 Tujuan Penelitian 184
4.3 Metode 184
4.3.1 Desain Penelitian 184
4.3.2 Alur Penelitian 186
4.3.3 Lokasi Penelitian 187
4.3.4 Penetapan Status NS1 Dengue 187
4.3.5 Populasi dan Sampel 190
4.3.6 Teknik Pengambilan Sampel 192
4.3.7 Defenisi Operasional dan Kriteria Objektif 193
4.3.8 Instrumen Penelitian 195
4.3.9 Prosedur Pengelolaan Data 197
4.3.10 Analisis Data 200
4.3.11 Etika Penilitian 204
4.4 Hasil dan Pembahasan 204
4.4.1 Hasil 204
2.4.2 Pembahasan 220
3.1 Kesimpulan 243

BAB V PEMBAHASAN UMUM 248
5.1 Sintesis Pola Musiman dan Hubungan Curah Hujan dengan Kejadian Dengue pada Berbagai Gradien Ketinggian 254
5.2 Sintesis Mikrohabitat, Tempat Perkembangbiakan *Aedes*, dan Indeks Entomologi pada Berbagai Gradien Ketinggian 257
5.3 Integrasi Bukti Entomologi dan Antigen NS1 dalam Surveilans Dengue pada Berbagai Gradien Ketinggian 260
5.4 Analisis Spasial Risiko Dengue Berdasarkan Gradien Ketinggian 263
5.5 Sintesis Determinan Perilaku dan Status Antigen NS1 pada Berbagai Gradien Ketinggian 266
5.6 Sintesis Epidemiologi Dengue Lintas Elevasi 271
5.7 Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga 275
5.8 Pengembangan Model Konseptual Risiko Dengue Berdasarkan Gradien Ketinggian 277
5.9 Kebaruan Penelitian 284
5.10 Implikasi Teoretis, Metodologis, dan Program Kesehatan Masyarakat 286
5.11 Ringkasan Pembahasan Umum 287
BAB VI KESIMPULAN UMUM 292
6.1 Kesimpulan 292
6.2 Keterbatasan Penelitian 293
6.3 Rekomendasi Penelitian 294
6.3.1 Rekomendasi Kebijakan dan Program 294
6.3.2 Rekomendasi Implementasi 294
6.3.3 Rekomendasi Penelitian Selanjutnya 294

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif. 56
Tabel 2.2. Interpretasi Nilai Korelasi 61
Tabel 2.3. Nilai Cut-off Tahunan Klasifikasi Spasial Jumlah Kasus DBD dan Angka Insidensi 62
Tabel 2.4. Distribusi Jumlah Kasus DBD dan Curah Hujan Tahunan pada Tiga Wilayah Penelitian Tahun 2020-2024 76
Tabel 2.5. Hasil Uji Korelasi Spearman Antara Curah Hujan dan Kejadian DBD Bulanan di Tiga Wilayah Penelitian 2020-2024 81
Tabel 2.6. Korelasi Spearman Lagi antara Curah Hujan Bulanan dan Kejadian DBD di Tiga Wilayah Penelitian, 2020-2024 82
Tabel 2.7. Hasil Regresi Binomial Negatif Eksploratif Jumlah Kasus DBD Bulanan terhadap Curah Hujan oer 100 mm pada Lag 0-3 Bulan 2020-2024 84
Tabel 3.1. Distribusi Rumah Tangga yang Diperiksa Menurut Zona Ketinggian 114
Tabel 3.2. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif 116
Tabel 3.3. Distribusi Rumah Tangga dan Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 130
Tabel 3.4. Distribusi Jenis Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 131
Tabel 3.5. Distribusi Jenis Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 132
Tabel 3.6. Indeks Entomologi Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 136
Tabel 3.7. Hubungan Kategori Breeding dengan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 137
Tabel 3.8. Hubungan Letak Kontainer dengan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 139
Tabel 3.9. Hubungan Kondisi Penutup Kontainer dengan Jentik Menurut Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 140
Tabel 3.10. Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan 141
Tabel 3.11. Keberadaan Kasus NS1 dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga 143
Tabel 3.12. Hubungan Keberadaan Kasus NS1 dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik Menurut Zona Ketinggian 144
Tabel 4.1. Distribusi Rumah Tangga yang Diperiksa Menurut Zona Ketinggian ... 191
Tabel 4.2. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif 193
Tabel 4.3. Distribusi Karakteristik Responden 205
Tabel 4.4. Karakteristik Klinis dan Hasil Pemeriksaan Laboratorium Pasien dengan Status Antigen NS1 Teridentifikasi Menurut Gradien Ketinggian 207
Tabel 4.5. Distribusi Variabel Penelitian pada Responden 208
Tabel 4.6. Hubungan Faktor Perilaku dan Ketinggian Wilayah dengan Status Antigen NS1 pada Rumah Tangga Menurut Hasil Analisis Bivariat 209
Tabel 4.7 Analisis Stratifikasi Hubungan Variabel Perilaku dengan Status NS1 Berdasarkan Zona Ketinggian Wilayah di Sulawesi Selatan 212
Tabel 4.8 Analisis Multivariat Regresi Logistik Biner Faktor yang Berhubungan dengan Status Antigen Ns1 Dengue pada Rumah Tangga di Sulawesi Selatan 214

Tabel 5.7 Dasar Empiris Pengembangan Model Konseptual Risiko Dengue Berdasarkan Gradien Ketinggian 278

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Mekanisme patogenesis DENV NS1 yang menyebabkan penyakit pada infeksi DENV(Glasner et al., 2018) 16
Gambar 1.2. Siklus Nyamuk Aedes (CDC, 2021) 21
Gambar 1.3. Perkembangan Aedes Telur (kiri) dan Larva (kanan) (CDC, 2021) 22
Gambar 1.4. Kepompong (kiri) dan Nyamuk dewasa menggigit seseorang (kanan)(CDC, 2021) 23
Gambar 1.5. Tempat perkembangbiakan vektor DBD di luar ruangan umum (dari kiri ke kanan): toples besar, ember, ban bekas, pot tanaman, tempat sampah, mangkuk keramik, cangkir, vas bunga... 28
Gambar 1.6. Kerangka Teori 41
Gambar 1.7. Kerangka Konsep 42
Gambar 2.1. Alur Penelitian 59
Gambar 2.2. Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 64
Gambar 2.3. Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 65
Gambar 2.4. Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022 66
Gambar 2.5. Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023 67
Gambar 2.6. Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023 69
Gambar 2.7. Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 70
Gambar 2.8. Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 71
Gambar 2.9. Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022 72
Gambar 2.10. Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023 74
Gambar 2.11. Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024 75
Gambar 2.12. Grafik Kasus DBD Berdasarkan Waktu dan Tempat per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 2024 77
Gambar 2.13. Grafik Curah Hujan Berdasarkan Waktu dan Tempat per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 2024 78
Gambar 2.14. Diagram Sebar (scatter plot) antara Curah Hujan dan kejadian DBD Di Kota Makassar, Kabutapne Bulukumba dan Kabupaten Tana Toraja 80
Gambar 3.1. Alur Penelitian 109
Gambar 3.2. Contoh jenis kontainer yang ditemukan jentik *Aedes aegept* 135
Gambar 3.3. Peta Lokasi Penelitian 145
Gambar 3.4. Proksimitas Teridentifikasi NS1 Pada Dataran Rendah 146
Gambar 3.5. Proksimitas Teridentifikasi NS1 Pada Sedang 148
Gambar 3.6. Proksimitas Teridentifikasi NS1 Pada Tinggi 149

Gambar 3.7. Peta Sebaran Keberadaan Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Rendah 150
Gambar 3.8. Peta Sebaran Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Sedang 152
Gambar 3.9. Peta Sebaran Keberadaan Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Tinggi 153
Gambar 3.10. Peta Sebaran Kasus NS1 Teridentifikasi dan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Rendah 155
Gambar 3.11. Peta Sebaran Kasus NS1 Teridentifikasi dan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Sedang 156
Gambar 3.12. Peta Sebaran Kasus NS1 Teridentifikasi dan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Tinggi 158
Gambar 4.1. Alur Penelitian 186
Gambar 4.2. Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku pada Dataran Tinggi 216
Gambar 4.3. Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku pada Dataran Sedang. 217
Gambar 4.4. Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku pada Dataran Rendah 218

DAFTAR SINGKATAN

ABJ	:	Angka Bebas Jentik
Ae. aegypti	:	Aedes aegypti
Ae. albopictus	:	Aedes albopictus
Ag NS1	:	Antigen Non-Structural Protein 1
AOR	:	Adjusted Odds Ratio
B	:	Koefisien regresi
BI	:	Breteau Index
BMKG	:	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
BPS	:	Badan Pusat Statistik
CFR	:	Case Fatality Rate
CI	:	Container Index
CI 95%	:	Confidence Interval 95% / Interval Kepercayaan 95%
DBD	:	Demam Berdarah Dengue
DENV	:	Dengue Virus / Serotipe Virus Dengue
df	:	Degree of Freedom / Derajat Kebebasan
DHF	:	Dengue Hemorrhagic Fever
Dinkes	:	Dinas Kesehatan
DSS	:	Dengue Shock Syndrome
ELISA	:	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
Exp(B)	:	Eksponensial B / Nilai Odds Ratio pada regresi logistik
GIS	:	Geographic Information System
GPS	:	Global Positioning System
HI	:	House Index
IR	:	Incidence Rate
IRR	:	Incidence Rate Ratio
KAP	:	Knowledge, Attitude, Practice
KDE	:	Kernel Density Estimation
Kemenkes RI	:	Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
KK	:	Kepala Keluarga / Kartu Keluarga
KLB	:	Kejadian Luar Biasa
Lag	:	Jeda waktu antara paparan dan kejadian penyakit
Lag 0	:	Hubungan curah hujan dan kejadian DBD pada bulan yang sama
Lag 1	:	Hubungan curah hujan dengan kejadian DBD satu bulan setelahnya
Lag 2	:	Hubungan curah hujan dengan kejadian DBD dua bulan setelahnya
Lag 3	:	Hubungan curah hujan dengan kejadian DBD tiga bulan setelahnya
LISA	:	Local Indicators of Spatial Association
LL	:	Lower Limit / Batas bawah interval kepercayaan
mdpl	:	Meter di atas permukaan laut
mm	:	Milimeter
mm/bulan	:	Milimeter per bulan
N	:	Jumlah sampel
n	:	Jumlah sub-sampel atau jumlah observasi pada kategori tertentu

NB	:	Negative Binomial
NS1	:	Non-Structural Protein 1
NTDs	:	Neglected Tropical Diseases
OR	:	Odds Ratio
p-value	:	Probability Value / Nilai kemaknaan statistik
PCR	:	Polymerase Chain Reaction
PR	:	Prevalence Ratio
PSN	:	Pemberantasan Sarang Nyamuk
QGIS	:	Quantum Geographic Information System
RDT	:	Rapid Diagnostic Test
Ref.	:	Reference / Kategori pembanding
RT-PCR	:	Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction
SDM	:	Sumber Daya Manusia
SE	:	Standard Error
Sig.	:	Significance / Nilai signifikansi
SOP	:	Standard Operating Procedure
SPSS	:	Statistical Package for the Social Sciences
TPA	:	Tempat Penampungan Air
UL	:	Upper Limit / Batas atas interval kepercayaan
VIF	:	Variance Inflation Factor
Wald	:	Statistik uji Wald pada regresi logistik
WHO	:	World Health Organization
3M Plus	:	Menguras, Menutup, Memanfaatkan kembali barang bekas, disertai tindakan tambahan pencegahan dengue
χ^2	:	Chi-square
ρ	:	Rho / Koefisien Korelasi Spearman

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Rekomendasi Persetujuan Etik
Lampiran 2 : Permohonan Izin Penelitian
Lampiran 3 : Keterangan Selesai Penelitian

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit infeksi tropis berbasis vektor yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat penting di dunia (Fitrianingsih et al., 2021; Ishak et al., 2019; Monintja et al., 2021; Pohan et al., 2022). Saat ini, sekitar setengah dari populasi dunia berisiko terinfeksi dengue, dengan estimasi 100–400 juta infeksi terjadi setiap tahun. Berdasarkan data World Health Organization (WHO), kawasan Asia Tenggara menyumbang lebih dari separuh beban global dengue, dengan beberapa negara termasuk Indonesia. Secara konsisten Indonesia merupakan salah satu negara dengan kontribusi terbesar terhadap kejadian dengue (WHO, 2023b). Peningkatan ini tidak hanya dipengaruhi oleh faktor biologis virus dan vektor, tetapi juga oleh perubahan lingkungan global seperti perubahan iklim, urbanisasi yang tidak terencana, serta meningkatnya mobilitas penduduk antar wilayah (Gwee et al., 2021; Messina et al., 2019)

Indonesia sebagai negara tropis dengan karakteristik iklim yang mendukung perkembangan vektor memiliki beban penyakit dengue yang tinggi dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun (Messina et al., 2019; Natsir et al., 2023). Sebagai negara kepulauan dengan tingkat urbanisasi yang pesat, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam pengendalian DBD, terutama karena variasi kondisi geografis, kepadatan penduduk, serta heterogenitas sosial dan lingkungan yang memengaruhi distribusi risiko penyakit secara spasial (Mamenun et al., 2024; Salim et al., 2025). Data nasional menunjukkan bahwa kejadian DBD masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan dengan pola kejadian yang fluktuatif namun cenderung meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Selain itu, perubahan pola musim dan ketidakpastian iklim turut memperumit prediksi kejadian DBD di berbagai wilayah (Tam et al., 2018; WHO, 2025).

Selama ini, pendekatan epidemiologi DBD cenderung berfokus pada analisis faktor iklim makro, seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian DBD. Curah hujan dapat menyediakan habitat akuatik bagi fase pradewasa nyamuk, sedangkan suhu memengaruhi perkembangan larva, umur nyamuk dewasa, frekuensi menggigit, serta masa inkubasi ekstrinsik virus dengue di dalam tubuh nyamuk (Arsin et al., 2020; Ishak et al., 2018; Wangdi et al., 2018; Wu et al., 2018) (Feng et al., 2024; Laporta et al., 2023). Hubungan antara faktor iklim dan kejadian DBD tidak selalu bersifat linear. Pada kondisi tertentu, curah hujan yang tinggi justru dapat mengurangi populasi larva akibat efek flushing, sementara pada kondisi lain dapat meningkatkan jumlah tempat perindukan (Benedum et al., 2018; Oliveira

et al., 2023).

Salah satu faktor yang mulai mendapat perhatian namun belum banyak dikaji secara komprehensif adalah pengaruh topografi ketinggian wilayah terhadap kejadian DBD. Perbedaan dataran tinggi, sedang, dan rendah memengaruhi kondisi iklim lokal seperti suhu dan kelembaban, yang pada akhirnya berdampak pada ekologi vektor dan potensi penularan dengue (Messina et al., 2019). Dataran rendah cenderung memiliki iklim yang lebih hangat dan lembab yang merupakan kondisi ideal untuk perkembangan *Aedes aegepti* dan memiliki kepadatan populasi lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan risiko penularan DBD di bandingkan dataran sedang maupun tinggi (Oroh et al., 2020). Penelitian Wangdi et.al. (2018) mengungkapkan adanya hubungan positif antara suhu, curah hujan dan faktor topografi wilayah dengan peningkatan kasus DBD (Wangdi et al., 2018). Namun, dalam beberapa tahun terakhir, laporan kasus DBD di wilayah dataran tinggi menunjukkan peningkatan yang signifikan, meskipun sebelumnya wilayah tersebut tidak dianggap sebagai daerah berisiko tinggi, seiring dengan adanya perubahan kondisi iklim dan ekspansi habitat vektor (Abbasi, 2025; Kraemer et al., 2015; Messina et al., 2019).

Dalam konteks tersebut, lingkungan mikro rumah tangga menjadi komponen penting dalam memahami penularan dengue. Rumah tangga bukan hanya tempat tinggal manusia, tetapi juga dapat menjadi ekosistem mikro yang mendukung siklus hidup *Aedes*. Keberadaan bak mandi, ember, drum, tempayan, dispenser, pot bunga, ban bekas, barang bekas, serta wadah terbuka lainnya dapat menjadi tempat perkembangbiakan vektor apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, risiko dengue tidak hanya ditentukan oleh kondisi iklim atau ketinggian wilayah, tetapi juga oleh keberadaan mikrohabitat yang memungkinkan nyamuk berkembang biak di sekitar rumah. Lingkungan mikro ini dapat berbeda antara dataran rendah, sedang, dan tinggi, sesuai dengan pola penyimpanan air, jenis kontainer, kondisi sanitasi, serta perilaku rumah tangga (Awan et al., 2022; Ferede et al., 2018; García-Betancourt et al., 2015).

Mayoritas penelitian dengue masih menggunakan data kasus berbasis laporan klinis atau surveilans rutin. Pendekatan tersebut memiliki keterbatasan karena gejala awal dengue sering tidak spesifik dan dapat menyerupai penyakit demam akut lain, seperti influenza, chikungunya, malaria, atau infeksi virus lainnya. Diagnosis klinis tanpa konfirmasi laboratorium dapat menyebabkan salah klasifikasi kasus, terutama pada fase awal penyakit sehingga memengaruhi validitas analisis epidemiologi. Saat ini, konfirmasi infeksi dengue dapat dilakukan melalui beberapa metode laboratorium, antara lain deteksi materi genetik virus menggunakan Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (RT-PCR), isolasi virus, pemeriksaan antigen Non-Structural Protein 1 (NS1), serta pemeriksaan antibodi IgM dan IgG. Masing-masing metode

memiliki karakteristik diagnostik yang berbeda sesuai dengan fase perjalanan penyakit. RT-PCR memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang sangat tinggi sehingga sering dijadikan baku emas (gold standard), namun memerlukan fasilitas laboratorium molekuler, biaya yang relatif tinggi, serta waktu pemeriksaan yang lebih panjang. Sebaliknya, pemeriksaan IgM dan IgG baru menunjukkan hasil optimal setelah respons imun mulai terbentuk sehingga kurang sensitif pada fase awal infeksi. Oleh karena itu, pemilihan metode diagnosis perlu disesuaikan dengan tujuan penelitian, waktu pengambilan spesimen, serta ketersediaan fasilitas laboratorium.

Pemeriksaan antigen Non-Structural Protein 1 (NS1**)** merupakan salah satu metode diagnostik yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi infeksi dengue pada fase akut. NS1 merupakan protein non-struktural yang diproduksi oleh seluruh serotipe virus dengue selama proses replikasi dan dapat dideteksi dalam sirkulasi darah sejak hari pertama hingga sekitar hari ketujuh setelah onset demam, sebelum antibodi IgM dan IgG terbentuk secara optimal. Karakteristik tersebut menjadikan NS1 memiliki keunggulan dalam mendeteksi infeksi dengue akut secara lebih dini dibandingkan pemeriksaan serologi berbasis antibodi serta lebih praktis diterapkan pada penelitian lapangan dibandingkan RT-PCR yang memerlukan fasilitas laboratorium molekuler (Beatty et al., 2015; Ghetia et al., 2022; Glasner et al., 2018; Needs et al., 2022).

Secara epidemiologis, penggunaan NS1 tidak hanya berfungsi sebagai alat diagnosis klinis, tetapi juga sebagai dasar yang lebih kuat dalam menentukan kasus dengue akut pada penelitian lapangan. Data pasien NS1 positif menunjukkan adanya bukti biologis infeksi dengue yang sedang berlangsung, sehingga lebih spesifik dibandingkan data klinis semata. Hal ini menjadi penting dalam penelitian yang menghubungkan kejadian dengue dengan kondisi lingkungan rumah tangga, keberadaan jentik, perilaku pencegahan, dan lokasi spasial rumah. Dengan menggunakan kasus berbasis NS1, analisis risiko dengue dapat diarahkan pada hubungan antara infeksi akut yang terkonfirmasi dan determinan lingkungan serta perilaku yang berada dekat dengan proses transmisi.

Kekuatan pemeriksaan NS1 juga didukung oleh beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa NS1 memiliki kemampuan diagnostik yang baik pada fase awal infeksi. Sensitivitas dan spesifisitas NS1 dilaporkan bervariasi menurut serotipe virus, status infeksi primer atau sekunder, tingkat keparahan penyakit, metode pemeriksaan, serta waktu pengambilan sampel. Alidjinou et al. (2022) melaporkan bahwa rapid diagnostic test antigen NS1 memiliki sensitivitas 79,9% dan spesifisitas 96,2% dibandingkan RT-PCR, dengan kinerja yang lebih baik pada sampel yang diambil 0–4 hari setelah onset dibandingkan 5–7 hari setelah onset (Alidjinou et al., 2022).. Temuan ini menunjukkan bahwa NS1 memiliki nilai penting sebagai indikator infeksi akut,

meskipun interpretasinya tetap perlu mempertimbangkan waktu pemeriksaan, karakteristik pasien, dan kemungkinan variasi serotipe.

Dalam konteks Indonesia, Sasmono, Wahid, et al. (2015) melakukan karakterisasi molekuler virus dengue yang beredar di Makassar dan menggunakan deteksi antigen NS1 sebagai salah satu dasar konfirmasi infeksi dengue sebelum analisis virologis dan genomik lebih lanjut. Penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi sirkulasi beberapa serotipe dan genotipe virus dengue di Makassar, sehingga menunjukkan bahwa hasil NS1 positif tidak hanya relevan sebagai indikator infeksi akut, tetapi juga dapat menjadi pintu masuk untuk surveilans virologis dan kajian keragaman virus pada wilayah endemis(Sasmono et al., 2015).

Dengan demikian, NS1 memiliki nilai penting sebagai indikator infeksi dengue akut, terutama ketika pemeriksaan dilakukan pada fase awal demam. Namun, interpretasi hasil tetap perlu mempertimbangkan hari pengambilan spesimen, karakteristik klinis pasien, jenis pemeriksaan, status infeksi primer atau sekunder, dan variasi serotipe virus yang beredar. Dalam penelitian ini, penggunaan NS1 sebagai luaran memberikan dasar yang lebih objektif untuk menghubungkan faktor perilaku dan ketinggian wilayah dengan bukti infeksi dengue akut.

Dalam penelitian ini, penggunaan data antigen NS1 tidak ditempatkan pada analisis curah hujan deret waktu, tetapi digunakan pada analisis lapangan berbasis pasien dan rumah tangga. Hal ini didasarkan pada perbedaan tujuan, sumber data, satuan analisis, dan skala waktu. Analisis curah hujan membutuhkan data DBD rutin yang tersedia secara berulang dalam periode panjang, yaitu bulanan selama tahun 2020–2024, sehingga dapat menggambarkan pola temporal dan hubungan tertunda antara curah hujan dan kejadian DBD pada tingkat kabupaten/kota. Sebaliknya, data NS1 merupakan data konfirmasi infeksi akut pada tingkat pasien atau rumah tangga yang menggambarkan status infeksi pada periode pemeriksaan tertentu. Oleh karena itu, data NS1 tidak digunakan untuk analisis deret waktu lima tahunan karena tidak tersedia secara lengkap, seragam, dan berulang setiap bulan pada seluruh wilayah penelitian.

Pemisahan tersebut tidak mengurangi nilai kebaruan NS1 dalam disertasi, tetapi justru menempatkan NS1 sesuai fungsi epidemiologisnya. Analisis curah hujan dan kejadian DBD digunakan untuk memahami konteks makro berupa hubungan iklim, waktu, dan wilayah terhadap dinamika dengue. Selanjutnya, data NS1 digunakan pada analisis mikro di tingkat pasien dan rumah tangga untuk memastikan bahwa kasus yang dianalisis merupakan infeksi dengue akut yang terkonfirmasi secara biologis. Dengan demikian, penelitian ini tidak mencampurkan data ekologis agregat dengan data biologis

individual secara tidak tepat, tetapi mengintegrasikan keduanya secara bertahap untuk menjelaskan risiko dengue dari level wilayah hingga level rumah tangga.

Dalam konteks penelitian dengue berbasis wilayah, penggunaan data NS1 positif memberikan nilai kebaruan karena mampu menjembatani tiga aspek penting, yaitu bukti infeksi akut, kondisi ekologis vektor, dan karakteristik spasial rumah tangga. Sebagian besar studi sebelumnya masih menganalisis faktor iklim, keberadaan jentik, perilaku pencegahan, atau pemetaan kasus secara terpisah. Padahal, penularan dengue merupakan proses multidimensional yang melibatkan interaksi antara virus, vektor, manusia, lingkungan rumah tangga, dan ruang geografis. Oleh karena itu, integrasi data NS1 dengan mikrohabitat *Aedes*, keberadaan jentik, perilaku pencegahan, dan pemetaan spasial dapat memberikan gambaran risiko yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan yang hanya menggunakan data kasus klinis atau surveilans rutin.

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan wilayah yang relevan untuk mengkaji dinamika dengue lintas elevasi karena memiliki keragaman geografis yang luas, mulai dari dataran rendah pesisir, wilayah transisi, hingga dataran tinggi. Data Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa kasus DBD tidak hanya ditemukan di wilayah dataran rendah seperti Kota Makassar, tetapi juga meningkat pada wilayah dengan karakteristik dataran sedang dan tinggi seperti Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Tana Toraja. Fenomena ini menunjukkan bahwa risiko dengue tidak lagi dapat dipahami sebagai masalah khas dataran rendah, tetapi perlu dikaji sebagai masalah kesehatan masyarakat yang dapat terjadi pada berbagai gradien ketinggian.

Fenomena tersebut terlihat pada laporan kasus DBD Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021–2024. Kabupaten Tana Toraja sebagai representasi wilayah dataran tinggi menunjukkan peningkatan kasus yang tajam, dari 76 kasus dengan IR 32 per 100.000 penduduk pada tahun 2021 menjadi 221 kasus dengan IR 77 per 100.000 penduduk pada tahun 2022, kemudian meningkat menjadi 278 kasus dengan IR 97 per 100.000 penduduk pada tahun 2023. Pada tahun 2024, hingga bulan April, Tana Toraja telah melaporkan 227 kasus, dengan Kecamatan Makale sebagai wilayah dengan jumlah kasus tertinggi sebanyak 111 kasus. Peningkatan ini menunjukkan bahwa wilayah dataran tinggi tidak dapat lagi dianggap sebagai wilayah dengan risiko dengue rendah.

Pada wilayah dataran sedang, Kabupaten Bulukumba juga menunjukkan peningkatan kasus DBD, dari 112 kasus dengan IR 27 per 100.000 penduduk pada tahun 2021 menjadi 135 kasus dengan IR 30 per 100.000 penduduk pada tahun 2022, kemudian meningkat menjadi 149 kasus dengan IR 32 per 100.000 penduduk pada tahun 2023, dan mencapai 219 kasus

hingga April 2024. Meskipun Bulukumba memiliki karakteristik topografi yang heterogen, peningkatan kasus pada wilayah seperti Kecamatan Rilau Ale menunjukkan bahwa wilayah transisi dan dataran sedang tetap memiliki potensi risiko penularan dengue yang perlu dikaji secara lebih spesifik.

Sebaliknya, Kota Makassar sebagai wilayah dataran rendah menunjukkan tren kasus DBD yang menurun dalam tiga tahun terakhir, yaitu dari 583 kasus dengan IR 39 per 100.000 penduduk pada tahun 2021 menjadi 523 kasus dengan IR 37 per 100.000 penduduk pada tahun 2022, dan 506 kasus dengan IR 35 per 100.000 penduduk pada tahun 2023. Namun, secara absolut jumlah kasus di Makassar masih tinggi dibandingkan wilayah lain di Sulawesi Selatan. Hingga April 2024, kasus DBD di Makassar mencapai 235 kasus, dengan distribusi tertinggi di Kecamatan Rappocini sebanyak 42 kasus (Dinkes Sulsel, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa wilayah urban dataran rendah tetap memiliki beban penyakit yang besar, meskipun angka insidensinya dapat berbeda dengan wilayah lain karena dipengaruhi oleh besarnya jumlah penduduk.

Perbedaan pola antara Makassar, Bulukumba, dan Tana Toraja menunjukkan bahwa dengue tidak hanya perlu dibaca dari jumlah kasus, tetapi juga dari konteks elevasi, karakteristik wilayah, mikrohabitat rumah tangga, keberadaan vektor, perilaku pencegahan, dan bukti infeksi akut berbasis NS1.Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian yang penting untuk dikaji. Pertama, masih terbatas penelitian yang menggunakan kasus dengue berbasis konfirmasi antigen NS1 sebagai dasar analisis epidemiologi dan spasial lintas elevasi. Kedua, sebagian besar penelitian masih memisahkan analisis iklim, entomologi, perilaku, dan spasial, sehingga belum memberikan gambaran utuh mengenai proses terbentuknya risiko dengue. Ketiga, belum banyak penelitian yang menghubungkan data infeksi akut berbasis NS1 dengan mikrohabitat rumah tangga, keberadaan jentik *Aedes*, perilaku pencegahan, dan pemetaan rumah pada dataran rendah, sedang, dan tinggi dalam satu kerangka analisis.

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis risiko dengue lintas elevasi berbasis pemeriksaan antigen NS1, mikrohabitat *Aedes*, perilaku pencegahan, dan pemetaan spasial di Provinsi Sulawesi Selatan. Penggunaan data NS1 positif sebagai dasar kasus menjadi kekuatan utama penelitian karena memberikan bukti infeksi akut yang lebih objektif dibandingkan laporan klinis semata. Dengan mengintegrasikan data iklim, lingkungan mikro rumah tangga, keberadaan jentik, perilaku pencegahan, dan spasial, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat bagi pengendalian dengue berbasis wilayah dan rumah tangga.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Apakah terdapat hubungan antara curah hujan dengan kejadian demam berdarah dengue di Provinsi Sulawesi Selatan?
2. Bagaimana distribusi spasial infeksi virus dengue yang terkonfirmasi antigen NS1 pada dataran tinggi, sedang, dan rendah di Provinsi Sulawesi Selatan?*)*
3. Apakah faktor lingkungan mikro rumah tangga, termasuk keberadaan breeding habitat dan jentik nyamuk, berhubungan dengan kejadian DBD terkonfirmasi NS1 pada berbagai ketinggian wilayah?
4. Bagaimana hubungan perilaku pencegahan dan praktik pengendalian DBD di tingkat rumah tangga dengan kejadian DBD terkonfirmasi NS1 pada berbagai ketinggian wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri dari tujuan kumum dan khusus sebagai berikut:

1 Tujuan Umum

Menganalisis distribusi dan determinan kejadian demam berdarah dengue berbasis pemeriksaan antigen NS1 serta faktor iklim, lingkungan mikro rumah tangga, dan perilaku pencegahan pada berbagai ketinggian wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan.

2 Tujuan Khusus

a. Menganalisis hubungan antara curah hujan dengan kejadian demam berdarah dengue di Provinsi Sulawesi Selatan.
b. Menganalisis distribusi spasial infeksi virus dengue yang terkonfirmasi antigen NS1 pada dataran tinggi, sedang, dan rendah di Provinsi Sulawesi Selatan.
c. Menganalisis hubungan faktor lingkungan mikro rumah tangga, termasuk keberadaan breeding habitat dan jentik nyamuk, dengan kejadian demam berdarah dengue terkonfirmasi NS1 pada berbagai ketinggian wilayah.
d. Menganalisis hubungan perilaku pencegahan dan praktik pengendalian demam berdarah dengue di tingkat rumah tangga dengan kejadian demam berdarah dengue terkonfirmasi NS1 pada berbagai ketinggian wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan.

1.4. Manfaat Penelitian

Kegunaan yang diharapkan dari adanya penelitian ini terdiri dari manfaat teoritis dan praktis. Adapun manfaat tersebut sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang epidemiologi penyakit menular, khususnya epidemiologi demam berdarah dengue (DBD), melalui pendekatan yang lebih komprehensif dengan mengintegrasikan faktor iklim, distribusi spasial, lingkungan mikro rumah tangga, dan perilaku pencegahan masyarakat.

Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teoritis mengenai hubungan antara topografi ketinggian wilayah (dataran tinggi, sedang, dan rendah) dengan distribusi infeksi virus dengue yang terkonfirmasi melalui pemeriksaan antigen NS1. Pendekatan ini memberikan kontribusi pada pengembangan model epidemiologi berbasis wilayah yang tidak hanya bertumpu pada faktor iklim makro, tetapi juga mempertimbangkan determinan mikro dan sosial perilaku.

2. Manfaat praktis

Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi penulis
   1) Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Doktoral Program Studi S3 Prodi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
   2) Meningkatkan pemahaman dan penguasaan penulis dalam bidang epidemiologi penyakit menular, khususnya terkait dinamika kejadian demam berdarah dengue melalui pendekatan multi-level yang mengintegrasikan faktor iklim, spasial, lingkungan mikro, dan perilaku.
   3) Meningkatkan keterampilan analisis dan interpretasi data secara komprehensif, mulai dari analisis deret waktu, analisis hubungan faktor risiko, hingga pemetaan distribusi penyakit berdasarkan karakteristik wilayah.
   4) Menjadi sarana bagi penulis untuk berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan serta penyusunan rekomendasi berbasis bukti dalam upaya pengendalian demam berdarah dengue,

b. Bagi mahasiswa
   1) Menjadi sumber pembelajaran bagi mahasiswa dalam memahami epidemiologi demam berdarah dengue secara komprehensif, termasuk keterkaitan antara faktor iklim,

distribusi spasial, lingkungan mikro, dan perilaku pencegahan.

2) Memberikan referensi ilmiah bagi mahasiswa dalam menyusun penelitian di bidang kesehatan masyarakat, khususnya terkait penyakit berbasis lingkungan dan vektor.
3) Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap penerapan metode penelitian lapangan, analisis epidemiologi, serta pemanfaatan analisis spasial dalam kajian kesehatan masyarakat.
4) Menjadi acuan dalam pengembangan penelitian lanjutan yang berbasis wilayah dan berbasis bukti, khususnya dalam upaya pencegahan dan pengendalian demam berdarah dengue.

c. Bagi masyarakat

1) Meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai faktor risiko kejadian demam berdarah dengue, termasuk peran lingkungan rumah tangga, keberadaan breeding habitat, dan perilaku pencegahan.
2) Mendorong perubahan perilaku masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dan melakukan praktik pencegahan, seperti pengelolaan tempat penampungan air dan pengendalian tempat perkembangbiakan nyamuk.
3) Memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang pentingnya kewaspadaan terhadap kejadian DBD pada berbagai kondisi wilayah, baik di dataran rendah, sedang, maupun tinggi.
4) Membantu masyarakat dalam mengenali upaya pencegahan yang lebih tepat dan sesuai dengan kondisi lingkungan tempat tinggalnya, sehingga dapat menurunkan risiko penularan demam berdarah dengue.

d. Bagi Pemerintah

1) Menjadi dasar ilmiah bagi pemerintah pusat dan pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan pengendalian demam berdarah dengue (DBD) yang lebih efektif melalui pendekatan berbasis risiko wilayah, dengan mempertimbangkan variasi ketinggian, kondisi lingkungan mikro rumah tangga, dan karakteristik perilaku masyarakat.
2) Menjadi bahan masukan bagi Dinas Kesehatan dalam memperkuat sistem surveilans dengue melalui integrasi data epidemiologi, pemeriksaan antigen NS1, indikator entomologi, faktor iklim, dan pemetaan spasial sebagai dasar deteksi dini serta penentuan wilayah prioritas intervensi.

3) Mendukung penyusunan strategi pengendalian vektor yang lebih spesifik sesuai karakteristik wilayah dataran rendah, sedang, dan tinggi sehingga alokasi sumber daya, kegiatan pemberantasan sarang nyamuk, promosi kesehatan, serta pengendalian breeding habitat dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran.
4) Menjadi referensi dalam pengembangan kebijakan pengendalian dengue yang terintegrasi antara pendekatan epidemiologi, kesehatan lingkungan, promosi kesehatan, dan analisis spasial untuk mendukung pencapaian program pengendalian dengue yang berkelanjutan di Provinsi Sulawesi Selatan maupun wilayah lain dengan karakteristik geografis serupa.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini berada dalam bidang ilmu kesehatan masyarakat, khususnya epidemiologi penyakit menular berbasis lingkungan (*environmental epidemiology*), dengan fokus pada kejadian demam berdarah dengue (DBD) di Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian dilakukan secara bertahap sesuai urutan analisis, dimulai dengan kajian hubungan faktor iklim berupa curah hujan terhadap kejadian DBD menggunakan data kasus DBD umum dalam 5 tahun terakhir. Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan pola temporal dan kecenderungan hubungan antara perubahan curah hujan dengan kejadian DBD pada wilayah penelitian.

Tahap selanjutnya adalah analisis distribusi spasial infeksi virus dengue yang terkonfirmasi melalui pemeriksaan antigen NS1 pada wilayah dengan karakteristik ketinggian berbeda, yaitu dataran rendah, sedang, dan tinggi. Penelitian dilaksanakan di Provinsi Sulawesi Selatan yang mewakili variasi topografi wilayah, meliputi Kecamatan Rappocini Kota Makassar sebagai dataran rendah, Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba sebagai dataran sedang, dan Kecamatan Makale Kabupaten Tana Toraja sebagai dataran tinggi. Pemilihan lokasi didasarkan pada perbedaan karakteristik geografis, variasi ketinggian wilayah, dan potensi perbedaan distribusi kasus DBD.

Penelitian juga mencakup analisis hubungan faktor lingkungan mikro rumah tangga dengan kejadian DBD terkonfirmasi NS1, yang meliputi keberadaan *breeding habitat*, jenis tempat penampungan air, serta keberadaan jentik nyamuk pada lingkungan rumah tangga. Selain itu, penelitian mengkaji hubungan perilaku pencegahan dan praktik pengendalian DBD di tingkat rumah tangga terhadap kejadian infeksi dengue terkonfirmasi NS1 pada berbagai ketinggian wilayah. Data primer dikumpulkan melalui pemeriksaan antigen NS1, observasi lingkungan rumah tangga, dan wawancara menggunakan kuesioner.

Subjek penelitian adalah masyarakat atau rumah tangga yang menjadi responden pada wilayah penelitian, dengan unit analisis meliputi individu dan rumah tangga. Variabel penelitian terdiri atas curah hujan dan kejadian DBD umum pada analisis temporal, distribusi spasial kasus dengue terkonfirmasi NS1 berdasarkan ketinggian wilayah, faktor lingkungan mikro rumah tangga, serta perilaku pencegahan dan praktik pengendalian DBD. Penelitian menggunakan pendekatan observasional analitik dengan kombinasi analisis deret waktu (*time series*), analisis spasial, dan analisis epidemiologi untuk menggambarkan hubungan antara faktor iklim, lingkungan, perilaku, dan distribusi infeksi dengue di berbagai karakteristik wilayah.

1.6. Kebaruan Penelitian

Penelitian tentang demam berdarah dengue (DBD) selama ini umumnya masih berfokus pada analisis faktor iklim makro seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban, serta menggunakan data kasus berbasis laporan klinis atau surveilans rutin tanpa konfirmasi biologis. Selain itu, sebagian besar penelitian dilakukan secara parsial dengan hanya mengkaji satu aspek tertentu, seperti faktor lingkungan, perilaku, atau distribusi spasial, tanpa mengintegrasikan berbagai determinan dalam satu kerangka analisis yang komprehensif.

Penelitian ini memiliki kebaruan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya karena mengembangkan pendekatan yang lebih integratif dalam memahami dinamika kejadian DBD, khususnya pada wilayah dengan variasi topografi ketinggian. Kebaruan penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data infeksi virus dengue yang terkonfirmasi melalui pemeriksaan antigen NS1 sebagai dasar analisis distribusi spasial. Pendekatan ini memberikan keunggulan dibandingkan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya menggunakan data kasus klinis, sehingga mampu menggambarkan distribusi infeksi secara lebih akurat dan spesifik.
2. Penelitian ini tidak hanya melakukan pemetaan kasus, tetapi juga menganalisis distribusi spasial DBD berdasarkan perbedaan ketinggian wilayah (dataran tinggi, sedang, dan rendah). Pendekatan ini memberikan perspektif baru dalam memahami heterogenitas risiko penularan dengue yang dipengaruhi oleh faktor geografis.
3. Penelitian ini mengintegrasikan berbagai level determinan kejadian DBD, yaitu: faktor makro (curah hujan), faktor mikro lingkungan rumah tangga (*breeding habitat* dan jentik), serta faktor perilaku pencegahan masyarakat. Integrasi ini menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian sebelumnya yang cenderung menganalisis faktor-faktor tersebut secara terpisah.
4. Penelitian ini mengkaji dan membandingkan determinan kejadian DBD

pada dataran tinggi, sedang, dan rendah dalam satu kerangka analisis yang sama. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi perbedaan pola risiko dan faktor dominan pada masing-masing wilayah, yang belum banyak dikaji secara sistematis dalam penelitian sebelumnya.

5. Berdasarkan hasil integrasi analisis, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan model konseptual penularan DBD yang mempertimbangkan interaksi antara distribusi spasial virus, faktor lingkungan mikro, dan perilaku masyarakat pada berbagai kondisi topografi. Model ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan strategi pengendalian DBD yang lebih spesifik dan berbasis wilayah.

1.7. Tinjauan Teori

1.7.1. Demam Berdarah Dengue

a. Defenisi

Deman Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus dengue melalui gigitan nyamuk Aedes terutama *Aedes aegypti*. Demam dengue merupakan penyakit akibat nyamuk yang berkembang paling pesat di dunia. Gejala atau tanda untuk identifikasi cepat Infeksi dengue dapat menyebabkan infeksi tanpa gejala atau gejala, dengan sekitar 20% menyebabkan gejala(Kemenkes RI, 2022). Secara umum DBD ditandai dengan demam mendadak 2 sampai dengan 7 hari tanpa penyebab yang jelas, lemah/lesu, gelisah, nyeri ulu hati, disertai tanda perdarahan di kulit berupa bintik perdarahan (*petechiae*, lebam (*echymosis*) atau ruam (purpura). Kadang-kadang mimisan, berak darah, muntah darah, kesadaran menurun atau renjatan (*Shock*)(Yulianto & Rasyid, 2022).

DBD merupakan demam virus akut yang disertai sakit kepala, nyeri otot, sendi, dan tulang, penurunaan jumlah sel darah putih dan ruam-ruam. Demam Berdarah Dengue adalah penyakit demam akutyang disebabkan oleh empat *serotype* virus dengue dan ditandaidengan empat gejala klinis utama yaitu demam tinggi, manifestasiperdarahan, hepatomegali, dan tanda-tanda kegagalan sirkulasi sampai timbulnya renjatan (sindrom renjatan dengue) sebagai akibat darikebocoran plasma yang dapat menyebabkan kematian(Monintja, 2022). Virus *Dengue* mempunyai 4 jenis serotipe yang ditularkan melalui gigitan nyamuk betina *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang terinfeksi oleh virus dengue dari penderita penyakit DBD yaitu Den-1, Den-2, Den-3, Den-4 (Frida, 2020)(Abdul Masykur, 2022).

Penularan infeksi virus dengue dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu manusia, virus, dan vektor perantara(Kaeng et al., 2020). Virus dengue ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk Aedes aegypti. Nyamuk Aedes albopictus, Aedes polynesiensis dan beberapa spesies lainnya dapat juga menularkan virus ini, namun merupakan vektor yang kurang berperan. Nyamuk Aedes tersebut dapat mengandung virus dengue pada saat menggigit manusia yang sedang mengalami viremia. Kemudian virus yang berada di kelenjar liur berkembang biak dalam waktu 8-10 hari (extrinsic incubation period) sebelum dapat ditularkan kembali kepada manusia pada saat gigitan berikutnya(Arsin, 2013).

b. Tanda dan gejala DBD

Demam dengue biasanya berupa demam tinggi mendadak dengan suhu ≥ 39°C, disertai dengan keluhan nyeri belakang bola mata, nyeri kepala, nyeri otot dan tulang, ruam di kulit, biasanya diikuti dengan perdarahan yang tidak lazim teridiri dari 2 fase yakni fase awal demam dan fase kritis (Frida, 2020). Tahap awal infeksi dengue dapat digambarkan sebagai penyakit “mirip flu” ringan dengan gejala yang mirip dengan malaria, influenza, chikungunya dan Zika. Penyakit ini ditandai dengan: nyeri retro-orbital, demam, sakit kepala hebat, nyeri sendi dan otot yang intens. nyeri, dan mual. Ditandai dengan timbulnya demam berat yang cepat yang berlangsung dari 2 sampai 7 hari. Pada saat ini, dengue dapat dibedakan dari penyakit serupa lainnya dengan menggunakan tes tourniquet.69,70 Sebagian besar pasien DENV dapat untuk pulih sepenuhnya setelah periode demam tanpa memasuki fase kritis penyakit(Kemenkes RI, 2022).

Fase kritis menunjukkan tanda-tanda peringatan, termasuk sakit perut yang parah, muntah terus-menerus, perubahan suhu yang nyata, manifestasi hemoragik, atau perubahan status mental. Umumnya, pasien menjadi lebih buruk karena suhu mereka mencapai 37,5-38ºC setelah penurunan drastis jumlah trombosit menyebabkan kebocoran plasma dan syok dan/atau akumulasi cairan dengan gangguan pernapasan; perdarahan kritis, dan kerusakan organ(Rathore et al., 2019).Tanda-tanda peringatan hampir selalu terlihat pada pasien sebelum onset syok termasuk kegelisahan, kulit dingin lembab, nadi cepat lemah, dan penyempitan tekanan nadi. Pasien yang mengalami syok kemungkinan besar kehilangan volume plasma yang besar. melalui kebocoran pembuluh darah. Pasien DSS harus dipantau secara ketat, karena syok hipotensi dapat dengan cepat berubah menjadi

gagal jantung dan henti jantung(Frida, 2020).

Demam berdarah dapat menyebabkan manifestasi penyakit yang lebih parah seperti perdarahan dan kebocoran pembuluh darah. Selama presentasi penyakit yang parah, pasien dapat datang dengan efusi pleura, perdarahan, trombositopenia dengan <100.000 trombosit/mL, peningkatan kadar hematokrit, kegelisahan, sakit perut, muntah, dan penurunan suhu secara tiba-tiba(Estofolete et al., 2019)(Rathore et al., 2019). Dalam pedoman WHO, manifestasi penyakit dengue yang lebih serius diklasifikasikan sebagai Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) dan Dengue Shock Syndrome (DSS). Saat ini, tidak ada obat antivirus atau obat untuk menghilangkan virus dengue, para dokter dapat dengan mudah menghilangkan gejalanya. Beberapa rekomendasi untuk mengelola demam berdarah termasuk, tirah baring, antipiretik atau spons untuk mengendalikan demam, analgesik atau obat penenang ringan untuk membantu mengatasi rasa sakit, dan terapi cairan atau elektrolit untuk membantu hidrasi. Gejala utama yang membedakan DBD dari DF adalah kebocoran plasma, hemostasis tidak teratur dan peningkatan permeabilitas pembuluh darah. Pasien yang mengembangkan sindrom parah harus diberikan dengan larutan kristaloid isotonik, seperti salin normal 0,9%, Ringer laktat, atau larutan Hartmann sesuai dengan pedoman WHO. Setelah pasien melewati masa yang mengancam jiwa, pemulihan penyakit dapat berlangsung cepat. Kesejahteraan pasien terlihat saat selera mereka kembali dan mereka mulai menyerap kembali cairan ekstravaskular(Frida, 2020)

Diagnosis DBD ditegakkan berdasarkan anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang. Anamnesis yang perlu digali adalah saat mulai demam/sakit, tipe demam, jumlah asupan per oral, adanya tanda bahaya, diare, kemungkinan adanya gangguan kesadaran, output urin, juga adanya orang lain di lingkungan kerja dan rumah yang sakit serupa. Pemeriksaan fisik selain tanda vital, juga dipastikan kesadaran penderita, status hidrasi, status hemodinamik sehingga tanda-tanda syok dapat dikenali lebih dini, takipnea/pernafasan kusmaul/efusi pleura, apakah ada hepatomegali/asites/kelainan abdominal lainnya, cari adanya ruam atau petekie atau tanda perdarahan lainnya, bila tanda perdarahan spontan tidak ditemukan maka dilakukan uji torniket. Sensitivitas uji torniket ini sebesar 30% sedangkan spesifisitasnya mencapai 82%(WHO, 2023a)(Manggala, 2020).

1.7.2. Pemeriksaan Antigen NS1 dalam Diagnosis Dengue

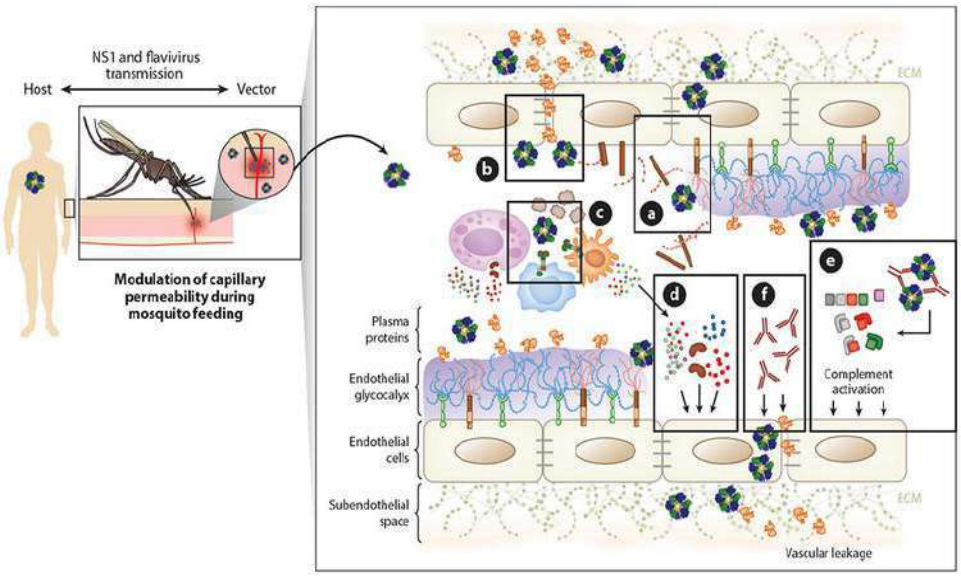
Pemeriksaan antigen NS1 (*Non-Structural Protein 1*) merupakan metode diagnostik yang digunakan untuk mendeteksi infeksi virus dengue pada fase awal penyakit. Antigen NS1 dapat terdeteksi sejak hari pertama hingga hari ketujuh infeksi, sehingga memungkinkan diagnosis dini sebelum terbentuknya antibodi. Penggunaan NS1 dalam penelitian epidemiologi memberikan keunggulan karena mampu mengidentifikasi kasus infeksi secara lebih spesifik dibandingkan data klinis atau surveilans rutin. Oleh karena itu, pendekatan berbasis NS1 dinilai lebih akurat dalam menggambarkan distribusi infeksi virus dengue di masyarakat.

Gambaran klinis pada fase awal infeksi dengue tidak spesifik, dan sulit untuk membedakannya dari penyebab penyakit demam akut lainnya. Oleh karena itu, diagnosis laboratorium sangat penting untuk membedakan demam berdarah dari penyakit lain yang menyebabkan gejala klinis serupa. Menurut CDC, selama fase akut demam berdarah (hingga 7 hari setelah timbulnya gejala), konfirmasi laboratorium dilakukan dalam spesimen diagnostik tunggal dengan mendeteksi urutan genom virus dengan RT-PCR atau antigen protein nonstruktural 1 (NS1) dengue dengan cara uji kekebalan(Ndiaye et al., 2023). Pemeriksaan NS1 pada pasien DBD memiliki hubungan erat dengan keberadaan serotipe virus dengue(Ghetia et al., 2022). NS1 merupakan faktor kunci yang merupakan protein yang diproduksi oleh semua serotipe virus dengue selama infeksi(Needs et al., 2022) sehingga deteksi NS1 dalam darah dapat menunjukkan keberadaan virus dengue pada pasien(Desogi et al., 2023). Selama fase infeksi akut, kadar NS1 yang bersirkulasi dapat dideteksi dalam serum pasien (Beatty et al., 2015).

NS1 disintesis oleh sel yang terinfeksi DENV sebagai monomer, yang kemudian dimerisasi di retikulum endoplasma. NS1 terglikosilasi di retikulum endoplasma dan jaringan trans-Golgi. NS1 merupakan bagian dari kompleks replikasi dan dapat ditemukan pada membran intraseluler dan permukaan sel. NS1 juga disekresikan ke lingkungan ekstraseluler sebagai hexamer dan bersirkulasi dalam darah selama penyakit akut, dimana keberadaannya berguna sebagai biomarker diagnostik. NS1 adalah faktor kunci selama infeksi, yang berperan dalam replikasi RNA virus, produksi virion, penghindaran kekebalan, dan berbagai aspek patogenesis(Ghetia et al., 2022).

Metode diagnosis laboratorium untuk memastikan infeksi DENV melibatkan pendekatan molekuler dan serologis yang berbeda, seperti RT-PCR (*Reverse Transkripsi-Polimerase Rantai Reaksi*), isolasi virus,

dan deteksi peningkatan kadar antibodi IgM dan IgG, terutama terhadap E. Saat ini, deteksi Jumlah NS1 yang bersirkulasi dalam serum/plasma pasien yang terinfeksi merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk diagnosis dini infeksi flavivirus, khususnya DENV, meskipun sensitivitas bervariasi berdasarkan serotipe dan lebih besar pada infeksi primer dibandingkan infeksi sekunder . Lebih lanjut, durasi antigenemia NS1 secara signifikan lebih lama pada infeksi primer dibandingkan pada infeksi sekunder. Berbagai generasi peralatan yang tersedia secara komersial dan uji imunosorben terkait-enzim buatan sendiri serta uji imunokromatografi cepat tersedia secara luas. Antigenemia NS1 pada pasien terinfeksi DENV berkorelasi dengan tingkat keparahan penyakit Kadar NS1 dalam sirkulasi bervariasi dari 0,1 hingga 1 μg/mL, dengan laporan mencapai 50 μg/mL, dan bertahan hingga 14 hari sejak timbulnya demam. Data ini didasarkan pada tingkat NS1 yang diukur dalam aliran darah pasien yang terinfeksi. Namun, NS1 dapat keluar dari aliran darah ke jaringan, menyebabkan pembersihan NS1 dari darah dan meningkatkan keberadaannya di jaringan (Needs et al., 2022).



Gambar 1.1. Mekanisme patogenesis DENV NS1 yang menyebabkan penyakit pada infeksi DENV(Glasner et al., 2018)

Mekanisme patogenesis DENV NS1 yang menyebabkan penyakit pada infeksi DENV. DENV NS1 memediasi patogenesis melalui berbagai jalur pada inang. DENV NS1 yang disekresikan dan bersirkulasi dalam darah manusia yang terinfeksi mempengaruhi penularan virus dari manusia ke nyamuk dengan membantu DENV mengatasi penghalang usus tengah pada vektor, dan NS1 dalam air liur

nyamuk yang terinfeksi dapat memodulasi permeabilitas kapiler di dermis inang dan berdampak pada penyebaran virus pada manusia(Glasner et al., 2018).

Program pengendalian Demam Berdarah Dengue membutuhkan suatu tes yang cepat, praktis dan dapat dipercaya untuk infeksi dengue primer dan sekunder. Saat ini telah dikenal *Rapid Diagnosis Test* (RDT) untuk mendeteksi NS1, IgG dan IgM. NS1 adalah suatu *glycoprotein* yang muncul dengan konsentrasi tinggi pada pasien terinfeksi dengue pada tahap awal penyakit. Antigen NS1 ditemukan pada hari pertama hingga hari ke sembilan sejak awal demam pada pasien-pasien dengan infeksi dengue primer maupun infeksi dengue sekunder. Rapid Tes NS1 adalah suatu tes in vitro dengan teknik pengujian *Immunochromatographic*, suatu tes satu langkah untuk menentukan secara kualitatif Antigen NS Dengue virus didalam serum manusia untuk diagnosa dini pada infeksi dengue akut(Abraham et al., 2021).

Setiap tes berisikan satu membrane strip, yang telah dilapisi dengananti-dengue NS1 antigen capture pada daerah garis tes. *Anti-dengue* NS1 *antigen-colloid gold conjugate* dan serum sampel bergerak sepanjang membran menuju daerah garis tes (T) dan membentuk suatu garis yang dapat dilihat sebagai suatu bentuk kompleks *antibody-antigen-antibody gold particle*. Dengue Dx NS1 Antigen Rapid Tes memiliki dua garis hasil, garis ”T” (garis tes) dan ”C” (garis kontrol). Kedua garis ini tidak akan terlihat sebelum sampel ditambahkan. Garis kontrol C digunakan sebagai kontrol prosedur. Garis ini selalu muncul jika prosedur tes dilakukan dengan benar dan reagen dalam kondisi baik. Interpretasi Hasil pengujian; Hasil Negatif: Jika hanya terbentuk garis pada area garis kontrol (C) Hasil Positip: Jika terbentuk garis pada area garis (T) dan (C). Hasil Invalid: jika tidak terbentuk garis pada area garis kontrol (C). Untuk hasil Invalid dilakukan tes ulang (Kemenkes RI, 2017).

Sensitivitas dan spesifisitas merupakan sifat intrinsik suatu tes. Dalam uji klinis suatu penyakit, sensitivitas adalah seberapa baik tes tersebut mengidentifikasi orang-orang yang memiliki suatu kondisi, sedangkan spesifisitas adalah seberapa baik suatu tes mengidentifikasi orang-orang yang sehat. Tes sensitif 100% adalah tes yang mendeteksi semua orang yang memiliki suatu kondisi, yang berarti tidak ada “negatif palsu.” Tes spesifik 100% mengidentifikasi semua pasien sehat dan tidak memiliki “positif palsu”. Tentu saja, hanya ada sedikit tes yang sempurna dalam kehidupan nyata, oleh karena itu penting untuk memahami cara menghitung peluang seseorang benar-benar mengalami suatu kondisi jika hasil tesnya positif, kemungkinan

seseorang tidak mengidap penyakit jika hasil tesnya positif. , kemungkinan seseorang tidak mengidap penyakit jika hasil tesnya negatif, dan kemungkinan seseorang terkena penyakit jika hasil tesnya negatif(Sarah S, 2022).

Sensitivitas dan spesifisitas NS1 terhadap setiap serotipe DENV berkisar antara 76–100%, yang menggambarkan potensi pasangan antibodi spesifik serotipe untuk menentukan serotipe dari plasma NS1(Needs et al., 2022). Putri, et.al (2022) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa tingkat Sensitivitas dan spesifisitas NS1 yang beredar bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti serotipe virus dengue, status kekebalan tubuh (infeksi primer atau sekunder), dan tingkat keparahan penyakit(Putri, Gusti , Agung, Ayu et al., 2023). Pada penelitian Alidjinou, et.al (2022) pada 472 sampel menunjukkan hasil pemeriksaan RT-PCR positif pada 154 sampel (32,6%). Sensitivitas dan spesifisitas RDT antigen NS1 masing-masing sebesar 79,9% dan 96,2%. Kinerja RDT bervariasi berdasarkan waktu pengambilan sampel dan serotipe virus dengue. Kesesuaian antara RDT antigen NS1 dan RT-PCR secara signifikan lebih baik untuk sampel yang diperoleh antara 0 dan 4 hari pasca awitan dibandingkan sampel yang dikumpulkan antara 5 dan 7 hari pasca awitan (92,5% berbanding 80,3%, p = 0,0065). Sensitivitas dan spesifisitas RDT untuk kelompok sampel pertama adalah 80,7% (CI95 = 73,2 hingga 86,6) dan 98,2% (CI95 = 95,7 hingga 99,4). RDT memiliki kinerja yang lebih rendah pada kelompok sampel kedua, dengan sensitivitas 73,7% (CI95 = 50,9 hingga 88,6) dan spesifisitas 83,3% (CI95 = 69,1 hingga 92). Kinerja RDT juga bergantung pada serotipe demam berdarah. Sensitivitas sebesar 92,2% (CI95 = 85,2 hingga 96,2) ditemukan untuk DENV-1, sedangkan menurun menjadi 50% (CI95 = 35,5 hingga 64,5) untuk DENV-2. Mengenai sampel positif DENV-3, RDT memberikan hasil positif pada 5 dari 6 sampel (perkiraan sensitivitas sebesar 83,3%)(Alidjinou et al., 2022).

1.7.3. Teori Segitiga Epidemiologi (Agent–Host–Environment)

Penularan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dapat dijelaskan melalui konsep klasik dalam epidemiologi yaitu segitiga epidemiologi (*epidemiological triad*) yang terdiri dari interaksi antara agen (agent), pejamu (host), dan lingkungan (environment). Model ini digunakan secara luas untuk memahami dinamika kejadian penyakit infeksi, termasuk dengue, karena mampu menggambarkan faktor penyebab dan determinan penularan secara komprehensif. Dalam konteks DBD, ketiga komponen tersebut berinteraksi secara dinamis dan menentukan terjadinya transmisi penyakit. Ketidakseimbangan antara komponen-komponen ini akan meningkatkan risiko kejadian

penyakit di suatu wilayah(Kompithra, 2023).

a. Agen (Agent)

Agen penyebab DBD adalah **virus dengue (Dengue virus/DENV)** yang termasuk dalam genus *Flavivirus*. Virus ini memiliki empat serotipe utama yaitu DENV-1, DENV-2, DENV-3, dan DENV-4, yang semuanya dapat menyebabkan infeksi pada manusia. Keberagaman serotipe ini berperan penting dalam epidemiologi dengue, karena infeksi oleh satu serotipe hanya memberikan kekebalan spesifik terhadap serotipe tersebut, sementara infeksi sekunder oleh serotipe lain dapat meningkatkan risiko terjadinya dengue berat melalui mekanisme *antibody-dependent enhancement (ADE)*. Variasi dominansi serotipe juga mempengaruhi pola kejadian wabah di berbagai wilayah.Selain itu, dinamika virus dengue terus berkembang akibat mutasi genetik dan interaksi dengan vektor serta host, yang dapat mempengaruhi virulensi dan pola transmisi penyakit.

b. Pejamu (Host)

Pejamu dalam penularan DBD adalah manusia yang memiliki tingkat kerentanan berbeda-beda terhadap infeksi virus dengue. Faktor host yang berperan meliputi:

1) Usia: kelompok usia tertentu (anak-anak dan dewasa muda) sering menunjukkan tingkat kejadian lebih tinggi
2) Status imunologi: riwayat infeksi sebelumnya mempengaruhi keparahan penyakit
3) Jenis kelamin dan faktor genetik
4) Perilaku: seperti mobilitas, penggunaan pelindung diri, dan kebiasaan hidup

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa faktor usia dan status imun memiliki hubungan signifikan dengan kejadian DBD, serta mempengaruhi tingkat keparahan penyakit . Selain itu, mobilitas manusia yang tinggi juga berkontribusi terhadap penyebaran virus antar wilayah, terutama di daerah endemis

c. Lingkungan (Environment)

Lingkungan merupakan faktor yang sangat menentukan dalam keberlangsungan siklus hidup vektor dan transmisi virus dengue. Faktor lingkungan meliputi:

1) Lingkungan fisik: suhu, curah hujan, kelembaban, dan ketinggian wilayah
2) Lingkungan biologis: keberadaan dan kepadatan vektor *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*
3) Lingkungan sosial: kepadatan penduduk, urbanisasi, sanitasi,

dan perilaku masyarakat

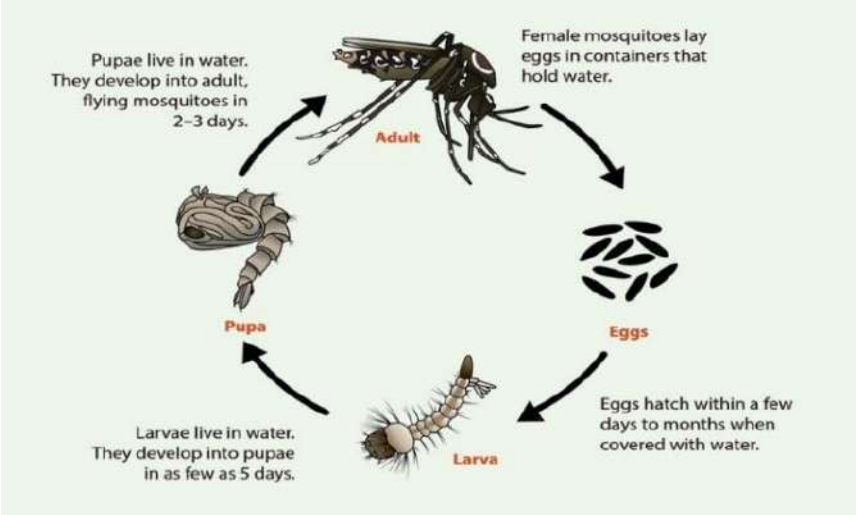
Perubahan iklim, peningkatan suhu, dan pola curah hujan terbukti meningkatkan populasi vektor dan memperluas wilayah endemis dengue . Selain itu, urbanisasi yang tidak terencana dan sistem pengelolaan lingkungan yang buruk menciptakan tempat berkembang biak nyamuk, sehingga meningkatkan risiko penularan

Ketiga komponen dalam segitiga epidemiologi saling berinteraksi dan membentuk suatu sistem yang kompleks dalam penularan DBD. Virus dengue (agent) membutuhkan host yang rentan serta lingkungan yang mendukung keberadaan vektor untuk dapat ditransmisikan secara efektif. Sebagai contoh, peningkatan suhu lingkungan dapat mempercepat replikasi virus dalam tubuh nyamuk, sementara kepadatan penduduk yang tinggi meningkatkan frekuensi kontak antara vektor dan manusia. Di sisi lain, rendahnya imunitas populasi terhadap serotipe tertentu dapat memicu terjadinya wabah

Dengan demikian, perubahan pada salah satu komponen baik agen, host, maupun lingkungan akan mempengaruhi dinamika penularan DBD secara keseluruhan. Oleh karena itu, pendekatan pengendalian penyakit harus mempertimbangkan ketiga aspek tersebut secara terpadu.

1.7.4. Gambaran Umum Nyamuk *Aedes agepty*

Aedes aegypti dan nyamuk lainnya memiliki siklus hidup yang kompleks dengan perubahan dramatis dalam bentuk, fungsi, dan habitatnya. Nyamuk betina bertelur di bagian dalam, pada dinding basah kontainer yang berisi air(Yan et al., 2021). Larva menetas saat air menggenangi telur sebagai akibat adanya penambahan air oleh manusia maupun hujan. Beberapa hari kemudian, larva memakan mikroorganisme dan bahan organik partikulat, mempertebal kulitnya hingga tiga kali untuk mencapai tahap instar keempat. Setelah larva memperoleh energi dan ukuran yang cukup serta mencapai tahap instar keempat, metamorfosis kemudian dipicu dengan mengubah larva menjadi pupa(Dom, 2019).



Gambar 1.2. Siklus Nyamuk *Aedes* (CDC, 2021)

Nyamuk betina meletakkan telurnya pada dinding tempat air, telur menetas menjadi larva dalam waktu 1-2 hari, selanjutnya larva akan berubah menjadi pupa dalam waktu 5-15 hari. Stadium pupa biasanya berlangsung 2 hari. Dalam suasana optimum, perkembangan dari telur sampai dewasa memerlukan waktu sekurang-kurangnya 9 hari. Setelah keluar dari pupa nyamuk beristirahat di kulit pupa untuk sementara waktu(Saleem & Lobanova, 2020).

Nyamuk betina dewasa bertelur di dinding bagian dalam wadah berisi air, di atas permukaan air.Telur menempel di dinding wadah seperti lem. Mereka dapat bertahan hidup hingga 8 bulan. Telur nyamuk bahkan dapat bertahan hidup di musim dingin di Amerika Serikat bagian selatan. Nyamuk hanya membutuhkan sedikit air untuk bertelur. Mangkuk, gelas, air mancur, ban, tong, vas bunga, dan wadah lain yang menyimpan air bisa menjadi “tempat pembibitan” yang bagus(CDC, 2021)(Martín-Park et al., 2022)



Gambar 1.3. Perkembangan Aedes Telur (kiri) dan Larva (kanan) (CDC, 2021)

Telur nyamuk *Aedes aegypti* di dalam air dengan suhu 20-400C akan menetas menjadi larva dalam kurun waktu 1-2 hari. Kecepatan pertumbuhan dan perkembangan larva dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu temperatur, tempat (wadah), keadaan (kondisi) air, dan kandungan zat makanan yang ada di dalam tempat perkembang biakan. Pada kondisi optimum, larva berkembang menjadi pupa dalam kurun waktu 4-9 hari, kemudian pupa menjadi nyamuk dewasa dalam kurun waktu 2-3 hari. Jadi pertumbuhan dan perkembangan telur, larva, pupa, sampai menjadi nyamuk dewasa memerlukan waktu kurang lebih 7-14 hari(Arsin, 2013).

Nyamuk betina dewasa menggigit manusia dan hewan. Nyamuk membutuhkan darah untuk menghasilkan telur. Setelah makan, nyamuk betina mencari sumber air untuk bertelur. Nyamuk *Ae. aegypti* hidup di dalam dan di luar ruangan,

sedangkan *Ae. albopictus* hidup di luar ruangan(Martín-Park et al., 2022). Nyamuk *Aedes aegypti* lebih banyak ditemukan berkembang biak di tempat-tempat penampungan air buatan di dalam rumah, antara lain bak mandi, ember, vas bunga, tempat minum burung, kaleng bekas, ban bekas dan sejenisnya. Namun di daerah perkotaan khususnya, tempat berkembang biak nyamuk ditemukan juga di luar rumah(Fiqi Nurbaya et al., 2022)



Gambar 1.4. Kepompong (kiri) dan Nyamuk dewasa menggigit seseorang (kanan)(CDC, 2021)

Sekali nyamuk tertular virus seumur hidupnya akan menjadi nyamuk yang infektif dan mampu menyebarkan virus ke inang lain ketika menghisap darah berikutnya. Nyamuk infektif ini juga dapat menularkan virus ke generasi berikutnya secara transovarial melalui telur, tetapi peranannya dalam melanjutkan transmisi virus pada manusia belum diketahui. Nyamuk *Aedes aegypti* dan Aedes albopictus tersebar di seluruh pelosok tanah air, kecuali yang ketinggiannya lebih dari 1000 meter di atas permukaan air laut. Keduanya bisa dibedakan dengan mudah pada stadium dewasa dan larva. Tanda pada bagian dorsal mesonotum sangat jelas bisa dilihat dengan mata telanjang, pada *Aedes aegypti* terdapat garis lengkung putih dan 2 garis pendek di bagian tengah, sedang pada *Aedes albopictus* terdapat garis putih di medial dorsal toraks. Selain itu, Aedes albopictus secara umum berwarna lebih gelap daripada *Aedes aegypti*(Arsin, 2013).

1.7.5. Faktor Iklim dalam Kejadian DBD

Kondisi iklim dan cuaca juga menimbulkan serangkaian efek yang lebih luas pada lingkungan alam dan pada sistem manusia, misalnya karena kekeringan dapat memengaruhi penyimpanan air, praktik penggunaan lahan dan irigasi, dan perpindahan penduduk, pada gilirannya, memengaruhi ekologi vektor, dan paparan manusia terhadap infeksi(Campbell-Lendrum et al., 2015). Perubahan iklim

(suhu, curah hujan, dan kelembaban) akibat pemanasan global dapat memperluas jangkauan geografis nyamuk vektor, memperpanjang musim penularan penyakit, memperpendek siklus gonotropik, dan mengurangi waktu yang dibutuhkan virus yang tertelan untuk berkembang menjadi tahap infektif pada nyamuk(Wijesinghe et al., 2021). Sebagai konsekuensi dari pemanasan iklim di daerah tropis di sebagian besar wilayah tropis yakni akan adanya peningkatan kasus demam berdarah khususnya di daerah endemik seperti Indonesia. Di wilayah Afrika, wilayah Mediterania Timur, dan wilayah Amerika penyebarannya akan meningkat di dataran rendah. Epidemi untuk *Aedes aegepti* akan meluas ke daerah beriklim sedang. Populasi meningkat di datara rendah dan daerah perkotaan(Colón-González et al., 2021)

Suhu mempengaruhi distribusi vektor, aktivitas makan darah dari vektor, masa inkubasi ekstrinsik, dan umur panjang nyamuk dewasa. *A. aegypti* telah terbukti menularkan DENV pada suhu di atas 20 °C tetapi tidak kurang dari 16 °C(Culbert et al., 2019). Di jepang penelitian Hasyanti, et al (2022) membuktikan bahwa suhu rata-rata harian berkorelasi paling kuat dengan kejadian DBD, akibat perubahan iklim, DBD diperkirakan menyebar ke beberapa daerah yang sebelumnya belum ditemukan. Hasil penelitian menemukan gambaran pada tahun 2100, kemungkinan tidak ada bulan bebas demam berdarah terungkap di bagian paling selatan Prefektur Okinawa, dan risiko epidemi meluas ke seluruh bagian paling utara Prefektur Hokkaido (Hayashi et al., 2022).

Korelasi positif telah ditunjukkan antara suhu dan kelimpahan vektor betina. Selain itu, suhu tinggi dapat meningkatkan frekuensi pemberian darah karena berkurangnya cadangan energi secara cepat. Diperkirakan bahwa pemanasan global dapat semakin memfasilitasi perluasan penyebaran vektor nyamuk DENV di daerah beriklim sedang seperti bagian utara Amerika Utara dan Eropa(Wijesinghe et al., 2021). Suhu memiliki pengaruh biofisik langsung pada replikasi virus dan pada pengembangan vektor dan kelangsungan hidup, curah hujan menyediakan habitat penting untuk tahap akuatik siklus hidup nyamuk. (Culbert et al., 2019). Kejadian demam berdarah sangat musiman dan dikelompokkan secara spasial, dengan hubungan positif dengan suhu, curah hujan dan faktor demografis(Wangdi et al., 2018). Risiko penularan demam berdarah terbesar diamati pada suhu 30 °C dengan lag 0-3 minggu. Demikian pula, risiko penularan meningkat lebih dari dua kali lipat ketika suhu minimum mencapai 26 °C dengan jeda waktu 2 minggu(Kakarla et al., 2019). DBD menyebar lebih cepat dalam

keadaan klimatologis yang ditandai dengan suhu yang lebih tinggi, kelembaban relatif, dan curah hujan. dan curah hujan minimal 150 mm(Kamal et al., 2023).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa faktor suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan mobilitas berkorelasi dengan kejadian DBD di suatu daerah di Indonesia .Kelembaban dan curah hujan berpengaruh terhadap peningkatan populasi *Aedes aegepti*. Terdapat hubungan yang bermakna antara curah hujan dengan kejadian DBD dan kekuatan hubungan sedang dan arah korelasi positif(Asih et al., 2023). Sebuah studi menunjukkan adanya korelasi positif antara rata, mobilitas dengan kejadian DBD di Kota Kendari tahun 2014. –2018 sedangkan kecepatan angin tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan kejadian DBD (Arsin et al., 2020). Di Manado juga ditemukan ada hubungan antara suhu dan kelembaban terhadap prvalensi DBD(Monintja et al., 2021).

Selama tahun 2021-2023, peristiwa La Nina (2022-2023) dan El Nino (2023-2024) memainkan peran penting dalam mempengaruhi pola iklim secara global. Baik La Niña maupun El Nino memiliki dampak signifikan terhadap kejadian DBD melalui perubahan suhu dan pola curah hujan. El Niño cenderung meningkatkan risiko DBD dengan meningkatkan suhu dan menciptakan kondisi yang mendukung berkembang biaknya nyamuk. La Niña, meskipun mungkin menurunkan suhu, sering meningkatkan curah hujan yang juga mendukung berkembang biaknya nyamuk. Oleh karena itu, pemantauan dan mitigasi risiko DBD harus mempertimbangkan perubahan iklim yang disebabkan oleh kedua fenomena ini.

1.7.6. Lingkungan Mikro dan Breeding Habitat

Lingkungan mikro rumah tangga merupakan faktor penting dalam penularan DBD. Breeding habitat atau tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* umumnya ditemukan pada wadah yang dapat menampung air, baik di dalam maupun di luar rumah.Keberadaan jentik nyamuk dalam wadah air menjadi indikator adanya potensi penularan DBD. Jenis wadah, kondisi lingkungan, serta kebersihan rumah tangga sangat mempengaruhi keberadaan breeding habitat.

Di tempat-tempat yang kekurangan air, peningkatan suhu menyebabkan penyimpanan air dalam wadah, yang pada gilirannya menyediakan tempat berkembang biak nyamuk. Penyimpanan air dalam wadah salah satunya disebabkan oleh perilaku budaya yang muncul karena kekhawatiran akan adanya kekurangan air berkepanjangan dan harga air yang akan meningkat di musim kemarau.

Perilaku penyimpanan air dalam wadah berhubungan dengan sosial ekonomi masyarakat (usia, pendidikan, pekerjaan dan pendapatan rumah tangga)(García-Betancourt et al., 2015) (Watts et al., 2020). Tempat perkembangbiakan vektor yang paling produktif adalah wadah air di luar ruangan, terutama jika tidak tertutup, di bawah semak-semak dan tidak digunakan selama setidaknya satu minggu(Arunachalam et al., 2010).

Beberapa populasi nyamuk Aedes telah mengembangkan resistensi terhadap insektisida yang digunakan untuk mengendalikan populasi nyamuk. Hal ini dapat menyebabkan kesulitan dalam pengendalian vektor dan meningkatkan risiko penyebaran DBD(Dusfour et al., 2019). Nyamuk Aedes juga dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain melalui transportasi manusia atau barang. Ini dapat menyebabkan penyebaran virus Dengue dari daerah yang terinfeksi ke daerah yang sebelumnya bebas dari virus tersebut(Culbert et al., 2019).

Pemahaman tentang pengaruh vektor terhadap risiko penyebaran DBD penting untuk merancang strategi pengendalian yang efektif, seperti pengendalian populasi nyamuk, pengelolaan habitat vektor, dan penggunaan insektisida. Upaya untuk memantau dan mengendalikan populasi nyamuk Aedes serta mempromosikan perilaku hidup bersih dan sehat dapat membantu mengurangi risiko penyebaran DBD(Dusfour et al., 2019). Nyamuk Aedes memiliki kemampuan untuk menjadi vektor penyakit dengan menggigit manusia yang terinfeksi virus Dengue dan kemudian menggigit manusia yang sehat. Ketika nyamuk Aedes menggigit seseorang yang terinfeksi virus Dengue, mereka dapat mengambil virus dari orang tersebut dan kemudian mentransmisikannya ke orang lain saat menggigit yang sehat. Ini memungkinkan penyebaran cepat virus Dengue di antara populasi manusia.(Guarner & Hale, 2019). Nyamuk ini memiliki preferensi untuk berkembang biak di tempat-tempat dengan air yang tergenang atau tersembunyi(Ferraguti et al., 2022).

Aedes aegypti dapat berkembang biak di tempat penampungan air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, seperti tangki air, drum, atau tempat penampungan air hujan yang tidak tertutup rapat atau tidak dilengkapi dengan jaring nyamuk(Fiqi Nurbaya et al., 2022). Terlebih lagi nyamuk betina menyukai meletakkan telurnya pada dinding tempat penampungan air yang kasar untuk memudahkan meletakkan telur dan memudahkan posisi nyamuk betina ketika meletakkan telurnya(Majida & Pawenang, 2019). Bila airnya hanya dikuras saja tanpa disikat, masih memungkinkan telur nyamuk Aedes aegypti untuk bertahan dan akan menetas setelah terisi air kembali. Telur dapat bertahan hidup dalam waktu yang cukup lama dalam bentuk dorman namun, bila air tersedia

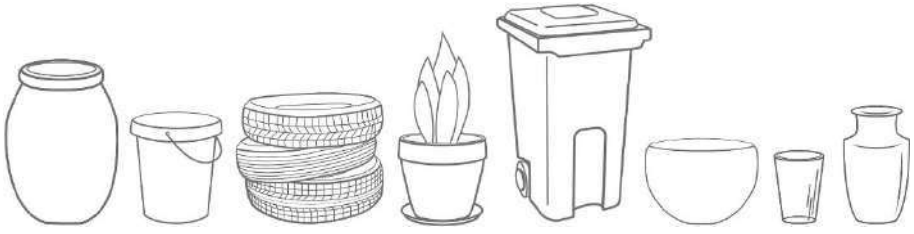
telur-telur biasanya menetas 2-3 hari kemudian(Suhendra, 2020). Pengamatan Larva dan pupa yang diduga *Aedes* nyamuk dikumpulkan menggunakan gelas plastik, pipet, atau sendok. Seluruh isi dari berbagai wadah dikosongkan ke dalam baki atau panci plastik besar dan spesimen yang belum matang diambil menggunakan penetes. Sampel tersebut segera ditempatkan dalam botol spesimen berlabel dengan air yang diisi dari wadah air setelah dikumpulkan dan dibawa ke laboratorium entomologi. Semua larva dan pupa yang dikumpulkan dipelihara di laboratorium sampai dewasa muncul, dan semua dewasa yang muncul dari pupa dikumpulkan dan disimpan dalam vial dan diklasifikasikan secara hati-hati berdasarkan spesies menurut pola pita putih, menggunakan mikroskop bedah dan kunci identifikasi(Ferede et al., 2018).

Tempayan di lingkungan sekitar rumah juga merupakan tempat perindukan strategis bagi nyamuk Aedes aegypti karena cahaya matahari sangat sedikit diperoleh terlebih lagi jika tidak ditutup dengan baik dan rapat sehingga mendukung larva Aedes aegypti untuk hidup. Selain itu, perilaku nyamuk Aedes aegypti yang biasanya meletakkan telur dan berkembangbiak pada TPA yang bersih atau air hujan, tidak berhubungan dengan tanah menjadikan tempayan sebagai salah satu tempat perindukan yang strategis(Handiny et al., 2020). Selain tempayan, masyarakat juga cenderung menampung air di dalam bak mandi dan fiber glass. Air yang ditampung di dalam bak mandi ataupun fiber glass sering digunakan namun terkadang tidak digunakan sampai habis sehingga larva *Aedes aegypti* tertinggal di dalamnya. Perilaku larva Aedes aegypti yang berpindah ke dasar atau sisi TPA untuk memperoleh makanan dengan menyapu benda dengan sikat mulut (bottom feeder) pada saat adanya gerakan mengakibatkan larva Aedes aegypti tidak ikut terbuang(Agnesia et al., 2023). Nyamuk *Aedes aegypti* dapat menggunakan pot bunga sebagai tempat perindukan. Jika pot bunga tidak memiliki sistem drainase yang baik dan memungkinkan genangan air terbentuk, itu bisa menjadi tempat berkembang biak bagi nyamuk(Pratama & Aryasih, 2019). *Aedes aegypti* juga dapat berkembang biak di saluran air yang tersumbat atau tidak berfungsi dengan baik, terutama jika air tidak mengalir dengan lancar dan terjadi genangan air yang tersembunyi di dalam saluran. Barang-barang bekas seperti ban bekas, kaleng kosong, botol plastik, dan wadah lainnya yang dapat menampung air bisa menjadi tempat berkembang biak bagi *Aedes aegypti*. Jika barang-barang bekas ini tidak disimpan dengan benar atau dibuang dengan tepat, mereka dapat menjadi tempat yang ideal bagi nyamuk untuk berkembang biak(Agnesia et al., 2023). Tempat penampungan air bukan keperluan sehari – hari yang memiliki proporsi paling banyak mengandung larva *Aedes aegypti* adalah kaleng

bekas. Hal ini karena ada penduduk yang belum memiliki kesadaran bahwa air yang menampung pada kaleng bekas dapat menjadi tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti*. Selain itu, kaleng bekas biasa terletak di tempat-tempat yang kurang pencahayaannya sehingga semakin mendukung perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*(Frida, 2020).

Beberapa penelitian menemukan *Aedes aegypti* di lokasi yang berbeda-beda. Perkembangbiakan jentik nyamuk *Aedes* terdeteksi di semua jenis wadah penampung air. Jenis wadah penampung air pada penelitian dengan angka positif jentik nyamuk *Aedes* tertinggi adalah ban bekas(Ferede et al., 2018). Ban bekas memiliki tingkat kepositifan jentik nyamuk *Aedes* yang sangat tinggi. Hal ini konsisten dengan penelitian lain yang dilakukan di tempat lain . Ini mungkin karena air yang terkumpul di dalam ban tidak mudah diamati. Ban yang dibuang juga dapat disimpan untuk jangka waktu yang lebih lama dan menjadi sarang jentik nyamuk, menjadikannya wadah pembiakan yang produktif Selain itu, kondisi cuaca di dalam ban seperti suhu dingin, lembab, dan minimnya cahaya, menciptakan lingkungan yang cocok untuk perkembangbiakan nyamuk *Aedes.*

Kontainer yang paling banyak terdapat jentik *Aedes aegypti* adalah pot bunga, bak mandi, dan tempayan, termasuk ke dalam tempat perindukan sementara dan tempat perindukan permanen (Pratama & Aryasih, 2019). Kontainer positif Aedes yang paling sering ditemukan adalah kontainer rumah tangga, saluran air, wadah bekas, kontainer hias, piring/nampan pot bunga, tanaman, jebakan selokan, kanvas/lembar plastik, tempat sampah, genangan tanah, ruang inspeksi dan atap/talang(Rajarethinam et al., 2020) *Aedes aegypti* ditemukan di tempat pembuangan air (bak WC)(Abdullah, 2021). Perkembangbiakan Aedes aegypti juga ditemukan terutama pada pembuangan sementara, sampah yang tidak terurai dan ban bekas(Dalpadado et al., 2022). Selain itu *Aedes aegypti juga* tanaman pot dan toples besar(Haddawy et al., 2019).



Gambar 1.5 : Tempat perkembangbiakan vektor DBD di luar ruangan umum (dari kiri ke kanan): toples besar, ember, ban bekas, pot tanaman, tempat sampah, mangkuk keramik, cangkir,

vas bunga(Haddawy et al., 2019).

1.7.7. Perilaku Pencegahan dan Praktik Pengendalian DBD

Perilaku pencegahan penyakit DBD merupakan sebuah kegiatan untuk memutus mata rantai nyamuk. Kegiatan pencegahan tersebut mulai dari mencegah penularan penyakit dari gigitan langsung nyamuk betina dewasa yang mengandung virus dengue, dan memberi penguatan kekebalan tubuh pada manusia, maupun pencegahan berbasis lingkugan berupa pengurangan penyebaran jentik atau nyamuk akibat adanya mobilisasi manusia(Agnesia et al., 2023). Perilaku pencegahan perlu ditegakkan terutama pada saat peralihan musim untuk lebih mendorong masyarakat dalam melakukan pemberantasan sarang nyamuk disekitarnya(Ismah et al., 2021).

Semakin rendah perilaku PSN (Pemberantasan Saran Nyamuk) maka lingkungan perumahan akan semakin mendukung sebagai tempat perkembangan vektor dan risiko terinfeksi DBD akan semakin tinggi. Perilaku kebiasaan sehat dengan memantau keberadaan jentik dirumah dengan menabur bubuk abate, mengurangi kebiasaan untuk menggantung pakaian bekas pakai, menggunakan lotion anti nyamuk pagi dan sore hari sebelum beraktivitas, memakai obat nyamuk dan juga tidak tidur pada pagi dan sore hari. Diperlukan sosialisasi maupun edukasi mengenai DBD dan 3M plus kepada masyarakat via madding, poster, penyuluhan maupun iklan di televisi(Tansil et al., 2021)(Agnesia et al., 2023).

Nyamuk Aedes biasanya hidup di lingkungan perkotaan. Mereka berkembang biak di genangan air yang tergenang, seperti bak mandi, tempat penampungan air, dan tempat penumpukan sampah yang dapat menampung air hujan. Kehadiran vektor ini sangat terkait dengan kondisi sanitasi, tata kota, dan perilaku manusia dalam mengelolah genangan air(Parker et al., 2023). Ketika habitat vektor seperti itu ada, risiko penularan DBD dapat meningkat.(Zhang & Lui, 2020) Aktivitas Menggigit: Nyamuk Aedes memiliki kecenderungan menggigit pada pagi dan sore hari. Ini berarti bahwa manusia yang berada di luar ruangan selama periode waktu ini memiliki risiko lebih tinggi terkena gigitan nyamuk dan potensi penularan virus Dengue(Manuahe et al., 2020).

Masyarakat harus aktif dalam menghilangkan tempat-tempat yang menjadi sarang perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*. Baik dengan cara mengosongkan dan membersihkan bak mandi, pot

bunga, kaleng bekas, ban bekas, dan wadah lain yang mengandung air yang dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk(Agnesia et al., 2023). Jika terdapat wadah air yang diperlukan di dalam rumah, seperti bak penampungan air atau ember, maka dipastikan untuk menutupnya dengan rapat agar nyamuk tidak dapat masuk ke dalamnya. Selain itu, dipastikan juga tidak ada genangan air di sekitar rumah yang dapat menjadi tempat berkembang biak bagi nyamuk. Menggunakan kelambu saat tidur, menggunakan produk anti nyamuk dan meningkatkan kebersihan lingkungan dapat membantu melindungi diri dari gigitan nyamuk yang dapat menyebabkan DBD(Utomo et al., 2017).

Perilaku masyarakat memainkan peran penting dalam pencegahan dan pengendalian demam berdarah dengue (DBD). Perilaku penduduk mempengaruhi jumlah nyamuk Aedes aegepti, perilaku penduduk berkaitan dengan tingkat pendidikan dan usia, serta ada tidaknya upaya pemerintah atau Dinas Kesehatan melakukan promosi kesehatan di lingkungannya(Widawati et al., 2020) selain itu perilaku penduduk juga berkaitan dengan tingkat pengetahuan seseorang(Majida & Pawenang, 2019). Adanya Upaya promosi kesehatan dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat terkait pencegahan DBD, pemberian edukasi audiovisual secara signifikan meningkatkan perubahan sikap dan Tindakan keluarga dalam pencegahan DBD(Dewi, 2019).

Pengetahuan dan perilaku pengendalian berhubungan dengan tingkat pendidikan sekolah formal masyaraakat dan sosialisasi pencegahan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan setempat(Xu et al., 2020). Meskipun tingkat pengetahuan yang baik mengenai infeksi dengue dan pencegahannya rata-rata sama di masyarakat yang memiliki tingkat pendidikan yang tinggi, akan tetapi pada beberapa populasi ditemukan praktik pencegahan yang buruk khususnya pada orang dewasa. Mayoritas pasien mencari perawatan pada fase akhir demam hingga kritis (≥5 hari), yang dikaitkan dengan tingkat rawat inap yang lebih tinggi. Selain itu, terdapat tingkat pengobatan sendiri yang sangat tinggi, termasuk dengan antibiotik sebelum mencari perawatan(Piroonamornpun et al., 2022). Tindakan pencegahan pada orang dewasa yang cenderung lambat ini berbeda pada usia anak-anak. Usia anak-anak terbukti memiliki kecenderungan tinggi untuk mencari perawatan lebih awal daripada orang dewasa, hal ini berpengaruh signifikan terhadap Pengetahuan, sikap dan praktek (KAP) orang tua/pengasuh dengan tingkat kecemasannya. Terdapat sikap dan praktik yang relatif baik terkait pencegahan demam berdarah, meskipun sebagian besar anak memiliki tingkat

pengetahuan yang rendah terkait demam berdarah. Seseorang yang memiliki pengalam Demam Berdarah sebelumnya memiki tingkat pencegahan yang lebih baik(Suwanbamrung et al., 2021).

Di sisi lain, perilaku masyarakat terkait pencegahan peningkatan kasus DBD juga dipengaruhi oleh ketidaktepatan perilaku mencari pengobatan untuk dugaan kasus dengue. Kesadaran masyarakat akan potensi DBD menjadi penyakit serius masih kurang. Sebagian besar warga khusunya di pedesaan mengatasi gejala deman berdarah hanya dengan mengkomsumsi obat traditional atau paracetamol dan tidak berobat atau melakukan diagnosis ke fasilitas kesehatan(Liu et al., 2020). Hal yang sama ditemukan pada penelitian lainnya yang juga mengamati KAP suatu penduduk mengemukakan bahwa meskipun pengetahuan, dan sikap masyarakat baik terhadap pencegahan DBD akan tetapi perilaku masyarakat tidak selamanya sejalan. Pada penelitian ditemukan sifat psikometri yang buruk terhadap perilaku pencarian pengobatan DBD responden yang diteliti(Guad et al., 2021).

Kepribadian merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kepatuhan terhadap perilaku yang berhubungan dengan kesehatan dan selama ini belum dimasukkan ke dalam studi KAP. Kepribadian dipandang sebagai karakteristik yang bertahan lama dan konsisten yang berperan dalam membentuk niat untuk benar-benar melakukan perilaku tertentu yang berhubungan dengan kesehatan. Kepribadian juga dapat mempengaruhi apakah seseorang memandang suatu situasi mempunyai risiko atau hasil yang berpotensi negatif, yang selanjutnya mempengaruhi perilaku seseorang terhadap target tersebut. Kepribadian mempengaruhi perilaku masyarakat terkait pencegahan peningkatan kasus DBD(Bohmann et al., 2022) Individu yang mempunyai pengalaman dengan penyakit yang ditularkan oleh nyamuk lebih cenderung menganggap nyamuk sebagai suatu masalah Selain itu, individu yang menghabiskan lebih sedikit waktu di luar ruangan atau tidak berinteraksi dengan alam juga kurang sadar akan keberadaan nyamuk di sekitar mereka atau kurang peduli terhadap pengendalian nyamuk. Lebih lanjut, persepsi terhadap spesies pengganggu mungkin terkait dengan karakteristik bentang alam, dan keberadaan fitur spesifik seperti lahan kosong atau sampah terkait dengan peningkatan populasi vektoryang dirasakan, lanskap di sekitar rumah warga dapat membentuk persepsi dan interaksi mereka dengan satwa liar. Jumlah vegetasi alami di sekitar rumah responden dan kedekatannya dengan pertanian dan lahan basah berkorelasi kuat dengan persepsi warga terhadap nyamuk sebagai masalah(Brown et al., 2021)

1.7.8. Analisis Spasial dalam Epidemiologi DBD

Analisis spasial merupakan pendekatan dalam epidemiologi yang digunakan untuk memahami distribusi penyakit berdasarkan dimensi geografis, sehingga memungkinkan identifikasi pola penyebaran penyakit menurut lokasi, kedekatan wilayah, serta variasi risiko antar area. Dalam epidemiologi penyakit menular, distribusi kasus tidak terjadi secara acak, tetapi dipengaruhi oleh interaksi antara faktor lingkungan, sosial, dan biologis yang memiliki karakteristik spasial tertentu. Prinsip dasar analisis spasial didasarkan pada konsep *spatial dependence*, yaitu wilayah yang berdekatan cenderung memiliki karakteristik epidemiologis yang lebih serupa dibandingkan wilayah yang berjauhan. Dengan demikian, analisis spasial tidak hanya menjelaskan lokasi terjadinya penyakit, tetapi juga membantu memahami proses penyebaran dan determinan geografis yang memengaruhi risiko penyakit. Pendekatan ini berkembang pesat dalam epidemiologi modern karena mampu memberikan gambaran distribusi penyakit secara lebih komprehensif dibandingkan analisis statistik konvensional (Muhammad, 2023).

.Dalam epidemiologi demam berdarah dengue (DBD), analisis spasial menjadi penting karena transmisi dengue sangat dipengaruhi oleh distribusi vektor, kepadatan penduduk, mobilitas manusia, serta karakteristik lingkungan setempat. Penyebaran kasus dengue umumnya menunjukkan pola pengelompokan (*clustering*) pada area tertentu yang memiliki kondisi mendukung perkembangan *Aedes aegypti*. Analisis spasial memungkinkan identifikasi wilayah dengan risiko tinggi (*high-risk area*) serta pola hotspot yang berkontribusi terhadap peningkatan kasus. Penelitian berbasis *spatial-temporal clustering* menunjukkan bahwa kasus dengue tidak tersebar merata, tetapi membentuk klaster geografis dengan intensitas kejadian tinggi pada wilayah tertentu. Studi tersebut menemukan bahwa area dengan insiden tinggi cenderung mengalami peningkatan kasus secara simultan pada wilayah yang berdekatan, yang menunjukkan adanya keterkaitan spasial dalam dinamika transmisi dengue(Yin et al., 2023).

Pendekatan analisis spasial dalam penelitian DBD umumnya memanfaatkan *Geographic Information System* (GIS), yang memungkinkan integrasi data lokasi kasus dengan variabel lingkungan, iklim, dan karakteristik sosial masyarakat. GIS tidak hanya digunakan untuk memetakan distribusi penyakit, tetapi juga untuk mengevaluasi hubungan antara faktor risiko dan lokasi kejadian. Pendekatan ini memungkinkan analisis berbasis titik (*spatial point analysis*), identifikasi hotspot, serta evaluasi variasi risiko antar wilayah. Dalam perkembangan epidemiologi modern, GIS banyak digunakan untuk

mengintegrasikan data kasus dengan faktor lingkungan seperti kepadatan penduduk, penggunaan lahan, suhu, curah hujan, dan keberadaan habitat vektor sehingga menghasilkan pemetaan risiko yang lebih komprehensif(Lai et al., 2018).

Penelitian di berbagai negara menunjukkan bahwa distribusi spasial dengue tidak hanya ditemukan pada wilayah perkotaan dataran rendah, tetapi juga dapat terjadi pada daerah dengan elevasi lebih tinggi. Variasi topografi dan kondisi geografis berperan dalam membentuk heterogenitas risiko penyakit, sehingga wilayah dengan karakteristik lingkungan berbeda dapat menunjukkan pola distribusi kasus yang tidak seragam. Oleh karena itu, analisis spasial menjadi penting dalam memahami perbedaan distribusi dengue berdasarkan karakteristik geografis, termasuk elevasi wilayah, kepadatan permukiman, dan kondisi ekologis setempat(Morais et al., 2020)(Nayak et al., 2025).

Dalam perkembangan terbaru, analisis spasial epidemiologi dengue juga memanfaatkan metode statistik spasial seperti Moran's I, *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), dan hotspot analysis untuk mengidentifikasi autokorelasi spasial antarwilayah. Metode tersebut memungkinkan deteksi apakah kasus penyakit tersebar secara acak, mengelompok, atau menunjukkan pola tertentu dalam suatu wilayah. Analisis autokorelasi spasial juga membantu memahami dinamika temporal-geografis penyakit, sehingga perubahan pola distribusi kasus dapat diamati antarperiode waktu. Pendekatan ini memberikan kontribusi penting dalam mendeteksi wilayah prioritas pengendalian dan meningkatkan akurasi surveilans berbasis spasial.

Di Indonesia, penggunaan analisis spasial dalam penelitian DBD terus berkembang seiring meningkatnya pemanfaatan GIS dalam epidemiologi penyakit menular. Pendekatan spasial digunakan untuk memahami distribusi geografis kasus, mengidentifikasi pola pengelompokan (*cluster*), serta mengevaluasi hubungan antara faktor lingkungan dengan kejadian DBD. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kasus DBD di Indonesia cenderung membentuk pola spasial tertentu pada wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi, karakteristik lingkungan spesifik, dan kondisi geografis yang mendukung perkembangan vektor. Kajian spasial juga menunjukkan bahwa faktor seperti curah hujan, kelembaban, elevasi wilayah, kepadatan penduduk, serta indeks bebas jentik memiliki hubungan dengan variasi distribusi kasus DBD. Temuan tersebut menegaskan bahwa analisis spasial berperan penting dalam mendukung surveilans epidemiologi dan perencanaan intervensi berbasis wilayah.

Penelitian spasial DBD di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa distribusi kasus dipengaruhi oleh kombinasi faktor lingkungan, mobilitas penduduk, akses pelayanan kesehatan, dan karakteristik geografis wilayah. Pendekatan berbasis GIS memperlihatkan bahwa kejadian DBD memiliki hubungan dengan kepadatan penduduk, elevasi wilayah, serta pola mobilitas masyarakat yang memengaruhi penyebaran penyakit. Selain itu, pemetaan kepadatan vektor pada wilayah endemis menunjukkan bahwa distribusi *Aedes sp.* bersifat heterogen dan dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, serta kondisi lingkungan mikro. Hasil-hasil tersebut memperlihatkan bahwa pendekatan spasial di Indonesia telah berkembang dari sekadar pemetaan kasus menuju analisis hubungan antara faktor lingkungan, vektor, dan distribusi penyakit dalam konteks geografis(Ishak et al., 2021)(Haryanto et al., 2025).

Pendekatan spasial dalam epidemiologi DBD memberikan kontribusi penting dalam perencanaan intervensi kesehatan masyarakat. Dengan mengidentifikasi distribusi geografis kasus, area hotspot, serta hubungan antara faktor lingkungan dan kejadian penyakit, program pengendalian DBD dapat dilakukan secara lebih terarah dan efisien. Analisis spasial juga mendukung sistem surveilans berbasis wilayah karena mampu mengintegrasikan data kasus dengan faktor risiko lingkungan secara simultan. Dalam penelitian ini, analisis spasial digunakan untuk mengevaluasi distribusi infeksi virus dengue terkonfirmasi antigen NS1 pada wilayah dataran tinggi, sedang, dan rendah di Provinsi Sulawesi Selatan. Integrasi data spasial dengan faktor lingkungan mikro rumah tangga dan perilaku masyarakat diharapkan dapat menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pola transmisi dengue pada berbagai karakteristik geografis.

1.7.9. Pengaruh Topografi Ketinggian terhadap Distribusi DBD

Topografi ketinggian wilayah (dataran tinggi, sedang, dan rendah) mempengaruhi kondisi iklim lokal, ekosistem vektor, serta pola distribusi penyakit DBD. Dataran rendah umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi dan kelembaban yang mendukung perkembangan *Aedes aegypti*. Namun, perubahan iklim dan mobilitas penduduk menyebabkan peningkatan kasus DBD di wilayah dataran tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi DBD tidak lagi terbatas pada wilayah tertentu, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi.

Perbedaan antara dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi juga dapat memengaruhi kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) melalui berbagai faktor, termasuk iklim, habitat vektor, kepadatan populasi manusia, dan infrastruktur sanitasi. Berikut adalah beberapa

perbedaan potensial dalam konteks kejadian DBD berdasarkan buku *Physical Geography: The Global Environment* (Joseph A. Mason, Peter Muller, 2016) :

a. Ketinggian
    1) Dataran tinggi: Merujuk pada wilayah yang memiliki elevasi tinggi, biasanya lebih dari 500 meter di atas permukaan laut.
    2) Dataran Sedang: Merujuk pada wilayah yang memiliki elevasi menegah, biasanya antara 100 hingga 500 meter di atas permukaan laut
    3) Dataran rendah : Merujuk pada wilayah yang memiliki elevasi rendah, biasanya kurang dari 100 meter di atas permukaan laut.

b. Iklim
    1) Dataran tinggi cenderung memiliki suhu yang lebih dingin, yang dapat mengurangi aktivitas dan perkembangbiakan nyamuk. Namun, dalam beberapa kasus, dataran tinggi yang hangat dengan iklim subtropis mungkin tetap menjadi habitat yang cocok bagi nyamuk jika terdapat sumber air yang cukup.
    2) Dataran sedang memiliki variasi musim yang lebih terdefinisi, yang dapat mempengaruhi populasi nyamuk dan penyebaran virus. Musim hujan yang jelas dapat meningkatkan reproduksi nyamuk, sementara musim kering mungkin mengurangi jumlah habitat perkembangbiakan nyamuk
    3) Dataran rendah cenderung memiliki iklim yang lebih hangat dan lembap sepanjang tahun, yang menciptakan kondisi yang lebih ideal untuk perkembangan nyamuk Aedes aegypti, vektor utama penyakit DBD.

c. Habitat Vektor
    1) Dataran tinggi umumnya memiliki kurangnya genangan air yang konstan, namun, jika ada kondisi iklim yang mendukung, seperti curah hujan yang cukup dan adanya tempat-tempat dengan air tergenang, maka nyamuk masih bisa berkembang biak
    2) Dataran sedang memiliki habitat yang lebih bervariasi, termasuk sungai, danau, dan kolam, yang juga dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk.
    3) Dataran rendah sering memiliki lebih banyak habitat yang cocok bagi nyamuk *Aedes aegypti*, seperti genangan air, selokan, atau tempat-tempat dengan air tergenang. Hal ini dapat meningkatkan risiko penularan DBD.

d. Kepadatan Populasi Manusia
   1) Dataran tinggi umumnya memiliki kepadatan populasi yang lebih rendah, namun, kepadatan populasi lokal dan mobilitas manusia tetap memainkan peran dalam penyebaran penyakit.
   2) Dataran sedang memiliki kepadatan populasi yang lebih rendah dibandingkan dataran rendah, tetapi jika terdapat perkampungan atau kota-kota padat, risiko penularan masih bisa tinggi.
   3) Dataran rendah sering kali memiliki kepadatan populasi yang tinggi, yang dapat meningkatkan risiko penularan DBD karena nyamuk memiliki lebih banyak manusia untuk digigit.

e. Insfrastruktur Sanitasi

   1) Dataran tinggi umumnya memiliki sanitasi yang lebih baik, namun, dalam beberapa kasus, infrastruktur sanitasi yang buruk masih bisa ditemui terutama di perkampungan atau daerah terpencil.
   2) Dataran sedang mungkin memiliki infrastruktur sanitasi yang lebih baik, tetapi masih dapat ditemui area-area dengan genangan air dan saluran pembuangan yang buruk.
   3) Dataran rendah sering kali memiliki infrastruktur sanitasi yang kurang baik, seperti saluran pembuangan yang buruk, yang dapat menciptakan genangan air yang cocok bagi perkembangbiakan nyamuk

Dalam konteks penanganan DBD, penting untuk mempertimbangkan perbedaan-perbedaan ini dalam merancang strategi pencegahan dan pengendalian penyakit. Penelitian lanjutan dan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor lingkungan dan sosial yang memengaruhi penularan DBD di berbagai dataran dapat membantu dalam pengembangan strategi yang lebih efektif (Istiqamah et al., 2020).

Perbedaan antara dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi juga dapat memengaruhi distribusi Virus Dengue (DENV) yang menyebabkan Demam Berdarah Dengue (DBD). Faktor-faktor seperti iklim, habitat vektor, dan kepadatan populasi manusia dapat berperan dalam menentukan prevalensi dan jenis serotipe DENV di suatu wilayah(Mamenun et al., 2024). Berikut adalah beberapa perbedaan potensial dalam konteks distribusi DENV di berbagai dataran:

a. Iklim
   1) Dataran tinggi umumnya memiliki suhu yang lebih rendah, yang dapat mengurangi kecocokan habitat untuk nyamuk dan aktivitas virus. Namun, dalam kondisi tertentu di daerah dataran tinggi yang hangat, serotipe tertentu masih dapat ditemukan.
   2) Dataran sedang memiliki variasi musim yang lebih terdefinisi, yang dapat mempengaruhi siklus hidup nyamuk dan aktivitas virus. Variasi musim dapat mempengaruhi prevalensi serotipe tertentu pada waktu-waktu tertentu.
   3) Dataran rendah cenderung memiliki suhu yang lebih hangat sepanjang tahun, yang dapat mendukung perkembangan dan penyebaran nyamuk Aedes aegypti, vektor utama DENV.

b. Habitat Vektor
   1) Dataran tinggi umumnya memiliki kurangnya genangan air yang konstan, namun, jika terdapat sumber air yang cukup, nyamuk masih dapat berkembang biak, meskipun mungkin dengan kepadatan yang lebih rendah
   2) Dataran sedang mungkin memiliki variasi habitat yang memengaruhi prevalensi DENV. Misalnya, adanya sungai, danau, atau kolam yang menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk dapat mempengaruhi jenis serotipe yang dominan.
   3) Dataran rendah sering memiliki habitat yang lebih cocok bagi perkembangbiakan nyamuk Aedes aegypti, seperti genangan air dan tempat-tempat dengan air tergenang. Hal ini dapat mendukung penyebaran serotipe tertentu yang lebih disukai oleh vektor.

c. Kepadatan Populasi Manusia
   1) Dataran tinggi umumnya memiliki kepadatan populasi yang lebih rendah, yang dapat mengurangi risiko penularan DBD. Namun, adanya perjalanan penduduk dari wilayah dataran rendah ke dataran tinggi dapat membawa virus dan menyebabkan penularan lokal.
   2) Dataran sedang mungkin memiliki kepadatan populasi yang lebih rendah, namun, jika terdapat perkampungan atau kota-kota padat, risiko penularan masih bisa tinggi.
   3) Dataran rendah sering memiliki kepadatan populasi yang tinggi, yang dapat meningkatkan risiko penularan

DENV. Tingginya mobilitas manusia juga dapat mempengaruhi penyebaran serotipe dari satu wilayah ke wilayah lainnya.

Secara epidemiologis, dengue merupakan penyakit berbasis vektor yang sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan, terutama suhu, kelembapan, ketinggian tempat, dan kepadatan penduduk. Variasi faktor tersebut membentuk ekosistem transmisi yang berbeda antara dataran rendah, sedang, dan tinggi, sehingga memengaruhi intensitas penularan serta dominasi serotipe tertentu di suatu wilayah.

Pada wilayah dataran rendah (≤500 mdpl), kondisi lingkungan yang hangat dan lembap menciptakan habitat optimal bagi perkembangbiakan *Aedes aegypti*. Kepadatan populasi manusia yang tinggi di wilayah urban dan pesisir mempercepat siklus transmisi virus. Dalam konteks ini, DENV-2 dan DENV-3 sering dilaporkan sebagai serotipe dominan. Kedua serotipe tersebut memiliki karakteristik virulensi dan kemampuan replikasi yang tinggi, sehingga sering berasosiasi dengan kejadian luar biasa (KLB) serta peningkatan kasus dengue berat. Kondisi ini menunjukkan bahwa dataran rendah merupakan zona risiko tinggi dalam epidemiologi dengue di Indonesia.

Pada dataran sedang (500–1000 mdpl), kondisi lingkungan bersifat transisional dengan fluktuasi suhu harian yang lebih besar dan kelembapan yang relatif moderat. Ekosistem ini memungkinkan keberadaan *Aedes*, tetapi dengan kepadatan yang tidak setinggi dataran rendah. Dalam situasi ini, terjadi fenomena *serotype shifting*, yaitu pergantian dominasi serotipe yang dinamis antara DENV-1, DENV-2, dan DENV-3. Dinamika ini dipengaruhi oleh mobilitas penduduk, perubahan lingkungan, serta imunitas populasi yang tidak homogen. Oleh karena itu, wilayah ini sering menjadi area endemis moderat dengan pola epidemi yang tidak stabil.

Sementara itu, pada dataran tinggi (>1000 mdpl), suhu yang lebih rendah dan kondisi lingkungan yang kurang mendukung menyebabkan penurunan densitas vektor secara signifikan. Transmisi dengue pada wilayah ini cenderung terbatas dan sporadis. Serotipe yang ditemukan umumnya DENV-1 dan DENV-3, sering kali merupakan kasus impor dari wilayah endemis lain. Meskipun demikian, perubahan iklim mikro dan urbanisasi di beberapa daerah pegunungan mulai memungkinkan keberlanjutan siklus hidup *Aedes*, meskipun dalam skala terbatas.

DENV-4 sebenarnya tetap ada dalam sirkulasi di Indonesia, namun pada banyak studi epidemiologi ia sering tidak muncul sebagai serotipe dominan pada periode dan wilayah tertentu. Hal ini bukan berarti DENV-4 tidak beredar, melainkan karena pola distribusinya cenderung lebih rendah dibandingkan DENV-1, DENV-2, dan DENV-3 pada banyak kejadian luar biasa (KLB) maupun surveilans rutin.

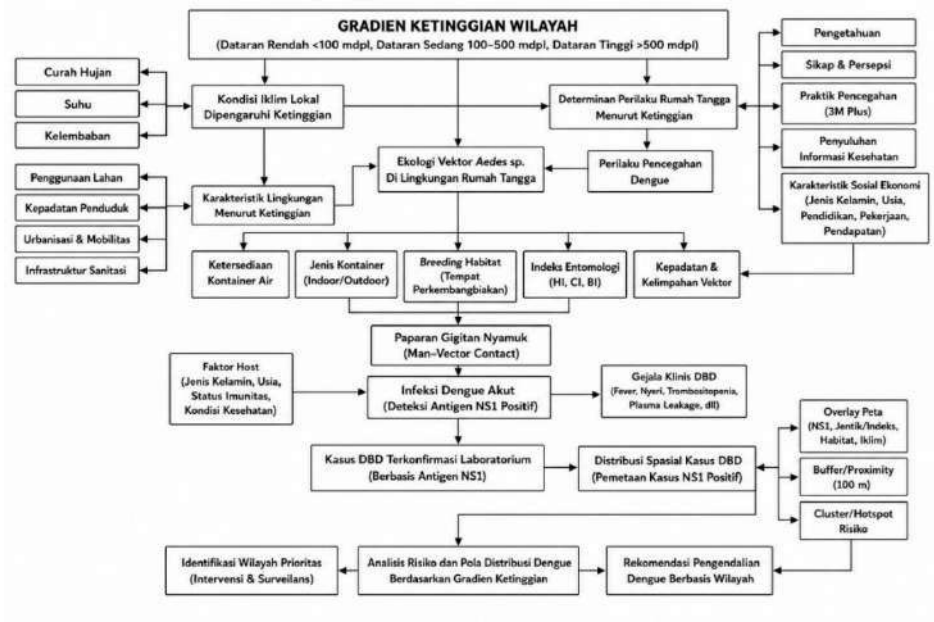
Secara virologis dan imunologis, dominasi serotipe dengue bersifat dinamis dan siklik. DENV-4 sering menunjukkan pola kemunculan yang sporadis dan dapat tergeser oleh serotipe lain yang memiliki tingkat transmisi lebih tinggi atau sedang mengalami *epidemic expansion*. Selain itu, tingkat kekebalan populasi terhadap serotipe tertentu dapat memengaruhi dominasi serotipe yang beredar pada suatu periode waktu, sehingga DENV-4 bisa "tersembunyi" dalam fase inter-epidemik.

Dari sisi deteksi epidemiologi, beberapa penelitian juga menunjukkan adanya bias pelaporan dan variasi sensitivitas surveilans. Tidak semua wilayah memiliki kapasitas uji molekuler (RT-PCR) yang konsisten untuk mengidentifikasi semua serotipe secara merata. Akibatnya, serotipe yang jumlah kasusnya lebih kecil seperti DENV-4 dapat kurang terwakili dalam data agregat nasional dibandingkan serotipe yang lebih dominan secara klinis dan epidemiologis.

Selain itu, DENV-4 cenderung lebih sering muncul dalam pola ko-sirkulasi tanpa dominasi utama, artinya ia tetap ada tetapi tidak menjadi penyebab mayoritas kasus dalam suatu outbreak. Dalam beberapa literatur Indonesia, DENV-4 tetap teridentifikasi terutama pada kasus sporadis atau sebagai bagian dari infeksi campuran (co-infection), tetapi proporsinya lebih kecil dibandingkan serotipe lain.

Secara keseluruhan, gambar tersebut menegaskan bahwa seluruh serotipe DENV-1 hingga DENV-4 dapat ditemukan di Indonesia, namun distribusi dan dominansinya sangat ditentukan oleh faktor ekologis dan sosial. Interaksi antara ketinggian wilayah, kondisi lingkungan, kepadatan vektor, serta mobilitas manusia menciptakan pola epidemiologis yang kompleks. Pemahaman terhadap hubungan ini penting dalam mendukung strategi pengendalian dengue berbasis wilayah, termasuk penguatan surveilans, pengendalian vektor, serta deteksi dini melalui pemeriksaan NS1 pada fase awal infeksi.

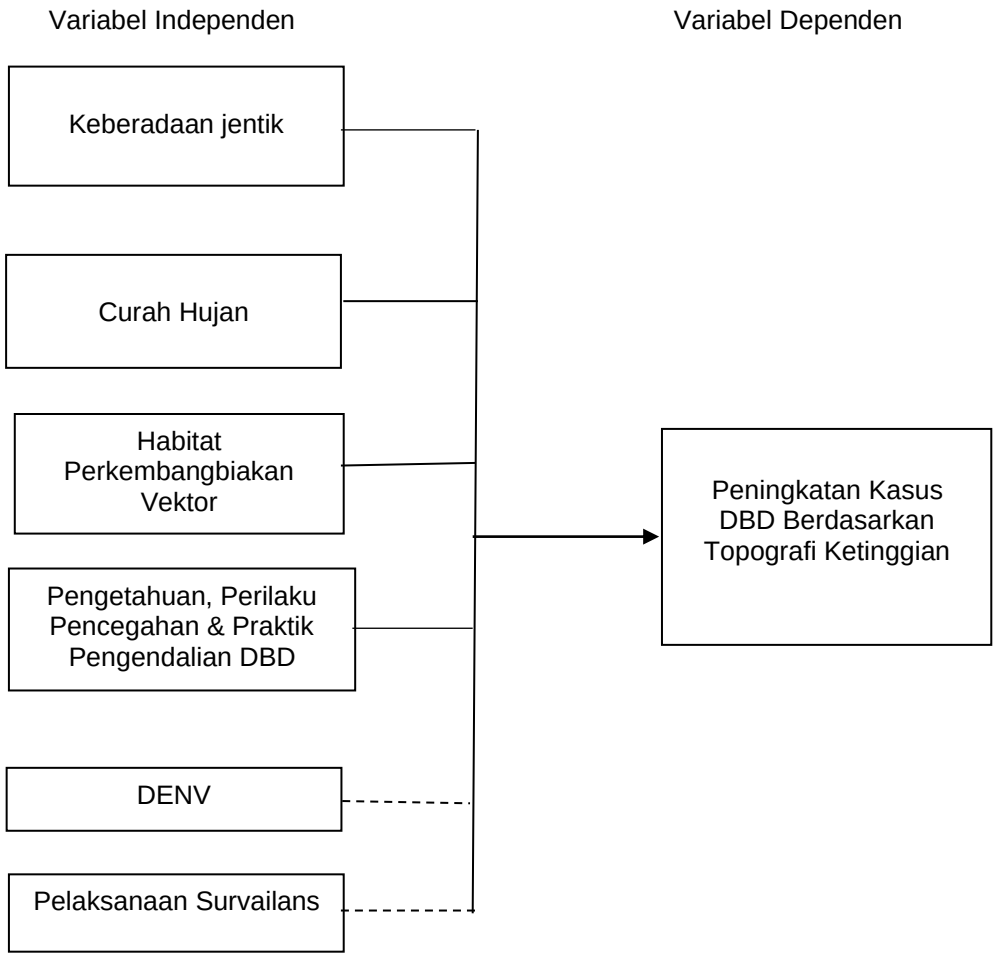
1.8. Kerangka Teori



Gambar . 1.6. Kerangka Teori

Sumber Teori: Susser, M., & Susser, E. (1996), Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001),Liu-Helmersson, J., et al. (2014), Reiter, P. (2001), Green, L. W., & Kreuter, M. W. (2005), World Health Organization. (2020), Lawson, A. B. (2013).

1.9. Kerangka Konsep



Gambar 1.7. Kerangka Konsep

Keterangan :

———— = Variabel yang diteliti

- - - - - - - - - - = Variabel yang tidak diteliti

Daftar Pustaka

Abbasi, E. (2025). The impact of climate change on Aedes aegypti distribution and dengue fever prevalence in semi-arid regions: a case study of Tehran Province, Iran. *Environmental Research*, *275*, 121441. https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121441

Abdul Masykur, F. (2022). Hubungan Antara Lama Demam dengan Hasil Pemeriksaan Profil Darah pada Pasien Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Ilmu Medis Indonesia*, *1*(2), 53–58.

Abdullah, A. (2021). *Sebaran Nyamuk Aedes aegypti Linnaeus Dan Aedes albopctus Skuse Di Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros*. Universitas Hasanuddin.

Abraham, P. R., N, P. K., & Kumar, A. (2021). Dengue NS1 Antigen Kit Shows High Sensitivity For Detection Of Recombinant Dengue Virus-2 NS1 Antigen Spiked With Aedes Aegypti Mosquitoes. *Scientific Reports*, *11*(1), 23699.

Agnesia, Y., Sari, S. W., & Ramadhani, D. W. (2023). *Demam Berdarah Dengue (DBD): Determinan & Pencegahan*. Penerbit NEM.

Alidjinou, E. K., Tardieu, S., Vrenken, I., Hober, D., & Gourinat, A.-C. (2022). Prospective Evaluation Of A Commercial Dengue NS1 Antigen Rapid Diagnostic Test In New Caledonia. *Microorganisms*, *10*(2), 346.

Arsin, A. A. (2013). Epidemiologi DBD di Indonesia. In *Masagena Press*.

Arsin, A. A., Istiqamah, S. N. A., Elisafitri, R., & Nurdin. (2020). Correlational study of climate factor, mobility and the incidence of dengue Hemorrhagic Fever in Kendari, Indonesia. *Enfermería Clínica*, *30*, 280–284. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.06.064

Arunachalam, N., Tana, S., Espino, F. E., Kittayapong, P., Abeyewickrem, W., Wai, K. T., Tyagi, B. K., Kroeger, A., Sommerfeld, J., & Petzold, M. (2010). Eco-Bio-Social Determinants Of Dengue Vector Breeding: A Multicountry Study In Urban And Periurban Asia. *Bulletin of the World Health Organization*, *88*(3), 173–184.

Asih, E., Putri, V. T., Lusida, N., Mallongi, A., Latifah, N., Fajrini, F., & Hardiman, S. G. (2023). Analisis Variasi Iklim dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, *19*(1), 33–41.

Awan, N. J., Chaudhry, A., Hussain, Z., Baig, Z. I., Baig, M. A., Asghar, R. J., Khader, Y., & Ikram, A. (2022). Risk Factors Of Dengue Fever In Urban Areas Of Rawalpindi District In Pakistan During 2017: A Case Control Study. *JMIR Public Health and Surveillance*, *8*(1), e27270.

Beatty, P. R., Puerta-Guardo, H., Killingbeck, S. S., Glasner, D. R., Hopkins, K., & Harris, E. (2015). Dengue Virus NS1 Triggers Endothelial Permeability And Vascular Leak That Is Prevented By NS1 Vaccination. *Science Translational Medicine*, *7*(304), 304ra141-304ra141.

Benedum, C. M., Seidahmed, O. M. E., Eltahir, E. A. B., & Markuzon, N. (2018). Statistical modeling of the effect of rainfall flushing on dengue transmission in Singapore. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *12*(12), e0006935.

https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006935

Bohmann, A. K., Martinez-Berman, L., Senger, A. R., & Wise de Valdez, M. R. (2022). Personality And City Culture Predict Attitudes And Practices Toward Mosquitoes And Mosquito-Borne Diseases In South Texas. *Frontiers in Public Health*, *10*, 919780.

Brown, J. A., Larson, K. L., Lerman, S. B., Cocroft, A., & Hall, S. J. (2021). Resident Perceptions Of Mosquito Problems Are More Influenced By Landscape Factors Than Mosquito Abundance. *Sustainability*, *13*(20), 11533.

Campbell-Lendrum, D., Manga, L., Bagayoko, M., & Sommerfeld, J. (2015). Climate Change And Vector-Borne Diseases: What Are The Implications For Public Health Research And Policy? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *370*(1665), 20130552.

CDC. (2021). Aedes Mosquito Life Cycle. *Cdc*, 11–12.

Colón-González, F. J., Sewe, M. O., Tompkins, A. M., Sjödin, H., Casallas, A., Rocklöv, J., Caminade, C., & Lowe, R. (2021). Projecting The Risk Of Mosquito-Borne Diseases In A Warmer And More Populated World: A Multi-Model, Multi-Scenario Intercomparison Modelling Study. *The Lancet Planetary Health*, *5*(7), e404–e414.

Culbert, N. J., Gilles, J. R. L., & Bouyer, J. (2019). Investigating The Impact Of Chilling Temperature On Male Aedes Aegypti And Aedes Albopictus Survival. *PLoS One*, *14*(8), e0221822.

Dalpadado, R., Amarasinghe, D., Gunathilaka, N., & Ariyarathna, N. (2022). Bionomic aspects of dengue vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus at domestic settings in urban, suburban and rural areas in Gampaha District, Western Province of Sri Lanka. *Parasites & Vectors*, *15*(1), 1–14.

Desogi, M., Ali, M., Gindeel, N., Khalid, F., Abdelraheem, M., Alnaby, A., Saad, M., Elamin, E., Kheir, M., & Mukhtar, M. (2023). Detection Of Dengue Virus Serotype 4 In Sudan. *Eastern Mediterranean Health Journal*, *29*(6), 436–441.

Dewi, A. P. (2019). The Effectiveness Of Health Education Using Audiovisual Media On Increasing Family Behavior In Preventing Dengue Hemorrhagic Fever (DHF). *Enfermeria Clinica*, *29*, 30–33.

Dinkes Sulsel. (2024). *Laporan tahunan kasus DBD Provinsi Sulawesi Selatan*.

Dom, N. C. (2019). A scoping Review Of Research On Factors Affecting The Oviposition, Development And Survival of Aedes Mosquitoes. *Asia Pacific Environmental and Occupational Health Journal*, *5*(1).

Dusfour, I., Vontas, J., David, J.-P., Weetman, D., Fonseca, D. M., Corbel, V., Raghavendra, K., Coulibaly, M. B., Martins, A. J., & Kasai, S. (2019). Management Of Insecticide Resistance In The Major Aedes Vectors Of Arboviruses: Advances And Challenges. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *13*(10), e0007615.

Estofolete, C. F., de Oliveira Mota, M. T., Terzian, A. C. B., de Aguiar Milhim, B. H. G., Ribeiro, M. R., Nunes, D. V., Mourão, M. P., Rossi, S. L., Nogueira, M. L., & Vasilakis, N. (2019). Unusual Clinical Manifestations Of Dengue Disease–Real Or Imagined? *Acta Tropica*, *199*, 105134.

Feng, F., Ma, Y., Qin, P., Zhao, Y., Liu, Z., Wang, W., & Cheng, B. (2024). Temperature-driven dengue transmission in a changing climate: Patterns, trends, and future projections. *GeoHealth*, *8*(10), e2024GH001059. https://doi.org/10.1029/2024GH001059

Ferede, G., Tiruneh, M., Abate, E., Kassa, W. J., Wondimeneh, Y., Damtie, D., & Tessema, B. (2018). Distribution And Larval Breeding Habitats Of Aedes Mosquito Species In Residential Areas Of Northwest Ethiopia. *Epidemiology and Health*, *40*.

Ferraguti, M., Magallanes, S., & Ibáñez-Justicia, A. (2022). Implication of human landscape transformation on mosquito populations. In *Ecology and Control of Vector-borne Diseases* (pp. 279–283). Wageningen Academic Publishers.

Fiqi Nurbaya, S. K. M., Maharani, N. E., SKM, M. K., & Nugroho, F. S. (2022). *Nyamuk Aedes Aegypti*. Penerbit Yayasan Wiyata Bestari Samasta.

Fitrianingsih, N., Mulyani, S., & Suryaman, R. (2021). Upaya Pencegahan DBD Melalui Peningkatan Kualitas Pengetahuan Masyarakat Tentang Cara Penyebaran dan Pemberantasan Penyakit DBD. *Journal of Community Engagement in Health*, *4*(1), 40–44.

Frida, N. (2020). *Mengenal Demam Berdarah Dengue*. Alprin.

García-Betancourt, T., Higuera-Mendieta, D. R., González-Uribe, C., Cortés, S., & Quintero, J. (2015). Understanding Water Storage Practices 0f Urban Residents Of an Endemic Dengue Area In Colombia: Perceptions, Rationale And Socio-Demographic Characteristics. *PLoS One*, *10*(6), e0129054.

Ghetia, C., Bhatt, P., & Mukhopadhyay, C. (2022). Association Of Dengue Virus Non-Structural-1 Protein With Disease Severity: A Brief Review. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, *116*(11), 986–995.

Glasner, D. R., Puerta-Guardo, H., Beatty, P. R., & Harris, E. (2018). The Good, The Bad, And The Shocking: The Multiple Roles Of Dengue Virus Nonstructural Protein 1 In Protection And Pathogenesis. *Annual Review of Virology*, *5*, 227–253.

Guad, R. Mac, Mangantig, E., Low, W. Y., Taylor-Robinson, A. W., Azzani, M., Sekaran, S. D., Sim, M. S., & Azizan, N. (2021). Development And Validation Of A Structured Survey Questionnaire On Knowledge, Attitude, Preventive Practice, And Treatment-Seeking Behaviour Regarding Dengue Among The Resident Population Of Sabah, Malaysia: An Exploratory Factor Analysis. *BMC Infectious Diseases*, *21*(1), 893.

Guarner, J., & Hale, G. L. (2019). Four Human Diseases With Significant Public Health Impact Caused By Mosquito-Borne Flaviviruses: West Nile, Zika, Dengue And Yellow Fever. *Seminars in Diagnostic Pathology*, *36*(3), 170–176.

Gwee, X. W. S., Chua, P. E. Y., & Pang, J. (2021). Global dengue importation: a systematic review. *BMC Infectious Diseases*, *21*(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s12879-021-06740-1

Haddawy, P., Wettayakorn, P., Nonthaleerak, B., Su Yin, M., Wiratsudakul, A., Schöning, J., Laosiritaworn, Y., Balla, K., Euaungkanakul, S., & Quengdaeng, P. (2019). Large Scale Detailed Mapping Of Dengue Vector Breeding Sites

Using Street View Images. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *13*(7), e0007555.

Handiny, N. F., KM, M., Gusni Rahma, S. K. M., Epid, M., Rizyana, N. P., & KM, M. (2020). *Buku Ajar Pengendalian Vektor*. Ahlimedia Book.

Haryanto, B., Dwirahmadi, F., Nurlambang, T., & Asyary, A. (2025). Spatial Analysis on Dengue Fever Vulnerability in the Provinces of South Sulawesi and East Nusa Tenggara in Indonesia. *Annals of Global Health*, *91*(1), 86.

Hayashi, K., Fujimoto, M., & Nishiura, H. (2022). Quantifying The Future Risk Of Dengue Under Climate Change In Japan. *Frontiers in Public Health*, *10*, 959312.

Ishak, H., Mallongi, A., & Birawida, A. B. (2021). Spatial Mapping of Aedes Sp. Densities and Endemicity Level of Dengue in Three Villages in South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *921*(1), 12077.

Ishak, H., Mallongi, A., Wahid, I., & Bachtiar, I. (2018). Spatio-temporal factors related to dengue hemorrhagoc fever in makassar city, 2010-2014. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, *9*(6), 453–456. https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.00596.X

Ishak, H., Toding, N., Natsir, M., & Amqam, H. (2019). Description of Aedes aegypti Larva Density Based on Mosquito Breeding Eradication Action in the Dengue Endemic Rappocini Sub-District Makassar. *3rd International Conference on Environmental Risks and Public Health (ICER-PH 2018)*, 178–184. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4108/eai.26-10-2018.2288868

Ismah, Z., Purnama, T. B., Wulandari, D. R., Sazkiah, E. R., & Ashar, Y. K. (2021). Faktor Risiko Demam Berdarah di Negara Tropis. *ASPIRATOR-Journal of Vector-Borne Disease Studies*, *13*(2), 147–158.

Istiqamah, S. N. A., Arsin, A. A., Salmah, A. U., & Mallongi, A. (2020). Correlation Study Between Elevation, Population Density, And Dengue Hemorrhagic Fever In Kendari City In 2014–2018. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *8*(T2), 63–66.

Joseph A. Mason, Peter Muller, H. de B. (2016). *Physical Geography: The Global Environment*. Oxford University Press.

Kaeng, L. W., Warouw, F., & Sumampouw, O. J. (2020). Perilaku Pencegahan dan Kepadatan Hunian dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*, *1*(3), 1–6.

Kakarla, S. G., Caminade, C., Mutheneni, S. R., Morse, A. P., Upadhyayula, S. M., Kadiri, M. R., & Kumaraswamy, S. (2019). Lag Effect Of Climatic Variables On Dengue Burden In India. *Epidemiology & Infection*, *147*.

Kamal, A. S. M. M., Al-Montakim, M. N., Hasan, M. A., Mitu, M. M. P., Gazi, M. Y., Uddin, M. M., & Mia, M. B. (2023). Relationship Between Urban Environmental Components and Dengue Prevalence in Dhaka City—An Approach of Spatial Analysis of Satellite Remote Sensing, Hydro-Climatic, and Census Dengue Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(5), 3858.

Kemenkes RI. (2022). Tanda dan Gejala Demam Berdarah Dengue. In *Kementerian Kesehatan RI*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan.

Kompithra, J. J. R. Z. (2023). Eco-epidemiology triad to explain infectious diseases. *Indian J Med Res*, *158*(2), 107–112. https://doi.org/10.4103/ijmr.ijmr_3031_21

Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., Moore, C. G., Carvalho, R. G., Coelho, G. E., & Van Bortel, W. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Ae. albopictus. *Elife*, *4*, e08347. https://doi.org/10.3390/insects14010049

Lai, W.-T., Chen, C.-H., Hung, H., Chen, R.-B., Shete, S., & Wu, C.-C. (2018). Recognizing spatial and temporal clustering patterns of dengue outbreaks in Taiwan. *BMC Infectious Diseases*, *18*(1), 256.

Laporta, G. Z., Potter, A. M., Oliveira, J. F. A., Bourke, B. P., Pecor, D. B., & Linton, Y.-M. (2023). Global distribution of Aedes aegypti and Aedes albopictus in a climate change scenario of regional rivalry. *Insects*, *14*(1), 49. https://doi.org/10.3390/insects14010049

Liu, H., Xu, J.-W., Ai, Z., Yu, Y., & Yu, B. (2020). Treatment Seeking Behavior And Associated Factors Of Suspected Dengue Fever Among Shan People In Eastern Shan Special Region IV, Myanmar: A Cross-Sectional Study. *BMC Health Services Research*, *20*(1), 1–7.

Majida, A. N., & Pawenang, E. T. (2019). Risiko Kepadatan Jentik Aedes aegyti di Sekolah Dasar. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, *3*(3), 382–393.

Mamenun, Koesmaryono, Y., Sopaheluwakan, A., Hidayati, R., Dasanto, B. D., & Aryati, R. (2024). Spatiotemporal Characterization Of Dengue Incidence And Its Correlation To Climate Parameters In Indonesia. *Insects*, *15*(5), 366. https://doi.org/10.3390/insects15050366

Manggala, S. (2020). Dengue Fever. In *Ncbi* (p. 15).

Manuahe, C., Semuel, M. Y., & Tumbel, F. M. (2020). Aedes Mosquito Population density of Dengue Fever Vectors in The Area of Pineleng Minahasa. *Indonesian Biodiversity Journal*, *1*(1), 34–49.

Martín-Park, A., Che-Mendoza, A., Contreras-Perera, Y., Pérez-Carrillo, S., Puerta-Guardo, H., Villegas-Chim, J., Guillermo-May, G., Medina-Barreiro, A., Delfín-González, H., & Méndez-Vales, R. (2022). Pilot Trial Using Mass Field-Releases Of Sterile Males Produced With The Incompatible And Sterile Insect Techniques As Part Of Integrated Aedes Aegypti Control In Mexico. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *16*(4), e0010324.

Messina, J. P., Brady, O. J., Golding, N., Kraemer, M. U. G., Wint, G. R. W., Ray, S. E., Pigott, D. M., Shearer, F. M., Johnson, K., & Earl, L. (2019). The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*, *4*(9), 1508–1515. https://doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8

Monintja, T. C. N. (2022). *Pengaruh Perubahan Cuaca Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Pemeriksaan Ag NS1 Di Kecamatan Malalayang Kota Manado= The Effect of Weather Changes on the Incidence of*

Dengue Hemorrhagic Fever Based on Ag NS1 Examination in Malalayang Distr. Universitas Hasanuddin.

Monintja, T. C. N., Arsin, A. A., Amiruddin, R., & Syafar, M. (2021). Analysis of Temperature and Humidity on Dengue Hemorrhagic Fever in Manado Municipality. *Gaceta Sanitaria*, *35*, S330–S333.

Morais, P. L. L. de, Castanha, P. M. S., & Montarroyos, U. R. (2020). Incidence and spatial distribution of cases of dengue, from 2010 to 2019: an ecological study. *Sao Paulo Medical Journal*, *138*(6), 554–560.

Muhammad, R. (2023). *Analisis Spasial Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kecamatan Rajabasa Kota Bandar Lampung Tahun 2022*.

Natsir, N., Arsin, A. A., Ishak, H., Alimuddin, I., Masni, M., Massi, M. N., & Mallongi, A. (2023). Transmission of four serotypes of dengue virus in several Asian countries literature review. *Pharmacognosy Journal*, *15*(6), 1244–1249. https://doi.org/https://doi.org/10.5530/pj.2023.15.225

Nayak, P. P., Pai B, J., Govindan, S., & Sanagapalli, V. (2025). Spatial epidemiology of dengue and chikungunya in Karnataka using GIS-based analysis. *Global Health Action*, *18*(1), 2543198.

Ndiaye, O., Woolston, K., Gaye, A., Loucoubar, C., Cocozza, M., Fall, C., Dia, F., Adams, E. R., Samb, M., & Camara, D. (2023). Laboratory Evaluation and Field Testing of Dengue NS1 and IgM/IgG Rapid Diagnostic Tests in an Epidemic Context in Senegal. *Viruses*, *15*(4), 904.

Needs, S. H., Sirivisoot, S., Jegouic, S., Prommool, T., Luangaram, P., Srisawat, C., Sriraksa, K., Limpitikul, W., Mairiang, D., & Malasit, P. (2022). Smartphone Multiplex Microcapillary Diagnostics Using Cygnus: Development And Evaluation Of Rapid Serotype-Specific NS1 Detection With Dengue Patient Samples. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *16*(4), e0010266.

Oliveira, J. B., Murari, T. B., Nascimento Filho, A. S., Saba, H., Moret, M. A., & Cardoso, C. A. L. (2023). Paradox Between Adequate Sanitation And Rainfall In Dengue Fever Cases. *Science of The Total Environment*, *860*, 160491. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160491

Oroh, M. Y., Pinontoan, O. R., & Tuda, J. B. S. (2020). Faktor Lingkungan, Manusia Dan Pelayanan Kesehatan Yang Berhubungan Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*, *1*(3), 35–46.

Parker, D. M., Medina, C., Bohl, J., Lon, C., Chea, S., Lay, S., Kong, D., Nhek, S., Man, S., & Doehl, J. S. P. (2023). Determinants Of Exposure To Aedes Mosquitoes: A Comprehensive Geospatial Analysis In Peri-Urban Cambodia. *Acta Tropica*, 106829.

Piroonamornpun, P., Looareesuwan, P., Luvira, V., Wongchidwon, N., Pakdeewut, P., Lawpoolsri, S., & Phonrat, B. (2022). Treatment-Seeking Behaviors and Knowledge, Attitude and Practices among Suspected Dengue Adult Patients at the Hospital for Tropical Diseases, Bangkok, Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(11), 6657.

Pohan, H. I., Suparta, W., Heryadi, Y., & Wibowo, A. (2022). Prediction of DHF

(Dengue Hemorrhagic Fever) Severity Using Random Forest, KNN, Decision Tree and Naïve Bayes. *2022 IEEE 7th International Conference on Information Technology and Digital Applications (ICITDA)*, 1–7.

Pratama, I. G. O. P., & Aryasih, G. A. (2019). Gambaran Tingkat Kepadatan Jentik Nyamuk Aedes aegypti Di Wilayah Kerja Unit Pelaksana Teknis Kesmas Sukawati I Tahun 2019. *Jurnal Kesehatan Lingkungan (JKL)*, *9*(2).

Putri, Gusti , Agung, Ayu, E., Aryati, A., Hakim, F. K. N., Tanzilia, M. F., Zuroidah, N., Wrahatnala, B. J., Rohman, A., Wardhani, P., Husada, D., & Miftahussurur, M. (2023). Non-Structural Protein 1 And Hematology Parameters As Predictors Of Dengue Virus Infection Severity In Indonesia. *Journal Of Medicine And Life*, *16*(10), 1546.

Rajarethinam, J., Ong, J., Neo, Z.-W., Ng, L.-C., & Aik, J. (2020). Distribution And Seasonal Fluctuations Of Ae. Aegypti And Ae. Albopictus Larval And Pupae In Residential Areas In An Urban Landscape. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *14*(4), e0008209.

Rathore, A. P. S., Mantri, C. K., Aman, S. A. B., Syenina, A., Ooi, J., Jagaraj, C. J., Goh, C. C., Tissera, H., Wilder-Smith, A., & Ng, L. G. (2019). Dengue Virus–Elicited Tryptase Induces Endothelial Permeability And Shock. *The Journal of Clinical Investigation*, *129*(10), 4180–4193.

Saleem, M. A., & Lobanova, I. (2020). Mosquito-Borne Diseases. In *Dengue Virus Disease* (pp. 57–83). Elsevier.

Salim, M. F., Satoto, T. B. T., & Danardono. (2025). Understanding local determinants of dengue: a geographically weighted panel regression approach in Yogyakarta, Indonesia. *Tropical Medicine and Health*, *53*(1), 54. https://doi.org/10.1186/s41182-025-00734-4

Sarah S, L. (2022). Principles and Practice of Pediatric Infectious Disease. In *Sixth Edition*.

Sasmono, R. T., Wahid, I., Trimarsanto, H., Yohan, B., Wahyuni, S., Hertanto, M., Yusuf, I., Mubin, H., Ganda, I. J., Latief, R., Bifani, P. J., Shi, P. Y., & Schreiber, M. J. (2015). Genomic analysis and growth characteristic of dengue viruses from Makassar, Indonesia. *Infection, Genetics and Evolution*, *32*, 165–177. https://doi.org/10.1016/j.meegid.2015.03.006

Suhendra, R. (2020). *Pengaruh Perbedaan Bahan Dasar Pembuatan Larvitrap Terhadap Jumlah Larva Aedes sp Yang Terperangkap*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Suwanbamrung, C., Saengsuwan, B., Sangmanee, T., Thrikaew, N., Srimoung, P., & Maneerattanasak, S. (2021). Knowledge, Attitudes, And Practices Towards Dengue Prevention Among Primary School Children With And Without Experience Of Previous Dengue Infection In Southern Thailand. *One Health*, *13*, 100275.

Tam, C. C., O'Driscoll, M., Taurel, A.-F., Nealon, J., & Hadinegoro, S. R. (2018). Geographic variation in dengue seroprevalence and force of infection in the urban paediatric population of Indonesia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *12*(11), e0006932. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006932

Tansil, M. G., Rampengan, N. H., & Wilar, R. (2021). Faktor Risiko Terjadinya Kejadian Demam Berdarah Dengue Pada Anak. *Jurnal Biomedik: JBM*, *13*(1), 90–99.

Utomo, B., Asmara, F. Y., Safitri DK, N., & Susilawati, D. (2017). *Hubungan Antara Perilaku Pemberantasan Sarang Nyamuk dan Kejadian Demam Berdarah Dengue di Desa Sojomerto Kecamatan Reban Kabupaten Batang*. Faculty of Medicine.

Wangdi, K., Clements, A. C. A., Du, T., & Nery, S. V. (2018). Spatial And Temporal Patterns Of Dengue Infections In Timor-Leste, 2005–2013. *Parasites & Vectors*, *11*, 1–9. https://doi.org/10.1186/s13071-017-2588-4

Watts, M. J., Kotsila, P., Mortyn, P. G., Sarto i Monteys, V., & Urzi Brancati, C. (2020). Influence Of Socio-Economic, Demographic And Climate Factors on The Regional Distribution Of Dengue InThe United States and Mexico. *International Journal of Health Geographics*, *19*(1), 1–15.

WHO. (2023a). *Dengue And Severe Dengue*.

WHO. (2023b). *Dengue: Global situation, surveillance and progress – 2024 update*. World Health Organization.

WHO. (2025). *Dengue: Global Situation, Surveillance and Progress – 2024 Update* (pp. 665–678).

Widawati, M., Astuti, E. P., Prasetyowati, H., Hendri, J., Nurindra, R. W., & Hodijah, D. N. (2020). Risk Factors Associated With Dengue Incidence In Bandung, Indonesia: A Household Based Case-Control Study. *Health Science Journal of Indonesia*, *11*(1), 45–51.

Wijesinghe, C., Gunatilake, J., Kusumawathie, P. H. D., Sirisena, P., Daulagala, S., Iqbal, B. N., & Noordeen, F. (2021). Circulating dengue virus serotypes and vertical transmission in Aedes larvae during outbreak and inter-outbreak seasons in a high dengue risk area of Sri Lanka. *Parasites & Vectors*, *14*(1), 1–11.

Wu, X., Lang, L., Ma, W., Song, T., Kang, M., He, J., Zhang, Y., Lu, L., Lin, H., & Ling, L. (2018). Non-Linear Effects Of Mean Temperature And Relative Humidity On Dengue Incidence In Guangzhou, China. *Science of the Total Environment*, *628*, 766–771. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.136

Xu, J.-W., Liu, H., Yaw, B., & Nbwi, H. S. (2020). The Health Beliefs, Dengue Knowledge And Control Behaviors Among Internally Displaced Persons Versus Local Residents In Kachin Special Region II, Myanmar. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *14*(6), e0008321.

Yan, J., Kibech, R., & Stone, C. M. (2021). Differential Effects Of Larval And Adult Nutrition On Female Survival, Fecundity, And Size Of The Yellow Fever Mosquito, Aedes aegypti. *Frontiers in Zoology*, *18*(1), 1–9.

Yin, S., Hua, J., Ren, C., Wang, R., Weemaels, A. I., Guénard, B., Shi, Y., Lee, T.-C., Yuan, H.-Y., & Chong, K. C. (2023). Spatial pattern assessment of dengue fever risk in subtropical urban environments: The case of Hong Kong. *Landscape and Urban Planning*, *237*, 104815.

Yulianto, B., & Rasyid, Z. (2022). Hubungan Sanitasi Lingkungan Dan Peran

Jumantik Terhadap Kejadian DBD Di Kelurahan Labuhbaru Barat Wilayah Kerja Puskesmas Payung Sekaki: The Relationship between Environmental Sanitation and the Role of Jumantik on the Incidence of DHF in the Labuhbaru B. *Media Kesmas (Public Health Media)*, *2*(1), 241–254.

Zhang, H., & Lui, R. (2020). Releasing Wolbachia-Infected Aedes Aegypti To Prevent The Spread Of Dengue Virus: A Mathematical Study. *Infectious Disease Modelling*, *5*, 142–160.

BAB II
TOPIK PENELITIAN I
Variabilitas Curah Hujan Terhadap Dinamika Demam Berdarah Dengue pada Berbagai Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan: Analisis Deret Waktu dan Spasial Lima Tahun

2.1 Abstrak

Latar Belakang: Curah hujan secara klasik dianggap sebagai faktor penting dalam dinamika Demam Berdarah Dengue (DBD) karena berperan dalam pembentukan habitat perindukan nyamuk *Aedes*. Namun, hubungan antara curah hujan dan kejadian DBD menunjukkan hasil yang tidak konsisten, terutama pada wilayah dengan karakteristik elevasi yang berbeda. Penelitian ini bertujuan menilai peran curah hujan terhadap dinamika DBD pada berbagai zona ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan selama periode 2020–2024. **Metode:** Penelitian menggunakan desain ekologi dengan pendekatan analisis deret waktu dan spasial. Data bulanan kasus DBD diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, sedangkan data curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Hubungan antara curah hujan dan kejadian DBD dianalisis menggunakan uji korelasi Spearman. Distribusi spasial dipetakan berdasarkan jumlah kasus dan angka insidensi (*incidence rate*/IR) pada tingkat kabupaten/kota. **Hasil:** Kasus DBD ditemukan secara konsisten pada wilayah dataran rendah, transisi, dan dataran sedang–tinggi selama periode pengamatan. Analisis korelasi menunjukkan hubungan yang sangat lemah dan tidak signifikan antara curah hujan dan kejadian DBD di Kota Makassar (ρ=0,088; p=0,502), Kabupaten Bulukumba (ρ=0,036; p=0,785), dan Kabupaten Tana Toraja (ρ=0,015; p=0,912). Pemetaan spasial menunjukkan bahwa wilayah dengan jumlah kasus tinggi tidak selalu memiliki angka insidensi tinggi, serta tidak ditemukan pola spasial yang konsisten antara curah hujan, elevasi wilayah, dan risiko DBD. **Kesimpulan:** Curah hujan tidak berperan sebagai determinan utama dinamika DBD pada berbagai zona ketinggian di Sulawesi Selatan. Temuan ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan faktor lingkungan mikro, perilaku masyarakat, dan risiko spasial lokal dalam pengendalian DBD.

Kata Kunci: Demam Berdarah Dengue; curah hujan; elevasi wilayah; deret waktu; analisis spasial.

2.2 Pendahuluan

2.2.1 Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dengue (DENV) dan ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes* spp. yang terinfeksi (Amelinda et al., 2022; Natsir et al., 2024; Taslim et al., 2018). Penyakit DBD ini masih menjadi masalah kesehatan Masyarakat utama di negara-negara tropis dan subtropis, termasuk Indonesia (M. Islam, 2024; Kumar et al., 2021). Dalam beberapa dekade terakhir jumlah kasus DBD terus meningkat, dengan jumlah kasus yang dilaporkan ke WHO meningkat dari 505.430 pada tahun 2000 menjadi 14,6 juta kasus pada tahun 2024 (WHO, 2024). Sebagian besar kasus ini bersifat asimtomatik atau ringan dan dapat

diobati di rumah, sehingga jumlah kasus demam berdarah yang sebenarnya seringkali tidak dilaporkan secara akurat, fatalnya penyakit ini dapat berujung pada kondisi serius seperti kebocoran plasma, penurunan trombosit, dan pendarahan (Arsin, 2013). Faktor iklim merupakan salah satu determinan penting dalam dinamika kejadian DBD. Studi di Kendari, Indonesia, menunjukkan bahwa variabel iklim, seperti suhu udara dan kelembapan relatif, berhubungan signifikan dengan insidensi DBD, sedangkan curah hujan tetap dikaji sebagai salah satu variabel iklim yang relevan dalam analisis dinamika penularan DBD(Arsin et al., 2020).

Selama beberapa dekade, faktor iklim (Abdullah et al., 2022), terutama curah hujan dianggap sebagai determinan utama dalam dinamika penularan dengue karena perannya dalam menyediakan habitat perindukan nyamuk *Aedes* (Bagherzadeh et al., 2025; Harapan et al., 2019; J.-W. Xu et al., 2020). Secara alamiah, curah hujan berkaitan dengan keberadaan tempat-tempat penampungan air yang menjadi tempat perkembangbiakan *nyamuk Aedes aegypti* pada tahap bertelur, larva, dan pupa (Stolerman et al., 2019). Semakin banyak wadah dan tempat penampungan air di suatu wilayah maka semakin banyak pula potensi tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes* , sehingga menyebabkan risiko tinggi infeksi virus dengue (Ishak et al., 2021)(Ishak et al., 2020). Islam, et.al (2021) mengungkapkan bukti kuat bahwa peningkatan kelimpahan *Aedes* dikaitkan dengan kenaikan suhu, kelembapan relatif, dan curah hujan pada bulan-bulan musim hujan, peningkatan ini selanjutnya meningkatkan data kejadian demam berdarah (S. Islam et al., 2021). Sebuah studi di Brasil memberikan kesimpulan yang serupa, Borges et al (2024) mengemukakan Klasifikasi curah hujan juga menunjukkan korelasi antara periode hujan dan puncak jumlah kasus DBD. Di Indonesia sendiri penelitian (Mamenun et al (2024) mengemukakan bahwa curah hujan merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap tingkat insiden DBD (Mamenun et al., 2024)

Di sisi lain meskipun studi klasik menggambarkan curah hujan sebagai prediktor kuat terhadap kenaikan kasus DBD, penelitian-penelitian terbaru justru menunjukkan bahwa hubungan ini semakin bervariasi dan tidak selalu linier (Cawiding et al., 2025). Penelitian di negara-negara seperti Hong Kong, Bangladesh, dan beberapa wilayah di Asia Tenggara juga melaporkan hasil yang beragam terkait curah hujan dan DBD, beberapa penelitian menunjukkan bahwa hubungan ini sangat bergantung pada konteks geografis dan lingkungan setempat (Rahmasari et al., 2025). Fenomena ini menggambarkan bahwa dinamika DBD saat ini jauh lebih kompleks. Dwi et.al (2023) mengemukakan tidak adanya kolerasi antara curah hujan dengan kasus DBD di Kota Semarang tahun 2017-2021 dengan kekuatan kolerasi sedang dan arah negative (Dwi

et al., 2023), review literatur di Asia Tenggara menunjukkan banyak variasi hasil antar studi; dimana beberapa penelitian mengemukakan hubungan curah hujan dan DBD tidak universal dan stabil dan sangat tergantung konteks lokal (Rahmasari et al., 2025). Studi di berbagai negara Asia dan Amerika Latin melaporkan hasil yang beragam, mulai dari hubungan positif, tidak signifikan, hingga hubungan yang sangat bergantung pada konteks lokal (Cawiding et al., 2025; Mamenun et al., 2024)

Di beberapa wilayah urban padat penduduk, curah hujan justru tidak lagi menjadi faktor dominan, karena sumber *breeding site* semakin banyak berasal dari tempat penampungan air buatan yang tidak bergantung pada hujan. Urbanisasi, perubahan perilaku masyarakat, meningkatnya penggunaan kontainer air buatan, serta adaptasi vektor terhadap lingkungan antropogenik diduga berkontribusi terhadap pergeseran dinamika epidemiologi dengue (Ahmed et al., 2019; Facchinelli et al., 2023; Mercier et al., 2022; Pakaya et al., 2023). Selain itu, Konteks pascapandemi COVID-19 semakin memperkuat kompleksitas tersebut (Cavany et al., 2023a)(Cavany et al., 2023b). Perubahan pola aktivitas dan mobilitas masyarakat(Araújo et al., 2024), peningkatan waktu tinggal di rumah (Zheng et al., 2025). serta perubahan praktik sanitasi (Ayettey et al., 2023) dan penyimpanan air berpotensi memengaruhi ketersediaan tempat perindukan nyamuk Aedes (Agus Nurjana et al., 2023). Dengan demikian, ada kebutuhan untuk memperbarui pemahaman mengenai peran curah hujan dalam epidemiologi dengue, terutama pada wilayah dengan perbedaan elevasi yang signifikan seperti di Sulawesi Selatan.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara variabilitas curah hujan dan dinamika DBD pada tiga wilayah dengan zona ketinggian berbeda di Provinsi Sulawesi Selatan selama periode 2020–2024, yaitu Kota Makassar sebagai wilayah dataran rendah, Kabupaten Bulukumba sebagai wilayah transisi rendah–sedang, dan Kabupaten Tana Toraja sebagai wilayah dataran sedang–tinggi. Selain analisis hubungan temporal, penelitian ini juga memanfaatkan pendekatan spasial untuk menggambarkan distribusi jumlah kasus dan angka insidensi DBD pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan gabungan antara analisis deret waktu lima tahun dan pemetaan spasial pada tiga zona elevasi berbeda dalam satu provinsi. Penelitian ini tidak hanya mengevaluasi hubungan curah hujan terhadap kejadian DBD, tetapi juga membandingkan dinamika epidemiologi dengue antarwilayah berdasarkan karakteristik topografi. Pendekatan tersebut memberikan

perspektif baru dalam memahami apakah curah hujan masih berperan sebagai determinan utama DBD pada konteks epidemiologi modern yang dipengaruhi urbanisasi, perubahan perilaku, dan adaptasi lingkungan vektor. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan strategi pengendalian DBD yang lebih adaptif, kontekstual, dan berbasis risiko wilayah.

2.2.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi spasial jumlah kasus dan angka insidensi Demam Berdarah Dengue (DBD) pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan selama periode 2020–2024?
2. Bagaimana pola temporal curah hujan dan kejadian DBD di Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja selama periode 2020–2024?
3. Apakah terdapat hubungan antara curah hujan bulanan dan kejadian DBD pada lag 0–3 bulan di wilayah penelitian?
4. Apakah asosiasi curah hujan dengan kejadian DBD berbeda antarwilayah berdasarkan karakteristik topografi, dan bagaimana peran curah hujan sebagai determinan dinamika DBD pada wilayah tersebut?

2.2.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan curah hujan dengan dinamika DBD pada wilayah dengan karakteristik ketinggian berbeda. Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi distribusi spasial jumlah kasus dan angka insidensi DBD pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan selama periode 2020–2024.
2. Mendeskripsikan pola temporal curah hujan dan kejadian DBD di Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja selama periode 2020–2024.
3. Menganalisis hubungan antara curah hujan bulanan dan kejadian DBD pada lag 0–3 bulan di wilayah penelitian.
4. Membandingkan asosiasi curah hujan dengan kejadian DBD antarwilayah berdasarkan karakteristik topografi serta mengevaluasi peran curah hujan sebagai determinan dinamika DBD.

2.3 Metode

2.3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi ekologi dengan pendekatan analisis deret waktu dan analisis spasial untuk menilai hubungan antara variabilitas curah hujan dan dinamika kejadian Demam

Berdarah Dengue (DBD) pada tiga wilayah administratif dengan karakteristik geografis dan topografi berbeda di Provinsi Sulawesi Selatan selama Januari 2020 sampai Desember 2024. Unit analisis temporal adalah bulan, sedangkan unit deskripsi spasial adalah kabupaten/kota. Karena penelitian menggunakan data surveilans dan meteorologi agregat, hasil penelitian ditafsirkan pada tingkat ekologi dan wilayah administratif, bukan sebagai hubungan kausal pada tingkat individu.

2.3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Provinsi Sulawesi Selatan dengan fokus pada tiga wilayah administratif yang dipilih secara purposive berdasarkan perbedaan karakteristik geografis, profil topografi, ketersediaan data surveilans DBD bulanan, dan kesinambungan data curah hujan selama periode pengamatan.

Wilayah penelitian meliputi Kota Makassar sebagai wilayah urban dataran rendah, Kabupaten Bulukumba sebagai kabupaten dengan topografi heterogen yang mencakup wilayah pesisir, kawasan transisi, dan area perbukitan, serta Kabupaten Tana Toraja sebagai wilayah yang didominasi karakteristik dataran tinggi. Kabupaten Bulukumba tidak diklasifikasikan sebagai satu zona ketinggian sedang yang homogen karena analisis menggunakan data agregat tingkat kabupaten/kota, bukan data elevasi spesifik tingkat kecamatan atau desa.

Karakterisasi topografi digunakan untuk membaca variasi konteks ekologis dan administratif yang dapat memengaruhi hubungan curah hujan, habitat Aedes, kepadatan penduduk, mobilitas, dan pelaporan kasus DBD. Pendekatan ini menjaga interpretasi agar tidak menyederhanakan wilayah heterogen menjadi satu kategori elevasi tunggal.

2.3.3 Desain Waktu Penelitian

Penelitian menggunakan data bulanan selama lima tahun, yaitu Januari 2020 sampai Desember 2024. Setiap wilayah memiliki 60 bulan observasi sehingga total observasi temporal untuk tiga wilayah adalah 180 bulan-wilayah. Rentang lima tahun dipilih untuk menggambarkan variasi musiman, fluktuasi antartahun, serta pola pascapandemi yang berpotensi memengaruhi mobilitas masyarakat, perilaku penyimpanan air, dan risiko pajanan vektor di lingkungan rumah tangga.

2.3.4 Sumber Data

Data kasus DBD bulanan diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan melalui sistem surveilans rutin. Data mencakup kasus yang dilaporkan sebagai DBD berdasarkan diagnosis klinis dan/atau konfirmasi laboratorium sesuai pencatatan program, sehingga verifikasi

diagnosis pada tingkat individu tidak dilakukan dalam penelitian ini. Data curah hujan bulanan dalam satuan milimeter diperoleh dari BMKG Provinsi Sulawesi Selatan dan dipasangkan dengan wilayah penelitian menggunakan stasiun meteorologi terdekat. Data jumlah penduduk untuk perhitungan angka insidensi per 100.000 penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik. Data spasial batas administrasi kabupaten/kota digunakan untuk pemetaan tematik jumlah kasus dan angka insidensi.

2.3.5 Defenisi Operasional

Definisi operasional disusun untuk memberikan batasan yang jelas mengenai setiap variabel yang digunakan dalam penelitian sehingga proses pengukuran, pengumpulan data, dan analisis dapat dilakukan secara konsisten. Setiap variabel didefinisikan berdasarkan konsep yang digunakan dalam penelitian, kemudian dijabarkan ke dalam indikator yang dapat diukur sesuai dengan sumber data, skala pengukuran, dan kriteria objektif yang telah ditetapkan. Definisi operasional masing-masing variabel disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Defenisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel	Defenisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
1	Curah hujan	Total jumlah curah hujan yang tercatat pada wilayah penelitian dalam periode satu bulan berdasarkan data BMKG	Rasio	Diukur dalam satuan milimeter per bulan (mm/bulan). Nilai numerik kontinu sesuai data observasi
2	Kasus DBD	Jumlah kasus Demam Berdarah Dengue yang dilaporkan pada masing-masing wilayah	Rasio	Diukur dalam jumlah kasus per bulan pada setiap wilayah penelitian

No	Variabel	Defenisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
		penelitian setiap bulan berdasarkan data surveilans Dinas Kesehatan		
3	Angka Insidensi (IR) DBD	Jumlah kasus DBD per 100.000 penduduk pada suatu wilayah dalam satu tahun pengamatan	Rasio	IR = (jumlah kasus DBD/jumlah penduduk) × 100.000
4	Karakteristik topografi wilayah	Deskripsi konteks geografis dan topografi wilayah administratif penelitian berdasarkan profil elevasi dan karakter wilayah.	Ordinal/deskriptif	Makassar: urban dataran rendah; Bulukumba: topografi heterogen pesisir sampai perbukitan; Tana Toraja: dominan dataran tinggi.
5	Lag curah hujan	Jeda waktu antara curah hujan pada bulan t dan kejadian DBD pada bulan berikutnya.	Ordinal temporal	Lag 0: bulan yang sama; lag 1: t+1; lag 2: t+2; lag 3: t+3.

No	Variabel	Defenisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
6	Distribusi spasial DBD	Sebaran geografis jumlah kasus dan angka insidensi DBD berdasarkan wilayah administratif	Nominal/Spasial	Ditampilkan dalam peta tematik berdasarkan kategori rendah, sedang, dan tinggi
7	Risiko spasial DBD	Tingkat risiko DBD berdasarkan klasifikasi angka insidensi (IR) pada masing-masing wilayah	Ordinal	Dikategorikan menggunakan pendekatan tertil menjadi risiko rendah, sedang, dan tingg
8	Incidence Rate Ratio (IRR)	Rasio perubahan ekspektasi jumlah kasus DBD pada model binomial negatif untuk setiap kenaikan curah hujan 100 mm.	Rasio	IRR > 1 menunjukkan peningkatan ekspektasi kasus; IRR < 1 menunjukkan penurunan; p < 0,05 dianggap bermakna secara statistik.

2.3.6. Alur Penelitian



Gambar 2.1 Alur Penelitian

2.3.7. Pengelolaan Data

Pengolahan data dilakukan secara bertahap untuk memastikan konsistensi, kelengkapan, dan validitas data sebelum analisis statistik dan spasial. Seluruh data dikompilasi dalam satu basis data penelitian berdasarkan nama wilayah, tahun, bulan, jumlah kasus DBD, curah hujan bulanan, dan jumlah penduduk.

Tahap awal mencakup pemeriksaan kelengkapan data kasus DBD, curah hujan, penduduk, dan data spasial. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan tidak terdapat bulan hilang, duplikasi pencatatan, ketidaksesuaian periode pengamatan, atau perbedaan nama wilayah antar sumber data.

Pembersihan data dilakukan dengan memperbaiki kesalahan input, menyelaraskan format bulan dan tahun, menyeragamkan nama administrasi kabupaten/kota, serta memeriksa nilai ekstrem curah hujan dan kasus DBD. Nilai ekstrem tidak dihapus secara otomatis, tetapi dipertahankan apabila sesuai dengan data sumber karena kejadian hujan ekstrem merupakan bagian dari variasi iklim yang dikaji.

Data kasus DBD dan curah hujan disusun dalam format bulanan dari Januari 2020 hingga Desember 2024. Setiap wilayah diberi kode identifikasi untuk memudahkan integrasi dan analisis. Satuan curah hujan distandardisasi dalam mm/bulan, sedangkan kasus DBD dinyatakan sebagai jumlah kasus bulanan.

Angka insidensi DBD dihitung dengan rumus IR = (jumlah kasus DBD/jumlah penduduk) × 100.000. Perhitungan ini digunakan untuk membedakan beban kasus absolut dengan risiko populasi yang memperhitungkan ukuran penduduk setiap wilayah.

Untuk analisis lag, variabel curah hujan disusun ulang sehingga curah hujan pada bulan t dikorelasikan dengan kejadian DBD pada bulan yang sama, bulan t+1, bulan t+2, dan bulan t+3. Penyusunan lag ini dilakukan agar analisis dapat menangkap jeda biologis antara hujan, pembentukan breeding site, perkembangan Aedes, inkubasi virus, onset gejala, pencarian layanan kesehatan, dan pelaporan kasus.

Dataset akhir diekspor ke perangkat lunak statistik dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk analisis deskriptif, uji korelasi Spearman, regresi binomial negatif eksploratif, dan pemetaan distribusi spasial.

2.3.8. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara bertahap untuk menggambarkan pola temporal, hubungan statistik, dan distribusi spasial DBD berdasarkan variasi curah hujan dan karakteristik topografi wilayah penelitian

a. Analisi Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi kasus DBD, curah hujan, dan angka insidensi pada setiap wilayah selama periode 2020–2024. Hasil disajikan dalam bentuk tabel, grafik deret waktu, diagram sebar, dan peta tematik untuk menilai variasi musiman, perubahan antartahun, serta perbedaan pola antarwilayah.

b. Uji Normalitas Data

Sebelum dilakukan analisis hubungan, seluruh variabel diuji distribusinya menggunakan uji normalitas. Uji normalitas dilakuakn menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Uji ini bertujuan untuk menentukan apakah data berdistribusi normal atau tidak. Jika nilai signifikansi (p-value) <0,05, maka data dianggap tidak berdistribusi normal. Apabila data penelitian tidak berdistribusi normal, maka digunakan pendekatan statistik non-parametrik.

c. Analisis Hubungan Curah Hujan dan Kejadian DBD

Hubungan antara curah hujan dan kejadian DBD dianalisis menggunakan korelasi Spearman. Analisis lag 0 membandingkan curah hujan dan kejadian DBD pada bulan yang sama. Analisis lag 1, lag 2, dan lag 3 dilakukan dengan mengorelasikan curah hujan pada bulan t dengan kejadian DBD pada bulan t+1, t+2, dan t+3. Analisis dilakukan terpisah pada Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja.

Batas lag 0–3 bulan dipilih karena interval tersebut secara biologis merepresentasikan proses pembentukan tempat perindukan Aedes setelah hujan, perkembangan telur-larva-pupa menjadi nyamuk dewasa, masa inkubasi ekstrinsik virus dengue, onset gejala, pencarian layanan kesehatan, dan pelaporan kasus. Lag yang lebih panjang tidak dianalisis untuk menghindari overfitting dan pengujian berulang berlebihan pada data dengan 60 observasi bulanan per wilayah. Interpretasi nilai koefisien korelasi Spearman dilakukan sebagai berikut:

Tabel 2.2. Interpretasi Nilai Korelasi

Nilai Korelasi	**Interpretasi**
0,00–0,19	Sangat lemah
0,20–0,39	Lemah
0,40–0,59	Sedang
0,60–0,79	Kuat
0,80–1,00	Sangat kuat

Nilai signifikansi statistik ditetapkan pada α = 0,05

d. Analisis Deret Waktu (Time Series) dan Regresi Binomial Negatif Eksploratif

Analisis deret waktu dilakukan untuk menggambarkan fluktuasi temporal curah hujan dan kejadian DBD selama lima tahun pengamatan. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi pola musiman (*seasonality*), mengamati kecenderungan tren (*trend*) kasus DBD, membandingkan dinamika temporal antarwilayah, dan menilai kesesuaian waktu antara peningkatan curah hujan dan peningkatan kasus DBD. Analisis deret waktu divisualisasikan dalam bentuk grafik bulanan untuk masing-masing wilayah penelitian

Regresi binomial negatif digunakan sebagai analisis sensitivitas eksploratif karena luaran berupa jumlah kasus DBD bulanan merupakan data hitung dan statistik deskriptif menunjukkan indikasi overdispersi pada beberapa deret wilayah. Curah hujan diskalakan per 100 mm, kemudian model tidak tidak disesuaikan disusun terpisah

untuk setiap wilayah pada lag 0, lag 1, lag 2, dan lag 3. Hasil dilaporkan sebagai incidence rate ratio (IRR), interval kepercayaan 95%, dan nilai p. Model ini tidak diperlakukan sebagai model kausal penuh karena data kovariat bulanan seperti suhu, kelembapan relatif, mobilitas penduduk, indeks vektor, kepadatan penduduk, kondisi sosial ekonomi, dan riwayat pengendalian vektor tidak tersedia lengkap pada seluruh wilayah.

e. Analisis Spasial

Analisis spasial dilakukan menggunakan perangkat SIG dengan batas administrasi kabupaten/kota sebagai unit pemetaan. Jumlah kasus DBD tahunan dan angka insidensi tahunan per 100.000 penduduk dipetakan secara terpisah karena kedua indikator tersebut mengukur konstruk epidemiologi yang berbeda. Jumlah kasus menggambarkan beban penyakit, sedangkan angka insidensi menggambarkan risiko populasi setelah memperhitungkan jumlah penduduk. Setiap tahun diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi menggunakan pendekatan tertil dengan penyesuaian manual pada nilai yang sama agar satu nilai tidak terpisah ke kelas berbeda.

Tabel 2.3. Nilai Cut-off Tahunan Klasifikasi Spasial Jumlah Kasus DBD dan Angka Insidensi

Indikator	Tahun	Rendah	Sedang	Tinggi	Rentang Data
Jumlah kasus	2020	≤37	38–124	≥125	6–457
Jumlah kasus	2021	≤63	64–112	≥113	8–611
Jumlah kasus	2022	≤72	73–206	≥207	5–523
Jumlah kasus	2023	≤50	51–135	≥136	9–506
Jumlah kasus	2024	≤150	151–268	≥269	12–797
IR	2020	≤12,0	12,1–38,0	≥38,1	2,0–119,0
IR	2021	≤27,0	27,1–45,0	≥45,1	3,0–202,0
IR	2022	≤20,0	20,1–57,0	≥57,1	4,0–233,0
IR	2023	≤16,0	16,1–35,0	≥35,1	3,0–97,0
IR	2024	≤54,0	54,1–82,0	≥82,1	3,0–204,0

Keterangan: Jumlah kasus mencerminkan beban absolut, sedangkan IR dinyatakan per 100.000 penduduk dan menggambarkan risiko populasi. Cut-off berbasis tertil disesuaikan secara manual hanya ketika terdapat nilai yang sama pada batas kelas.

2.3.9. Etika Penelitian

Penelitian menggunakan data sekunder agregat tanpa identitas individu, sehingga tidak melibatkan risiko langsung terhadap subjek penelitian. Data diperoleh melalui izin dan koordinasi dengan instansi terkait. Karena tidak menggunakan data individu yang dapat diidentifikasi, penelitian ini tidak memerlukan informed consent individu.Namun demikian, prinsip kerahasiaan data institusi dan etika penggunaan data sekunder tetap dijaga selama proses penelitian.

2.4 Hasil dan Pembahasan

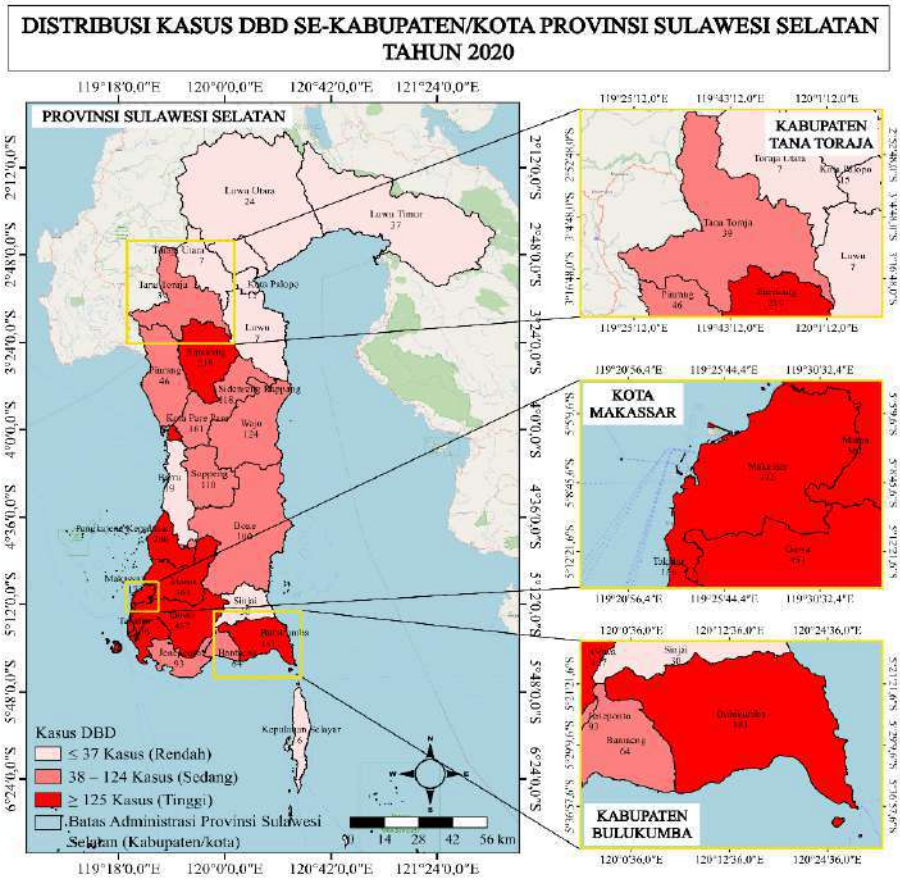
2.4.1 Hasil

2.4.1.1 Dinamika Spasial DBD Berdasarkan Jumlah Kasus dan Angka Insidensi

a) Distribusi jumlah kasus DBD Di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020

Peta distribusi jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) berdasarkan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 disajikan pada Gambar 2.2. Peta ini menggambarkan sebaran beban kasus pada awal periode pengamatan.

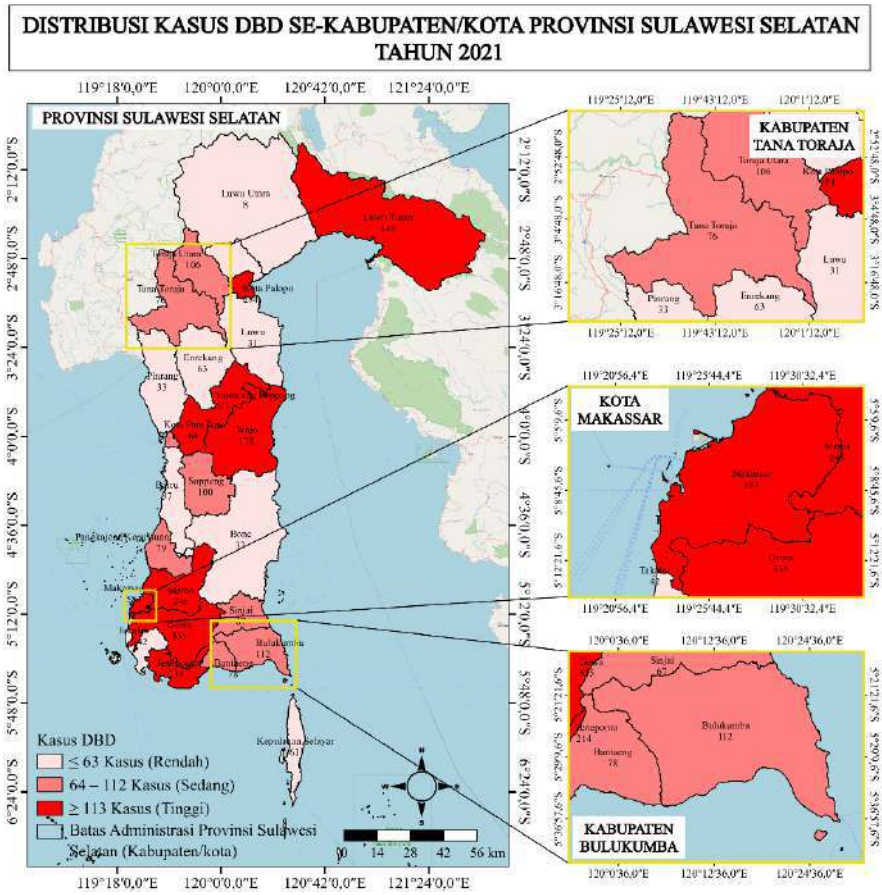
Gambar 2.2 menunjukkan distribusi spasial kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 berdasarkan kabupaten/kota. Jumlah kasus diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu rendah ≤37 kasus, sedang 38–124 kasus, dan tinggi ≥125 kasus. Pada tahun 2020, kategori kasus tinggi terlihat pada Kota Makassar, Kabupaten Gowa, Kabupaten Maros, Kabupaten Enrekang, dan Kabupaten Bulukumba. Kota Makassar mencatat 361 kasus, Kabupaten Gowa 457 kasus, Kabupaten Maros 361 kasus, Kabupaten Enrekang 219 kasus, dan Kabupaten Bulukumba 161 kasus. Sementara itu, Kabupaten Tana Toraja termasuk kategori rendah dengan 7 kasus. Pola ini menunjukkan bahwa beban kasus DBD tahun 2020 tersebar tidak merata dan lebih menonjol pada beberapa wilayah bagian selatan dan tengah Sulawesi Selatan. Inset peta memperjelas posisi tiga wilayah fokus penelitian, yaitu Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja. Karena peta ini menggunakan jumlah kasus absolut, hasilnya menggambarkan beban penyakit, bukan risiko populasi.



Gambar 2.2. *Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020*

b) Distribusi jumlah kasus DBD Di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021

Distribusi jumlah kasus DBD berdasarkan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 disajikan pada Gambar 2.3. Peta ini menunjukkan perubahan pola spasial kasus dibandingkan tahun sebelumnya.



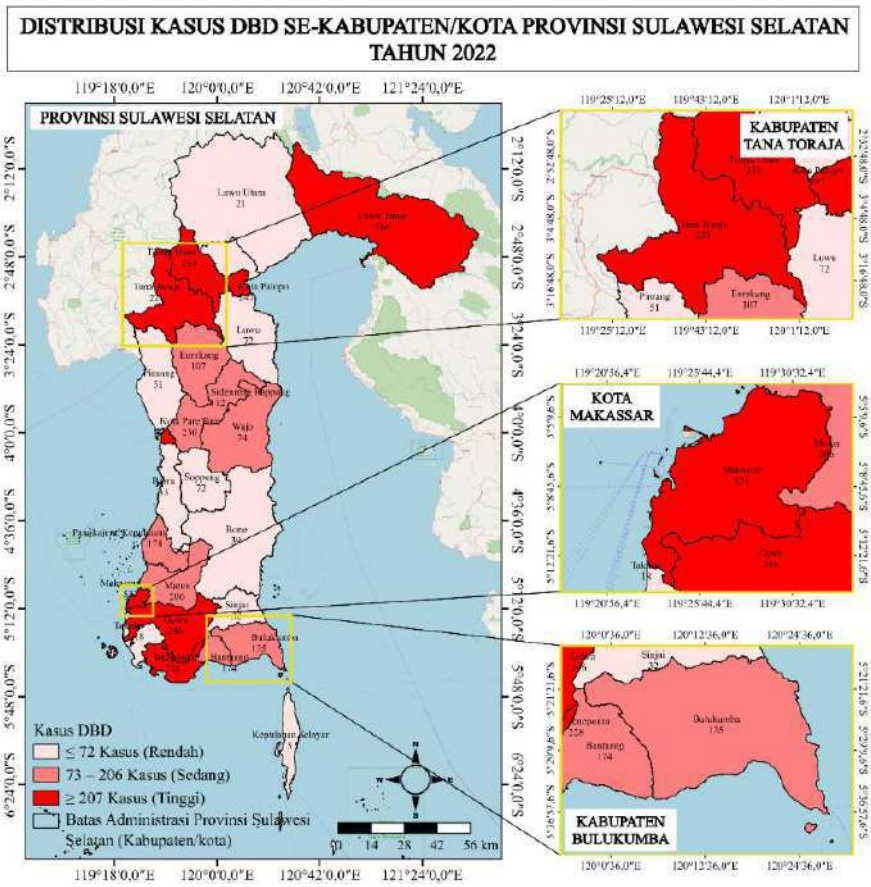
Gambar 2.3. *Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021*

Gambar 2.3 menunjukkan distribusi spasial kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021. Jumlah kasus diklasifikasikan menjadi rendah ≤63 kasus, sedang 64–112 kasus, dan tinggi ≥113 kasus. Wilayah dengan kategori kasus tinggi meliputi Kota Makassar, Kabupaten Maros, Kabupaten Gowa, Kabupaten Jeneponto, Kabupaten Luwu Timur, Kabupaten Wajo, Kabupaten Sidenreng Rappang, dan Kota Palopo. Kota Makassar mencatat jumlah kasus tertinggi, yaitu 583 kasus, diikuti Kabupaten Gowa 335 kasus dan Kabupaten Maros 246 kasus. Kabupaten Bulukumba mencatat 112 kasus dan berada pada kategori sedang, sedangkan Kabupaten Tana Toraja mencatat 76 kasus dan juga berada pada kategori sedang. Pola ini menunjukkan bahwa pada tahun 2021 beban kasus DBD meluas ke beberapa wilayah bagian tengah dan utara Sulawesi Selatan, sehingga distribusi kasus

tidak hanya terkonsentrasi pada wilayah urban dataran rendah.

c) Distribusi jumlah kasus DBD Di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022

Peta distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022 disajikan pada Gambar 2.4. Penyajian ini memberikan gambaran perubahan sebaran kasus selama periode penelitian.



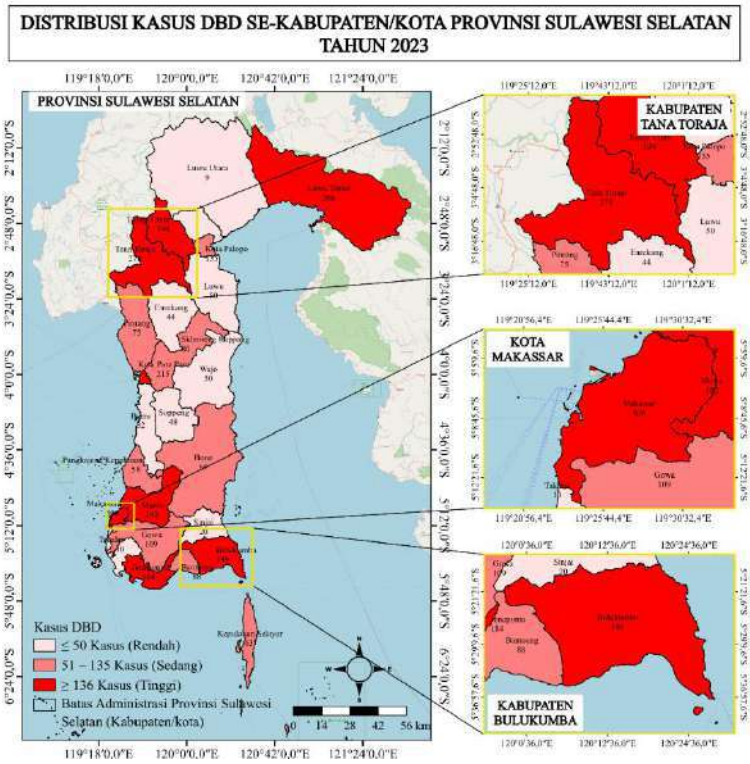
Gambar 2.4. *Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022*

Gambar 2.4 menunjukkan distribusi spasial jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022. Jumlah kasus diklasifikasikan menjadi rendah ≤72 kasus, sedang 73–206 kasus, dan tinggi ≥207 kasus. Wilayah dengan kategori kasus tinggi meliputi Kota Makassar, Kabupaten Gowa, Kabupaten Takalar, Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Toraja Utara, dan Kabupaten Luwu Timur. Kota Makassar mencatat 523

kasus, Kabupaten Gowa 246 kasus, Kabupaten Takalar 215 kasus, Kabupaten Tana Toraja 221 kasus, Kabupaten Toraja Utara 213 kasus, dan Kabupaten Luwu Timur 266 kasus. Kabupaten Bulukumba berada pada kategori sedang dengan 135 kasus. Pola ini menunjukkan adanya perluasan beban kasus DBD ke wilayah dataran tinggi pada tahun 2022, terutama di Tana Toraja dan Toraja Utara, sehingga distribusi kasus DBD tidak dapat dijelaskan hanya berdasarkan karakter urban dataran rendah.

d) Distribusi jumlah kasus DBD Di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023

Distribusi spasial jumlah kasus DBD berdasarkan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023 disajikan pada Gambar 2.5. Peta ini memperlihatkan perkembangan pola beban kasus antarwilayah.



Gambar 2.5. *Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023*

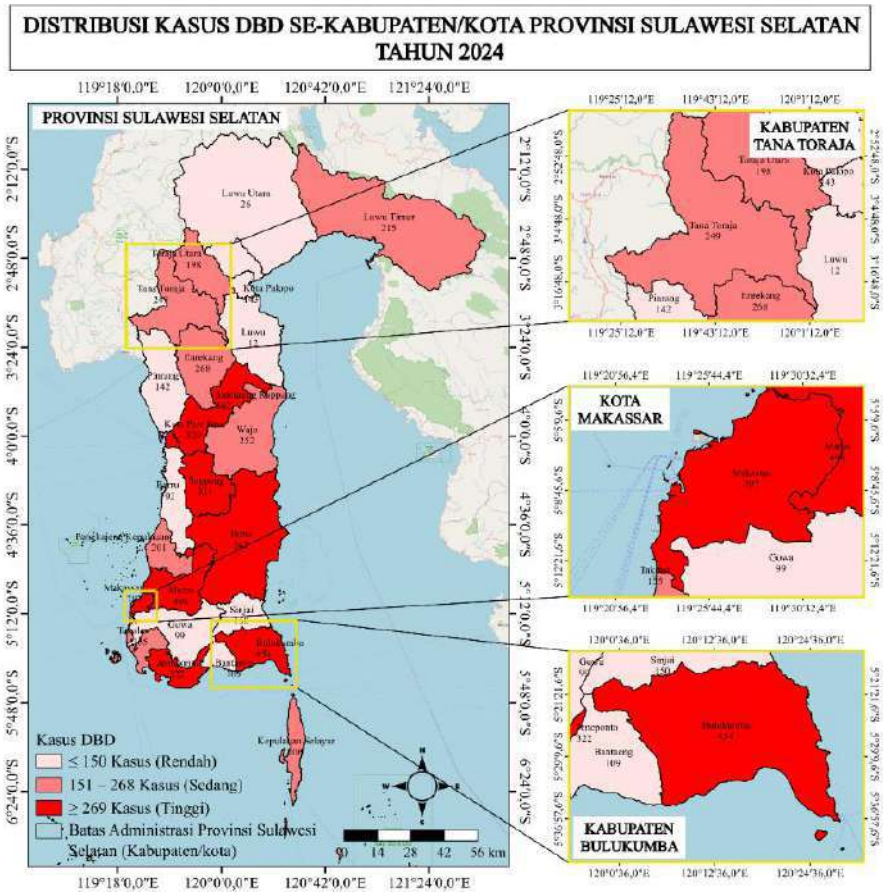
Gambar 2.5 menunjukkan distribusi spasial jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023. Jumlah kasus

diklasifikasikan menjadi rendah ≤50 kasus, sedang 51–135 kasus, dan tinggi ≥136 kasus. Wilayah dengan kategori kasus tinggi meliputi Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, Kabupaten Tana Toraja, dan Kabupaten Luwu Timur. Kota Makassar mencatat jumlah kasus tertinggi dengan 506 kasus, diikuti Kabupaten Tana Toraja 278 kasus, Kabupaten Luwu Timur 206 kasus, dan Kabupaten Bulukumba 149 kasus. Pola ini menunjukkan bahwa beban kasus DBD tahun 2023 tidak hanya terjadi pada wilayah urban dataran rendah, tetapi juga meningkat pada wilayah dataran tinggi seperti Tana Toraja. Dengan demikian, distribusi kasus DBD di Sulawesi Selatan menunjukkan variasi spasial yang dipengaruhi oleh konteks wilayah, bukan semata-mata oleh ketinggian.

e) Distribusi jumlah kasus DBD Di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024

Peta distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024 disajikan pada Gambar 2.6. Tahun 2024 merupakan tahun terakhir dalam periode pengamatan sehingga peta ini menggambarkan kondisi beban kasus terkini.

Gambar 2.6 menunjukkan distribusi spasial jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024. Jumlah kasus diklasifikasikan menjadi rendah ≤150 kasus, sedang 151–268 kasus, dan tinggi ≥269 kasus. Wilayah dengan kategori kasus tinggi meliputi Kota Makassar, Kabupaten Maros, Kabupaten Bulukumba, Kabupaten Jeneponto, Kabupaten Soppeng, Kabupaten Bone, Kabupaten Sidenreng Rappang, dan Kota Parepare. Kota Makassar mencatat jumlah kasus tertinggi, yaitu 797 kasus, diikuti Kabupaten Bulukumba 454 kasus, Kabupaten Maros 398 kasus, Kabupaten Bone 343 kasus, Kabupaten Jeneponto 322 kasus, Kabupaten Soppeng 311 kasus, dan Kabupaten Sidenreng Rappang 319 kasus. Pola tahun 2024 menunjukkan peningkatan dan perluasan beban kasus DBD ke beberapa wilayah bagian selatan, tengah, dan barat Sulawesi Selatan. Kabupaten Bulukumba yang menjadi salah satu lokasi fokus penelitian berada pada kategori tinggi, sedangkan Kabupaten Tana Toraja berada pada kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa beban DBD tahun 2024 tidak hanya terkonsentrasi di Kota Makassar, tetapi juga meluas pada kabupaten lain dengan karakteristik geografis dan kepadatan penduduk yang berbeda.



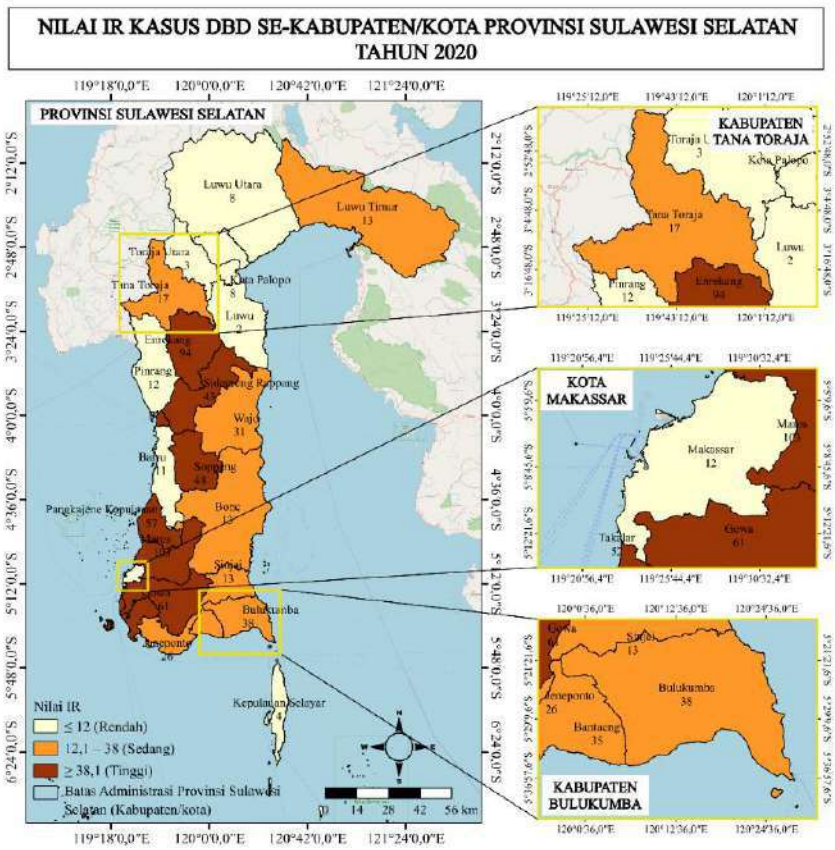
Gambar 2.6. *Distribusi jumlah kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023*

f) Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020

Distribusi spasial angka insidensi DBD per 100.000 penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020 disajikan pada Gambar 2.7. Indikator ini menggambarkan risiko populasi setelah memperhitungkan jumlah penduduk pada setiap wilayah.

Gambar 2.7 menunjukkan distribusi spasial nilai incidence rate (IR) kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020. Nilai IR diklasifikasikan menjadi rendah ≤12 per 100.000 penduduk, sedang 12,1–38 per 100.000 penduduk, dan tinggi ≥38,1 per 100.000 penduduk. Wilayah dengan kategori IR tinggi meliputi Kabupaten Enrekang, Kabupaten Sidenreng Rappang, Kabupaten Soppeng, Kabupaten Maros,

Kabupaten Gowa, dan Kota Makassar. Kabupaten Maros mencatat IR tinggi sebesar 103 per 100.000 penduduk, disusul Enrekang 94 per 100.000 penduduk, Gowa 61 per 100.000 penduduk, Kota Makassar 57 per 100.000 penduduk, Soppeng 48 per 100.000 penduduk, dan Sidenreng Rappang 43 per 100.000 penduduk. Kabupaten Bulukumba berada pada kategori sedang dengan IR 38 per 100.000 penduduk, sedangkan Kabupaten Tana Toraja juga berada pada kategori sedang dengan IR 17 per 100.000 penduduk. Peta ini menegaskan bahwa nilai IR memberikan gambaran risiko populasi yang berbeda dari jumlah kasus absolut karena telah memperhitungkan ukuran penduduk setiap wilayah.

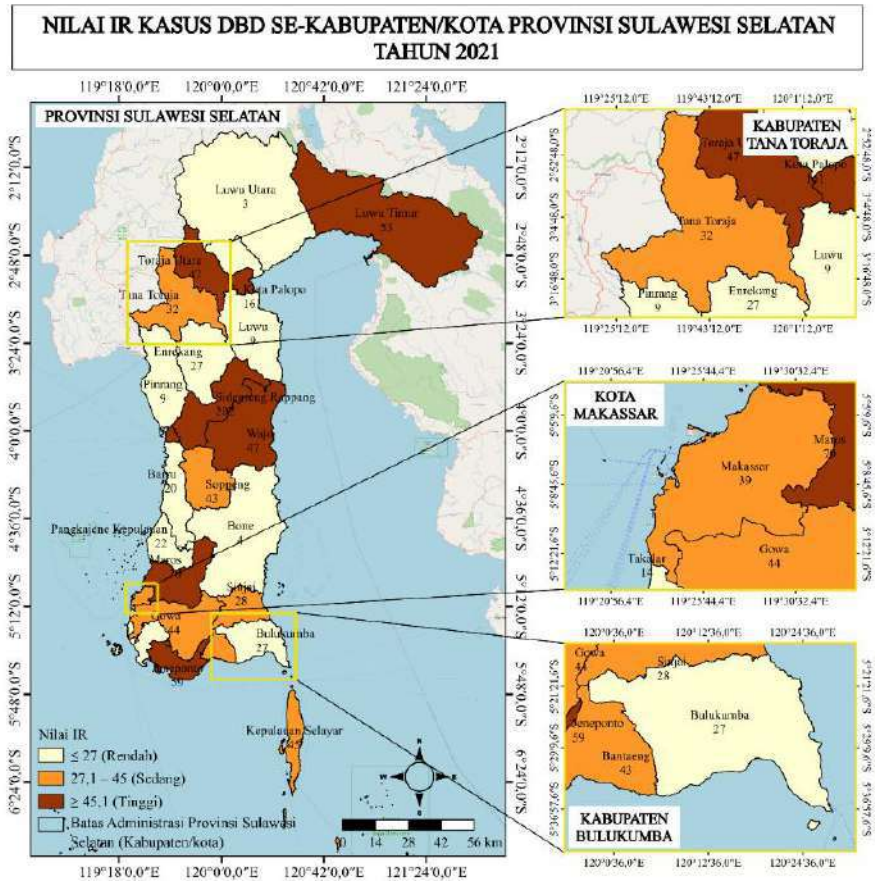


Gambar 2.7. *Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020*

g) Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021

Peta angka insidensi DBD per 100.000 penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 disajikan pada Gambar

2.8. Peta ini menunjukkan perubahan risiko DBD antarwilayah pada tahun kedua periode pengamatan.



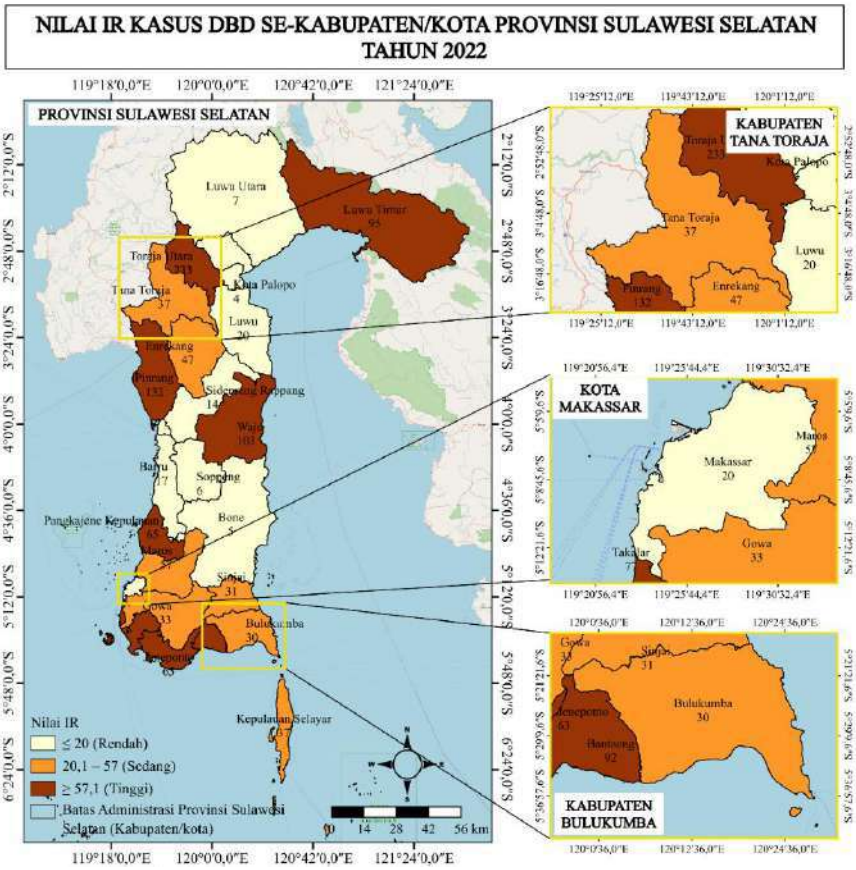
Gambar 2.8. *Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021*

Gambar 2.8 menunjukkan distribusi spasial nilai incidence rate (IR) kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021. Nilai IR diklasifikasikan menjadi rendah ≤27 per 100.000 penduduk, sedang 27,1–45 per 100.000 penduduk, dan tinggi ≥45,1 per 100.000 penduduk. Wilayah dengan kategori IR tinggi meliputi Kabupaten Luwu Timur, Kabupaten Maros, Kabupaten Toraja Utara, Kabupaten Sidenreng Rappang, dan Kabupaten Wajo. Kota Makassar berada pada kategori sedang dengan nilai IR sekitar 39 per 100.000 penduduk. Kabupaten Tana Toraja juga berada pada kategori sedang dengan IR 32 per 100.000 penduduk, sedangkan Kabupaten Bulukumba berada pada kategori rendah dengan IR 21 per 100.000 penduduk. Pola ini menunjukkan bahwa nilai IR memberikan gambaran risiko populasi yang berbeda dari jumlah kasus absolut karena telah

memperhitungkan ukuran penduduk setiap wilayah.

h) Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022

Distribusi spasial angka insidensi DBD per 100.000 penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022 disajikan pada Gambar 2.9. Penyajian ini menggambarkan variasi risiko populasi DBD berdasarkan wilayah administratif.



Gambar 2.9. *Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022*

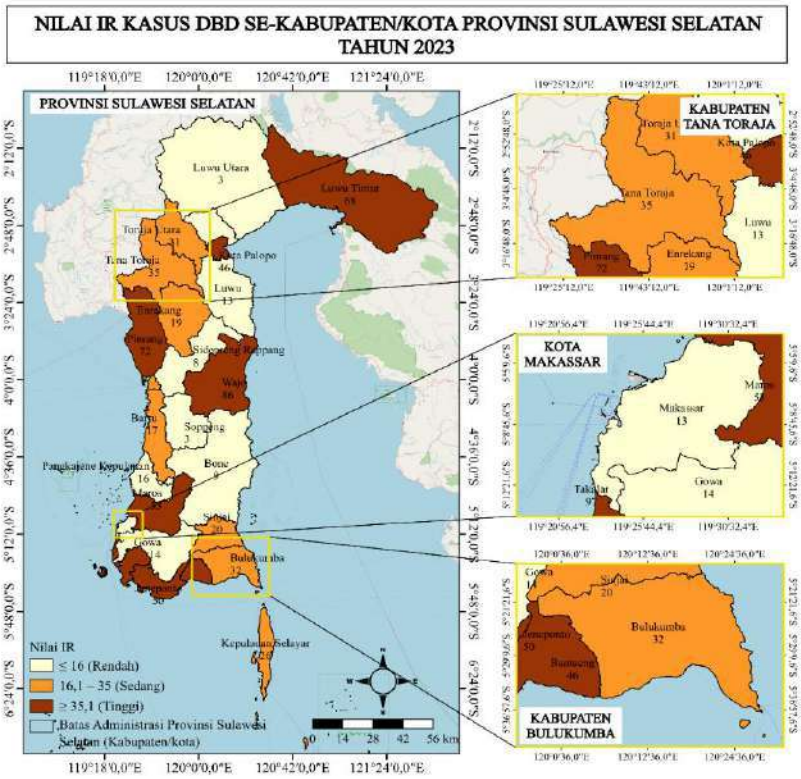
Gambar 2.9 menunjukkan distribusi spasial nilai incidence rate (IR) kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022. Nilai IR diklasifikasikan menjadi rendah ≤20 per 100.000 penduduk, sedang 20,1–57 per 100.000 penduduk, dan tinggi ≥57,1 per 100.000 penduduk. Wilayah dengan kategori IR tinggi antara lain Kabupaten Toraja Utara, Kabupaten Luwu Timur, Kabupaten Pinrang, Kabupaten Wajo, dan Kepulauan Selayar.

Kabupaten Toraja Utara mencatat IR 123 per 100.000 penduduk, Pinrang 132 per 100.000 penduduk, Wajo 103 per 100.000 penduduk, Luwu Timur 95 per 100.000 penduduk, dan Kepulauan Selayar 67 per 100.000 penduduk. Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja berada pada kategori sedang. Pola ini menunjukkan bahwa risiko populasi DBD tahun 2022 tersebar pada beberapa wilayah dengan karakteristik geografis yang berbeda, sehingga tidak selalu sejalan dengan distribusi jumlah kasus absolut.

i) Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023

Peta distribusi angka insidensi DBD per 100.000 penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023 disajikan pada Gambar 2.10. Peta ini memperlihatkan perkembangan pola risiko DBD pada masing-masing kabupaten/kota.

Gambar 2.10 menunjukkan distribusi spasial nilai incidence rate (IR) kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023. Nilai IR diklasifikasikan menjadi rendah ≤16 per 100.000 penduduk, sedang 16,1–35 per 100.000 penduduk, dan tinggi ≥35,1 per 100.000 penduduk. Wilayah dengan kategori IR tinggi meliputi Kabupaten Tana Toraja, Toraja Utara, Enrekang, Sidenreng Rappang, Wajo, Soppeng, Maros, Kota Makassar, Bulukumba, Jeneponto, Sinjai, Luwu Timur, dan Kepulauan Selayar. Kabupaten Sidenreng Rappang mencatat IR tertinggi sebesar 149 per 100.000 penduduk, diikuti Soppeng 129 per 100.000 penduduk, Enrekang 115 per 100.000 penduduk, Maros 113 per 100.000 penduduk, Bulukumba 96 per 100.000 penduduk, Kepulauan Selayar 97 per 100.000 penduduk, dan Toraja Utara 85 per 100.000 penduduk. Kabupaten Tana Toraja juga berada pada kategori tinggi dengan IR sekitar 43 per 100.000 penduduk. Pola ini menunjukkan bahwa pada tahun 2023 risiko populasi DBD tersebar luas dan tidak hanya terkonsentrasi pada wilayah urban dataran rendah, tetapi juga tampak pada wilayah dataran tinggi dan wilayah dengan karakteristik geografis yang beragam.



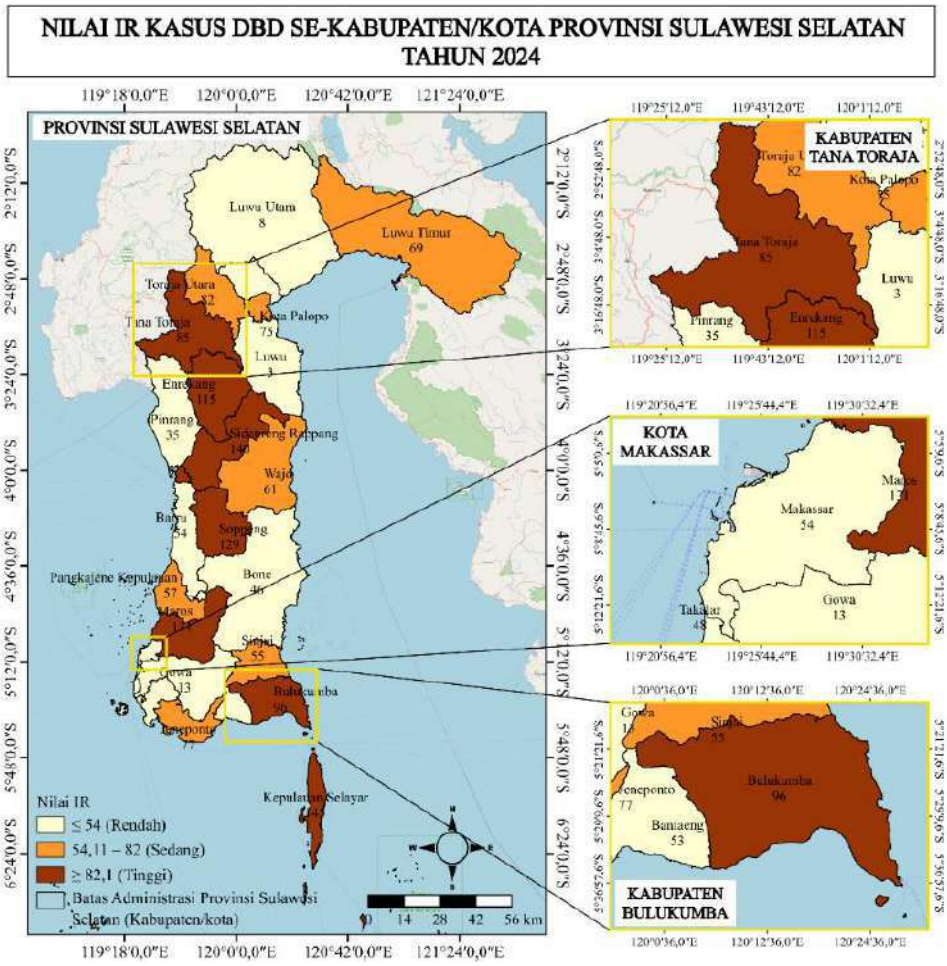
Gambar 2.10. *Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023*

j) Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024

Distribusi spasial angka insidensi DBD per 100.000 penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024 disajikan pada Gambar 2.11. Peta ini menggambarkan kondisi risiko DBD pada tahun terakhir pengamatan.

Gambar 2.11 menunjukkan distribusi spasial nilai incidence rate (IR) kasus DBD di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024. Nilai IR diklasifikasikan menjadi rendah ≤54 per 100.000 penduduk, sedang 54,11–82 per 100.000 penduduk, dan tinggi ≥82,1 per 100.000 penduduk. Wilayah dengan kategori IR tinggi meliputi Kabupaten Tana Toraja, Enrekang, Sidenreng Rappang, Soppeng, Maros, Bulukumba, dan Kepulauan Selayar. Kabupaten Sidenreng Rappang mencatat IR tertinggi sebesar 149 per 100.000 penduduk, diikuti Kepulauan Selayar 144 per 100.000 penduduk, Maros 131 per 100.000 penduduk, Soppeng 129 per 100.000 penduduk, Enrekang 115 per 100.000 penduduk, Bulukumba 96 per 100.000 penduduk, dan

Tana Toraja 85 per 100.000 penduduk. Kota Makassar berada pada kategori sedang. Pola ini menunjukkan bahwa risiko populasi DBD tahun 2024 tersebar pada wilayah dengan karakteristik geografis yang beragam, termasuk wilayah dataran tinggi, wilayah transisi, wilayah selatan, dan kepulauan.



Gambar 2.11. *Distribusi nilai IR Kasus DBD per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2024*

2.4.1.2 Pola Temporal Kasus DBD dan Curah Hujan Tahun 2020 2024

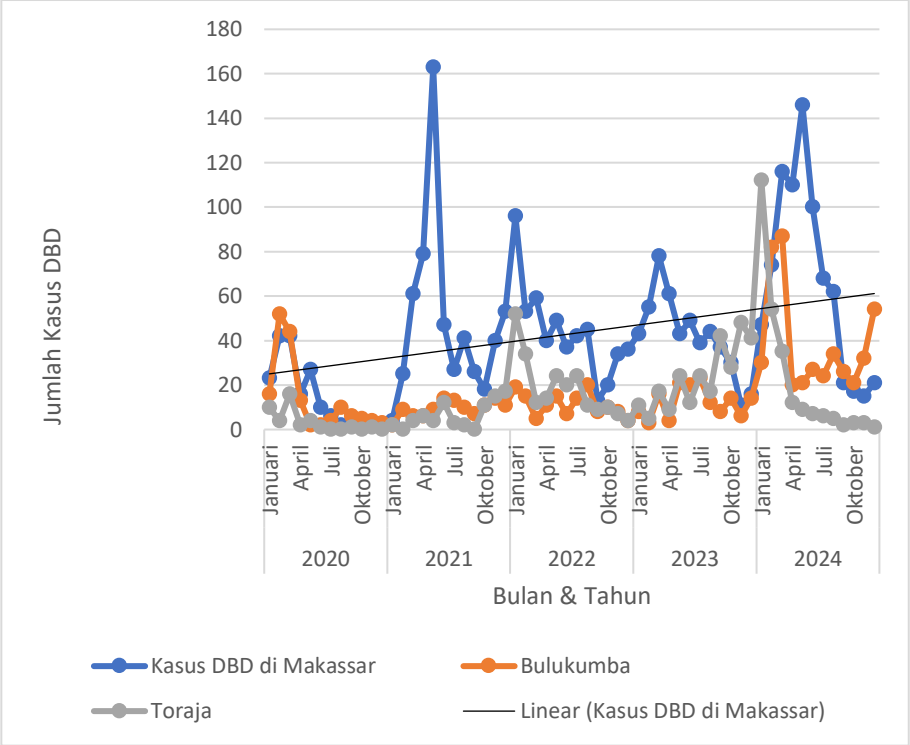
a. Pola Temporal Kasus DBD dan Curah Hujan

Secara umum, pola musiman DBD masih terlihat, dengan peningkatan kasus pada awal hingga pertengahan tahun. Meskipun demikian, waktu puncak kasus bervariasi antar wilayah dan antar tahun. Fluktuasi kasus tidak menunjukkan pola yang konsisten sejalan dengan variasi curah hujan. Untuk memperkuat penyajian hasil deskriptif, data jumlah kasus DBD dan akumulasi curah hujan tahunan pada tiga wilayah penelitian disajikan dalam Tabel 2.4. Tabel ini memberikan gambaran numerik mengenai beban kasus dan variasi curah hujan selama periode 2020–2024 sebelum dianalisis lebih lanjut melalui grafik deret waktu bulanan dan analisis korelasi lag.

Tabel 2.4. Distribusi Jumlah Kasus DBD dan Curah Hujan Tahunan pada Tiga Wilayah Penelitian Tahun 2020–2024

Tahun	Curah Hujan (mm)			Kasus DBD		
	Tana Toraja	Bulukumba	Makassar	Tana Toraja	Bulukumba	Makassar
2020	3.770	2.402	3.009	7	161	361
2021	3.208	2.101	4.442	76	112	583
2022	2.977	2.324	3.617	221	135	523
2023	2.051	1.566	2.648	278	149	506
2024	3.287	2.455	3.165	249	454	797

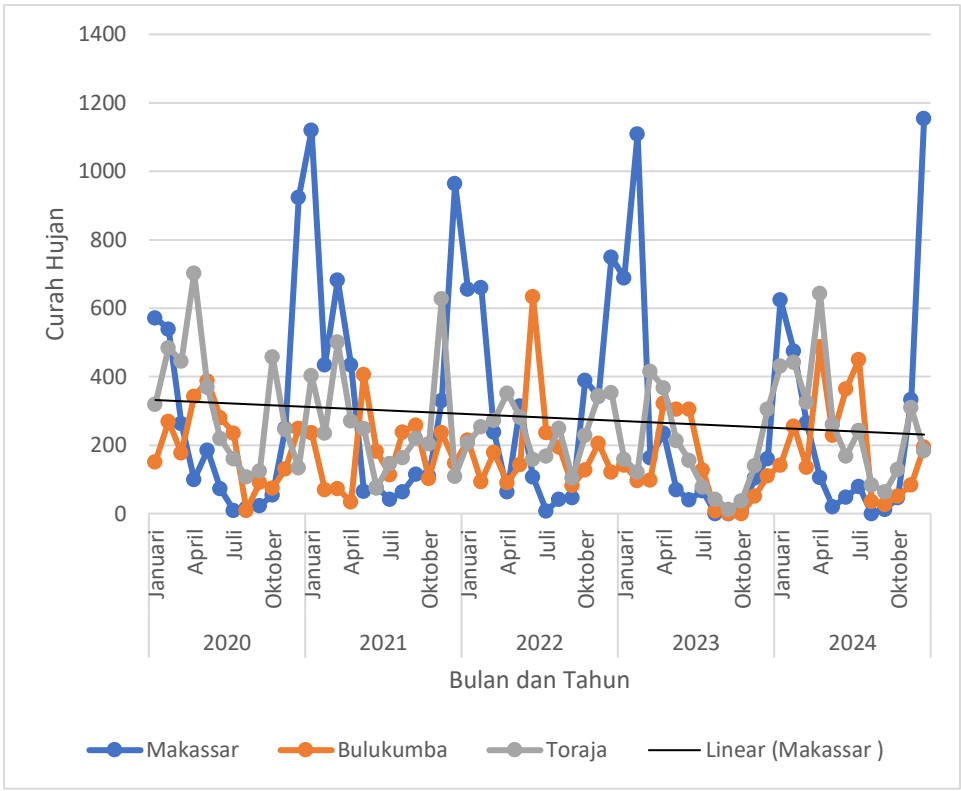
Tabel 2.4 menunjukkan bahwa jumlah kasus DBD dan akumulasi curah hujan tahunan tidak selalu bergerak dalam pola yang sama pada tiga wilayah penelitian. Kota Makassar mencatat curah hujan tertinggi pada tahun 2021 sebesar 4.442 mm, tetapi jumlah kasus DBD tertinggi terjadi pada tahun 2024 sebanyak 797 kasus. Kabupaten Bulukumba menunjukkan curah hujan tahunan tertinggi pada tahun 2024 sebesar 2.455 mm dan pada tahun yang sama mencatat peningkatan kasus DBD tertinggi sebanyak 454 kasus. Sementara itu, Kabupaten Tana Toraja mencatat curah hujan tertinggi pada tahun 2020 sebesar 3.770 mm, tetapi jumlah kasus DBD tertinggi terjadi pada tahun 2023 sebanyak 278 kasus. Pola ini menunjukkan bahwa akumulasi curah hujan tahunan belum cukup menjelaskan variasi kasus DBD, sehingga diperlukan analisis deret waktu bulanan dan analisis lag untuk menilai hubungan temporal yang lebih tepat.



Gambar 2.12 Grafik *Kasus DBD Berdasarkan Waktu dan Tempat per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020–2024*

Gambar 2.12 menunjukkan bahwa Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja memiliki pola temporal kejadian DBD yang relatif serupa. Peningkatan kasus umumnya terjadi pada awal hingga pertengahan tahun, kemudian menurun pada paruh akhir tahun. Kesamaan pola tersebut mengindikasikan adanya faktor musiman yang bekerja secara regional di Provinsi Sulawesi Selatan. Namun, besarnya peningkatan kasus berbeda antarwilayah. Kota Makassar memperlihatkan jumlah kasus tertinggi dengan fluktuasi yang lebih tajam, sedangkan Kabupaten Bulukumba menunjukkan amplitudo peningkatan yang lebih rendah. Kabupaten Tana Toraja cenderung mengikuti pola waktu yang sama, tetapi dengan jumlah kasus yang lebih kecil pada sebagian besar periode pengamatan. Temuan ini menunjukkan adanya sinkronisasi musiman antarwilayah, tetapi tidak membuktikan bahwa curah hujan pada bulan yang sama menjadi determinan utama kejadian DBD. Perbedaan amplitudo kasus mengindikasikan bahwa karakteristik lingkungan, kepadatan penduduk, mobilitas, kondisi sosial-ekologis, dan pelaksanaan pengendalian vektor turut membentuk dinamika DBD pada masing-masing wilayah. Untuk melihat pola perubahan

kasus DBD secara lebih rinci menurut bulan dan wilayah, distribusi temporal kasus DBD selama tahun 2020–2024 disajikan pada Gambar 2.13



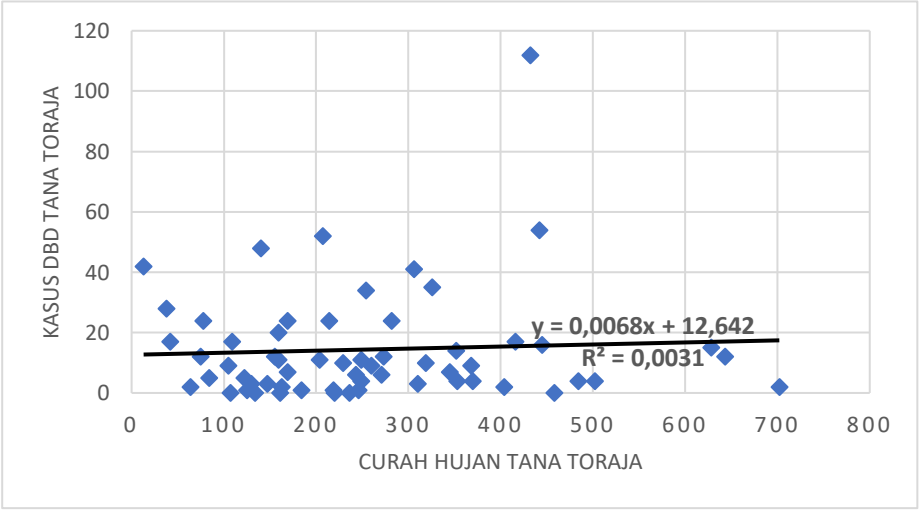
Gambar 2.13. Grafik *Curah Hujan Berdasarkan Waktu dan Tempat per kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020–2024*

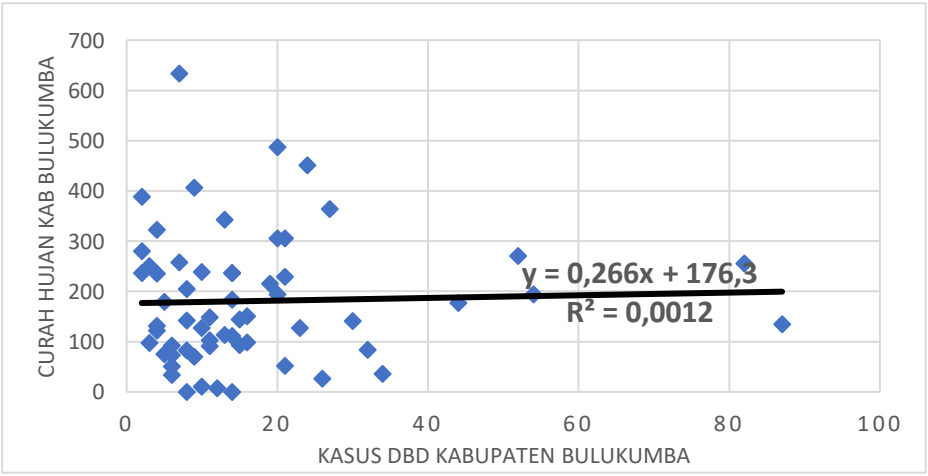
Gambar 2.13 menunjukkan bahwa Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja memiliki pola temporal curah hujan yang cenderung serupa. Curah hujan umumnya meningkat pada awal hingga pertengahan tahun, kemudian menurun pada paruh akhir tahun sebelum kembali meningkat pada awal tahun berikutnya. Pola tersebut mengindikasikan adanya pengaruh sistem musim regional di Provinsi Sulawesi Selatan. Namun, besarnya curah hujan berbeda antarwilayah. Kota Makassar memperlihatkan fluktuasi paling tajam dengan beberapa puncak curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Tana Toraja. Kabupaten Bulukumba menunjukkan variasi yang relatif lebih stabil dengan amplitudo lebih rendah, sedangkan Kabupaten Tana Toraja memperlihatkan distribusi curah hujan yang lebih merata

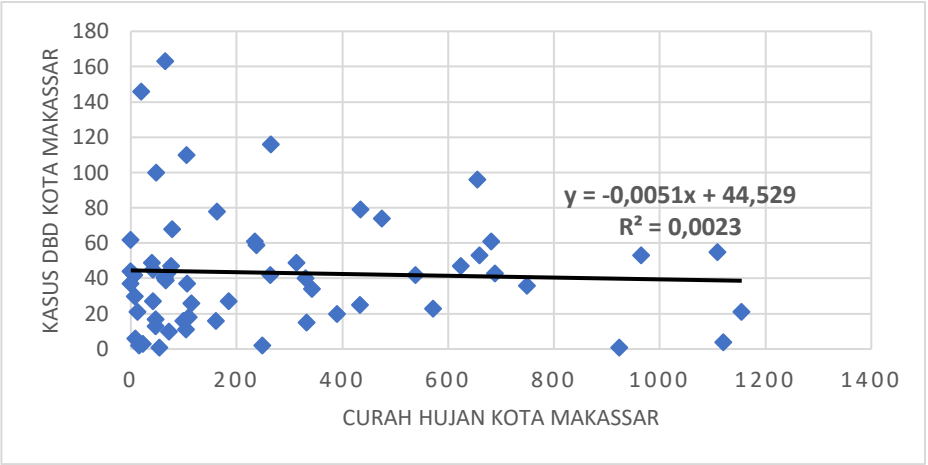
sepanjang tahun. Temuan ini menunjukkan adanya sinkronisasi musim hujan antarwilayah, tetapi intensitas dan variasinya tetap dipengaruhi oleh karakteristik geografis dan topografi masing-masing wilayah. Kesamaan pola visual antara curah hujan dan kasus DBD belum membuktikan adanya hubungan statistik secara langsung. Analisis korelasi selanjutnya digunakan untuk menilai hubungan antara variasi curah hujan dan perubahan jumlah kasus DBD pada ketiga wilayah penelitian.

b. Hubungan Curah Hujan dan Kejadian DBD

Sebelum dilakukan analisis korelasi, hubungan antara curah hujan bulanan dan jumlah kasus DBD pada bulan yang sama (*lag* 0) diamati secara visual menggunakan diagram sebar (*scatter plot*) dan garis regresi linear. Pendekatan ini bertujuan mengidentifikasi pola umum hubungan, arah kecenderungan, serta sebaran data pada setiap wilayah penelitian. Visualisasi hubungan tersebut disajikan pada gambar 2.14.







Gambar 2.14. Diagram Sebar (*scatter plot*) antara Curah Hujan dan kejadian DBD Di Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Bulukumba dan Kota Makassar

Gambar 2.14 menunjukkan hubungan deskriptif antara curah hujan bulanan dan jumlah kasus DBD pada bulan yang sama (*lag* 0) di Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Bulukumba, dan Kota Makassar selama periode 2020–2024. Secara umum, titik-titik pengamatan pada ketiga diagram sebar tersebar luas dan tidak membentuk pola linear yang jelas. Garis regresi tampak hampir mendatar dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati nol. Pola tersebut menunjukkan bahwa curah hujan pada bulan yang sama hanya memiliki hubungan linear yang sangat lemah dengan jumlah kasus DBD.

Di Kabupaten Tana Toraja yang didominasi wilayah dataran tinggi, persamaan garis regresi adalah y = 0,0068x + 12,642 dengan nilai R^2 = 0,0031. Kemiringan garis menunjukkan arah hubungan positif yang sangat lemah. Secara deskriptif, setiap peningkatan curah hujan sebesar 1 mm berkaitan dengan peningkatan rata-rata sekitar 0,0068 kasus DBD. Namun, nilai R^2 sebesar 0,0031 menunjukkan bahwa curah hujan bulan berjalan hanya menjelaskan sekitar 0,31% variasi jumlah kasus DBD. Sebaran titik yang tidak teratur juga memperlihatkan bahwa peningkatan curah hujan tidak selalu diikuti oleh peningkatan kasus pada bulan yang sama.

Di Kabupaten Bulukumba yang memiliki topografi heterogen dari pesisir hingga perbukitan, persamaan garis regresi adalah y = 0,0046x + 16,101 dengan nilai R^2 = 0,0012. Arah garis regresi bersifat positif, tetapi kekuatannya sangat lemah. Secara deskriptif,

peningkatan curah hujan sebesar 1 mm berkaitan dengan peningkatan rata-rata sekitar 0,0046 kasus DBD. Nilai R^2 menunjukkan bahwa curah hujan bulan berjalan hanya menjelaskan sekitar 0,12% variasi jumlah kasus. Pola titik yang menyebar tanpa kecenderungan linear menegaskan bahwa variasi curah hujan pada bulan yang sama hampir tidak dapat menjelaskan perubahan jumlah kasus DBD di Kabupaten Bulukumba.

Di Kota Makassar sebagai wilayah urban dataran rendah, persamaan garis regresi adalah $y = -0{,}0051x + 44{,}529$ dengan nilai $R^2 = 0{,}0023$. Kemiringan garis menunjukkan arah hubungan negatif yang sangat lemah. Secara deskriptif, setiap peningkatan curah hujan sebesar 1 mm berkaitan dengan penurunan rata-rata sekitar 0,0051 kasus DBD. Namun, nilai R^2 sebesar 0,0023 menunjukkan bahwa curah hujan hanya menjelaskan sekitar 0,23% variasi jumlah kasus DBD. Sebaran titik memperlihatkan bahwa jumlah kasus yang tinggi maupun rendah dapat terjadi pada berbagai tingkat curah hujan.

Secara keseluruhan, hubungan linear antara curah hujan dan jumlah kasus DBD pada bulan yang sama sangat lemah pada ketiga wilayah penelitian. Hal tersebut ditunjukkan oleh garis regresi yang hampir mendatar, sebaran titik yang tidak membentuk pola tertentu, serta nilai R^2 yang mendekati nol. Temuan deskriptif ini menunjukkan bahwa curah hujan bulan berjalan belum cukup menjelaskan variasi jumlah kasus DBD. Analisis dengan mempertimbangkan jeda waktu diperlukan karena pengaruh curah hujan terhadap pembentukan habitat vektor, perkembangan nyamuk, transmisi virus, munculnya gejala, dan pelaporan kasus dapat terjadi secara tertunda.

Berdasarkan hasil hubungan deskriptif tersebut, analisis selanjutnya dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman untuk mengevaluasi hubungan antara curah hujan dan kejadian DBD pada bulan yang sama (*lag* 0). Hasil analisis disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.5. Hasil Uji Korelasi Spearman antara Curah Hujan dan Kejadian DBD Bulanan di Tiga Wilayah Penelitian, 2020–2024

Wilayah Kab/Kota	**n (bulan)**	**Koefisien Korelasi (ρ)***	**Nilai p**
Tana Toraja	60	0.015	0,912
Bulukumba	60	0,036	0,785
Makassar	60	0.088	0,502

Keterangan : *Uji korelasi menggunakan Spearman’s rho (ρ).

Pemilihan uji korelasi Spearman didasarkan pada hasil uji normalitas yang menunjukkan bahwa data curah hujan dan jumlah kasus DBD tidak berdistribusi normal. Tabel 2.3 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara curah hujan dan kejadian DBD pada bulan yang sama di seluruh wilayah penelitian. Kabupaten Tana Toraja menunjukkan korelasi positif yang sangat lemah (ρ = 0,015; p = 0,912), diikuti Kabupaten Bulukumba (ρ = 0,036; p = 0,785) dan Kota Makassar (ρ = 0,088; p = 0,502). Seluruh koefisien korelasi mendekati nol dan seluruh nilai p lebih besar dari 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan curah hujan pada bulan yang sama tidak berasosiasi secara signifikan dengan perubahan jumlah kasus DBD bulanan pada wilayah dataran tinggi, sedang, dan rendah selama periode 2020–2024.

2.4.1.3 Hubungan Curah Hujan dan DBD Berdasarkan Analisis Lag 0–3 Bulan

Hasil penelitian mendukung perlunya analisis lanjutan menggunakan pendekatan lag waktu, karena secara biologis peningkatan curah hujan tidak langsung menghasilkan kasus DBD. Curah hujan terlebih dahulu dapat membentuk habitat perindukan *Aedes*, kemudian diikuti perkembangan larva menjadi nyamuk dewasa, proses infeksi virus, masa inkubasi, munculnya gejala, dan pelaporan kasus. Analisis lag disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.6. Korelasi Spearman Lag antara Curah Hujan Bulanan dan Kejadian DBD di Tiga Wilayah Penelitian, 2020–2024

Wilayah Kab/Kota	Lag 0 ρ	Lag 0 p	Lag 1 ρ	Lag 1 p	Lag 2 ρ	Lag 2 p	Lag 3 ρ	Lag 3 p
Tana Toraja	0,015	0,912	-0,030	0,823	-0,039	0,774	-0,120	0,373
Bulukumba	0,036	0,785	0,138	0,296	0,111	0,407	-0,120	0,374
Makassar	0,088	0,502	0,397	0,002	0,578	<0,001	0,538	<0,001

Keterangan: Lag 1, lag 2, dan lag 3 menunjukkan curah hujan pada bulan t yang dikorelasikan dengan kejadian DBD pada bulan t+1, t+2, dan t+3. ρ = koefisien korelasi Spearman.

Tabel 2.6 menunjukkan bahwa hubungan antara curah hujan dan kejadian DBD berdasarkan lag 0–3 bulan memiliki pola yang berbeda pada masing-masing wilayah penelitian. Kabupaten Tana Toraja menunjukkan korelasi yang sangat lemah dan tidak bermakna pada seluruh lag. Pada lag 0 diperoleh ρ = 0,015; p = 0,912, lag 1 ρ = −0,030; p = 0,823, lag 2 ρ = −0,039; p = 0,774, dan lag 3 ρ = −0,120; p = 0,373. Nilai koefisien yang mendekati nol menunjukkan bahwa perubahan curah hujan tidak memiliki hubungan yang jelas dengan

jumlah kasus DBD, baik pada bulan yang sama maupun hingga tiga bulan berikutnya.

Kabupaten Bulukumba juga tidak menunjukkan hubungan yang bermakna pada seluruh lag. Korelasi pada lag 0 sangat lemah positif (ρ = 0,036; p = 0,785), meningkat sedikit pada lag 1 (ρ = 0,138; p = 0,296) dan lag 2 (ρ = 0,111; p = 0,407), kemudian berubah menjadi negatif sangat lemah pada lag 3 (ρ = −0,120; p = 0,374). Meskipun terdapat perubahan arah korelasi, seluruh nilai p lebih besar dari 0,05 sehingga tidak terdapat bukti hubungan temporal yang signifikan antara curah hujan dan kejadian DBD di Kabupaten Bulukumba.

Kota Makassar menunjukkan pola yang berbeda. Pada lag 0, hubungan curah hujan dan kejadian DBD masih sangat lemah dan tidak bermakna (ρ = 0,088; p = 0,502). Namun, pada lag 1 ditemukan korelasi positif sedang dan bermakna (ρ = 0,397; p = 0,002). Kekuatan korelasi meningkat pada lag 2 menjadi positif kuat dan bermakna (ρ = 0,578; p < 0,001), kemudian tetap positif kuat pada lag 3 (ρ = 0,538; p < 0,001). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan di Kota Makassar cenderung diikuti oleh peningkatan kasus DBD satu hingga tiga bulan kemudian, dengan hubungan terkuat pada lag 2 bulan.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa hubungan curah hujan dan kejadian DBD bersifat tertunda dan spesifik wilayah. Hubungan yang bermakna hanya ditemukan di Kota Makassar pada lag 1–3 bulan, sedangkan di Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Tana Toraja tidak ditemukan hubungan yang signifikan pada seluruh lag. Temuan ini menunjukkan bahwa curah hujan tidak memberikan pola hubungan yang seragam pada wilayah dataran tinggi, sedang, dan rendah.

2.4.1.4 Interpretasi Regresi Binomial Negatif sebagai Analisis Sensitivitas

Sebagai analisis lanjutan, dilakukan uji regresi binomial negatif untuk menilai besarnya asosiasi antara curah hujan dan jumlah kasus DBD bulanan dengan mempertimbangkan jeda waktu (*lag*) 0–3 bulan. Curah hujan dalam model diskalakan untuk setiap peningkatan 100 mm, sedangkan besarnya asosiasi dinyatakan dalam *incidence rate ratio* (IRR) beserta interval kepercayaan 95%. Analisis ini digunakan sebagai analisis sensitivitas eksploratif untuk menilai konsistensi pola hubungan yang sebelumnya ditemukan melalui uji korelasi Spearman. Hasil regresi binomial negatif disajikan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.7. Hasil Regresi Binomial Negatif Eksploratif Jumlah Kasus DBD Bulanan terhadap Curah Hujan per 100 mm pada Lag 0–3 Bulan Tahun 2020–2024

Wilayah kabupaten/kota	Lag	IRR per 100 mm*	95% CI	Nilai p*	Interpretasi
Tana Toraja	Lag 0	1,049	0,881–1,248	0,592	TS
	Lag 1	0,953	0,803–1,130	0,579	TS
	Lag 2	0,927	0,792–1,085	0,345	TS
	Lag 3	0,829	0,710–0,968	0,018	S
Bulukumba	Lag 0	1,034	0,824–1,297	0,774	TS
	Lag 1	1,077	0,867–1,337	0,502	TS
	Lag 2	1,002	0,825–1,218	0,982	TS
	Lag 3	0,879	0,727–1,063	0,183	TS
Makassar	Lag 0	0,986	0,905–1,076	0,757	TS
	Lag 1	1,083	0,984–1,191	0,102	TS
	Lag 2	1,127	1,020–1,246	0,018	S
	Lag 3	1,113	1,009–1,228	0,033	S

IRR = *Incidence Rate Ratio*; CI = *Confidence Interval*; Lag 0 = curah hujan dan kasus DBD pada bulan yang sama; Lag 1–3 = curah hujan satu sampai tiga bulan sebelum kejadian DBD; S = signifikan; TS = tidak signifikan. Curah hujan diskalakan untuk setiap peningkatan 100 mm. Nilai $p < 0,05$ dinyatakan signifikan secara statistik.

*Hasil analisis menggunakan uji regresi binomial negatif eksploratif.

Tabel 2.7 menunjukkan bahwa hasil regresi binomial negatif eksploratif memperlihatkan pola hubungan curah hujan dan jumlah kasus DBD yang berbeda pada setiap wilayah dan periode lag. Di Kabupaten Tana Toraja sebagai wilayah dataran tinggi, curah hujan pada lag 0, lag 1, dan lag 2 tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan jumlah kasus DBD. Pada lag 3 ditemukan hubungan negatif yang signifikan dengan IRR sebesar 0,829 (95% CI: 0,710–0,968; p = 0,018). Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan curah hujan sebesar 100 mm tiga bulan sebelumnya berasosiasi dengan jumlah kasus DBD sebesar 0,829 kali atau penurunan sekitar 17,1%. Namun, karena analisis ini bersifat ekologis dan eksploratif, hubungan negatif tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati.

Di Kabupaten Bulukumba sebagai wilayah representatif dataran sedang, tidak ditemukan hubungan yang signifikan pada seluruh periode lag. Nilai IRR pada lag 0 hingga lag 2 berada di sekitar 1, sedangkan pada lag 3 diperoleh IRR sebesar 0,879. Meskipun terdapat variasi arah hubungan, seluruh nilai p lebih besar dari 0,05 dan interval kepercayaan mencakup nilai 1. Hal ini menunjukkan bahwa belum terdapat bukti statistik mengenai hubungan curah hujan dengan jumlah kasus DBD bulanan di Kabupaten Bulukumba. Di Kota Makassar

sebagai wilayah dataran rendah, curah hujan pada lag 0 dan lag 1 tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan jumlah kasus DBD. Namun, hubungan positif yang signifikan ditemukan pada lag 2 dengan IRR sebesar 1,127 (95% CI: 1,020–1,246; p = 0,018). Artinya, setiap peningkatan curah hujan sebesar 100 mm dua bulan sebelumnya berasosiasi dengan peningkatan jumlah kasus DBD sekitar 12,7%. Hubungan positif yang signifikan juga ditemukan pada lag 3 dengan IRR sebesar 1,113 (95% CI: 1,009–1,228; p = 0,033), yang menunjukkan peningkatan jumlah kasus DBD sekitar 11,3% untuk setiap peningkatan curah hujan sebesar 100 mm tiga bulan sebelumnya.

Secara keseluruhan, hasil regresi binomial negatif mendukung adanya asosiasi yang tertunda dan spesifik wilayah. Hubungan positif yang signifikan ditemukan di Kota Makassar pada lag 2 dan lag 3, sedangkan hubungan negatif yang signifikan ditemukan di Kabupaten Tana Toraja pada lag 3. Tidak ditemukan hubungan yang signifikan di Kabupaten Bulukumba pada seluruh lag. Temuan ini menunjukkan bahwa hubungan curah hujan dan kejadian DBD tidak seragam pada wilayah dataran tinggi, sedang, dan rendah.

2.4.2. Pembahasan

Pembahasan dalam penelitian ini diarahkan untuk menginterpretasikan temuan secara komprehensif berdasarkan kerangka epidemiologi lingkungan dan spasial, dengan menempatkan curah hujan sebagai salah satu faktor makroklimatik yang berinteraksi dengan karakter wilayah, populasi, lingkungan, vektor, dan dinamika penularan dengue. Uraian pembahasan disusun mengikuti urutan hasil penelitian, yaitu distribusi spasial jumlah kasus dan angka insidensi DBD, pola temporal curah hujan dan kejadian DBD, hubungan curah hujan dengan kejadian DBD pada lag 0–3 bulan, serta perbedaan asosiasi curah hujan terhadap jumlah kasus berdasarkan regresi binomial negatif. Setiap temuan dibahas dengan mengaitkannya pada teori yang relevan, hasil penelitian sebelumnya, karakter topografi wilayah penelitian, serta implikasinya terhadap surveilans dan pengendalian DBD. Dengan pendekatan tersebut, pembahasan tidak hanya menjelaskan kebermaknaan statistik, tetapi juga menilai konsistensi temuan, plausibilitas biologis, konteks ekologis, dan batas interpretasinya pada tingkat wilayah**.**

2.4.2.1 Distribusi Spasial Jumlah Kasus dan Angka Insidensi DBD di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020–2024

Hasil pemetaan pada Gambar 2.1 sampai Gambar 2.10 menunjukkan bahwa distribusi Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Sulawesi Selatan selama tahun 2020–2024 bersifat heterogen dan mengalami perubahan antarwilayah maupun antartahun. Pola yang terbentuk pada peta jumlah kasus tidak selalu

sama dengan pola pada peta angka insidensi. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa jumlah kasus dan angka insidensi merepresentasikan dua dimensi epidemiologis yang berbeda. Jumlah kasus menggambarkan beban absolut penyakit yang harus ditangani oleh sistem pelayanan kesehatan, sedangkan angka insidensi menggambarkan risiko terjadinya penyakit setelah jumlah kasus dibandingkan dengan jumlah penduduk yang berisiko.

Dalam epidemiologi spasial, distribusi penyakit tidak hanya dipahami berdasarkan keberadaan kasus pada suatu lokasi, tetapi sebagai hasil interaksi antara populasi berisiko, karakter lingkungan, struktur permukiman, mobilitas penduduk, ketersediaan habitat vektor, dan kondisi sosial wilayah. Penggunaan jumlah kasus saja cenderung menonjolkan wilayah dengan jumlah penduduk besar, sedangkan angka insidensi memberikan ukuran risiko yang telah mempertimbangkan denominator populasi. Oleh karena itu, pembacaan kedua indikator secara bersamaan diperlukan agar penentuan prioritas pengendalian tidak hanya berorientasi pada wilayah dengan kasus terbanyak, tetapi juga mencakup wilayah dengan intensitas risiko yang tinggi. Pendekatan ini sejalan dengan pemetaan risiko dengue yang menempatkan variasi spasial sebagai dasar untuk mengenali wilayah prioritas dan menyusun intervensi yang lebih tepat sasaran (Haryanto et al., 2025; Pakaya et al., 2023).

Kabupaten Tana Toraja memperlihatkan bahwa jumlah kasus absolut yang lebih rendah tidak selalu mencerminkan risiko populasi yang rendah. Pada beberapa tahun, angka insidensi di wilayah ini berada pada kategori tinggi meskipun jumlah kasusnya lebih rendah dibandingkan Kota Makassar. Kondisi tersebut dapat terjadi karena jumlah kasus dibagi dengan populasi yang relatif lebih kecil sehingga peningkatan kasus dalam jumlah sedang dapat menghasilkan angka insidensi yang tinggi. Secara epidemiologis, temuan ini menunjukkan bahwa Tana Toraja tidak dapat diposisikan sebagai wilayah prioritas rendah hanya berdasarkan jumlah kasus absolut. Angka insidensi yang tinggi menunjukkan adanya intensitas risiko yang perlu direspons melalui surveilans aktif, deteksi dini, dan penelusuran faktor risiko lokal.

Keberadaan kasus dan angka insidensi tinggi pada Kabupaten Tana Toraja juga menunjukkan bahwa elevasi tidak berfungsi sebagai faktor protektif absolut terhadap dengue. Secara teori, elevasi dapat memengaruhi suhu, kelembapan, perkembangan larva, umur nyamuk dewasa, frekuensi menggigit, dan masa inkubasi ekstrinsik virus. Suhu yang lebih rendah pada wilayah dataran tinggi dapat memperlambat

beberapa proses biologis tersebut, tetapi tidak selalu menghentikan siklus penularan. Risiko tetap dapat muncul apabila terdapat kantong permukiman dengan suhu mikro yang sesuai, kelembapan yang mencukupi, kontainer produktif, mobilitas manusia, dan peluang kontak manusia–vektor. Temuan ini sejalan dengan penelitian Arsin et al. (2020) yang menunjukkan bahwa ketinggian wilayah perlu dibaca bersama faktor iklim, kepadatan penduduk, dan mobilitas dalam menjelaskan kejadian dengue (Arsin et al., 2020).

Kabupaten Bulukumba menunjukkan pola spasial yang lebih fluktuatif. Pada beberapa tahun, wilayah ini berada pada kategori sedang, sedangkan pada periode lainnya mengalami peningkatan berdasarkan jumlah kasus maupun angka insidensi. Perubahan tersebut mencerminkan karakter Bulukumba sebagai wilayah administratif yang heterogen. Kabupaten ini mencakup kawasan pesisir, dataran rendah, wilayah transisi, dan perbukitan, sehingga di dalam satu wilayah administratif terdapat variasi kepadatan penduduk, pola permukiman, mobilitas, akses pelayanan kesehatan, penggunaan lahan, dan kesesuaian habitat vektor.

Dalam teori epidemiologi spasial, unit wilayah administratif yang luas dapat menyembunyikan variasi risiko pada tingkat yang lebih kecil. Risiko yang tinggi pada satu kecamatan atau desa dapat tertutupi ketika seluruh data digabungkan menjadi satu nilai kabupaten. Kondisi tersebut dikenal sebagai efek agregasi spasial, yaitu ketika pola lokal menjadi kurang terlihat karena analisis dilakukan pada unit geografis yang terlalu luas. Studi pemodelan spasial DBD menunjukkan bahwa distribusi dengue dipengaruhi oleh kombinasi faktor lingkungan, kepadatan penduduk, iklim, penggunaan lahan, dan mobilitas, sehingga satu wilayah administratif dapat memiliki beberapa karakter risiko yang berbeda (Pakaya et al., 2023). Oleh karena itu, pola Bulukumba lebih tepat dipahami sebagai *transitional heterogeneous risk*, yaitu risiko pada wilayah transisi yang berubah menurut karakter subwilayah dan tidak dapat diperlakukan sebagai kondisi yang homogen.

Kota Makassar secara konsisten menunjukkan beban kasus DBD yang tinggi selama periode pengamatan. Kondisi ini mencerminkan karakter wilayah perkotaan dengan jumlah penduduk besar, kepadatan permukiman tinggi, mobilitas intensif, konektivitas antarkawasan, serta lingkungan terbangun yang luas. Urbanisasi, pertumbuhan penduduk, dan ekspansi permukiman dapat meningkatkan jumlah kontainer buatan, memperbesar peluang keberadaan *Aedes aegypti*, dan meningkatkan frekuensi kontak

manusia–vektor. Kolimenakis et al. (2021) menegaskan bahwa urbanisasi dan perubahan lingkungan terbangun merupakan komponen penting dalam pembentukan risiko penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes (Kolimenakis et al., 2021)*.

Meskipun jumlah kasus di Makassar tinggi, angka insidensinya tidak selalu menjadi yang tertinggi karena jumlah penduduk sebagai denominator juga besar. Dengan demikian, Makassar lebih tepat dipahami sebagai wilayah dengan beban absolut penyakit, beban pelayanan kesehatan, dan beban surveilans yang tinggi. Perbedaan antara jumlah kasus dan angka insidensi memiliki implikasi penting bagi program pengendalian. Peta jumlah kasus dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan tenaga kesehatan, kapasitas fasilitas pelayanan, logistik, pelaporan, dan respons terhadap lonjakan kasus. Sebaliknya, peta angka insidensi lebih tepat digunakan untuk mengenali wilayah dengan intensitas risiko populasi yang tinggi. Wilayah dengan kasus besar memerlukan penguatan kapasitas layanan dan respons cepat, sedangkan wilayah dengan angka insidensi tinggi memerlukan deteksi dini, surveilans aktif, dan intervensi pencegahan yang lebih intensif.

Temuan spasial penelitian ini memperkuat teori ekologi penyakit yang memandang kejadian DBD sebagai hasil interaksi antara agen, vektor, manusia, dan lingkungan. Risiko tidak ditentukan oleh elevasi atau curah hujan secara tunggal, tetapi oleh kombinasi karakter ruang, kepadatan dan mobilitas penduduk, habitat vektor, lingkungan terbangun, serta perilaku rumah tangga. Oleh karena itu, penggunaan peta jumlah kasus dan angka insidensi secara simultan memberikan dasar yang lebih kuat untuk menetapkan prioritas pengendalian berbasis beban dan risiko wilayah.

Analisis spasial dalam penelitian ini memberikan gambaran penting mengenai perbedaan distribusi beban dan risiko DBD pada tingkat kabupaten/kota. Namun, peta yang dihasilkan masih merupakan peta tematik deskriptif sehingga belum dapat digunakan untuk menyimpulkan adanya klaster atau *hot spot* secara statistik. Interpretasi spasial perlu dibatasi pada pola distribusi wilayah, sedangkan pembuktian pengelompokan spasial memerlukan analisis lanjutan seperti Moran’s I, LISA, Getis-Ord Gi*, atau analisis *hot spot* pada unit geografis yang lebih kecil.

2.4.2.2 Pola Temporal Curah Hujan dan Kejadian DBD Tahun 2020–2024

Berdasarkan Tabel 2.4 serta Gambar 2.12 dan Gambar 2.13, pola temporal curah hujan dan kejadian Demam Berdarah Dengue

selama tahun 2020–2024 menunjukkan fluktuasi bulanan yang berulang pada ketiga wilayah penelitian. Baik grafik kasus DBD maupun grafik curah hujan memperlihatkan adanya periode peningkatan dan penurunan yang cenderung berulang dalam siklus tahunan. Kasus DBD secara umum meningkat pada awal hingga pertengahan tahun dan kemudian menurun pada periode tertentu, sedangkan curah hujan juga memperlihatkan pola peningkatan pada musim penghujan dan penurunan pada periode yang lebih kering. Kesamaan pola tersebut menunjukkan bahwa dinamika DBD masih memiliki komponen musiman yang berkaitan dengan perubahan kondisi lingkungan sepanjang tahun.

Meskipun kedua grafik menunjukkan pola fluktuasi bulanan yang relatif serupa, waktu puncak curah hujan tidak selalu bertepatan dengan puncak kasus DBD. Pada beberapa periode, peningkatan kasus terjadi setelah peningkatan curah hujan, sedangkan pada periode lain kasus masih tinggi ketika curah hujan mulai menurun. Dengan demikian, kesamaan yang terlihat lebih menggambarkan kesamaan pola musiman secara umum, bukan hubungan langsung atau kesesuaian puncak pada bulan yang sama. Temuan ini memperlihatkan bahwa curah hujan dapat membentuk kondisi ekologis yang mendukung penularan, tetapi peningkatan kasus baru muncul setelah melalui proses perkembangan vektor, penularan virus, munculnya gejala, pencarian pelayanan kesehatan, dan pencatatan kasus.

Pola bulanan tersebut berbeda dalam intensitas dan kestabilan pada masing-masing wilayah. Kabupaten Tana Toraja memperlihatkan curah hujan yang relatif lebih merata sepanjang tahun, sedangkan kasus DBD tetap mengalami peningkatan pada periode tertentu. Kondisi ini menunjukkan bahwa pola musiman kasus tidak semata-mata ditentukan oleh besarnya curah hujan, tetapi juga oleh suhu mikro, kelembapan, kondisi permukiman, mobilitas penduduk, dan keberadaan kontainer domestik. Pada wilayah dataran tinggi, suhu yang lebih rendah dapat memperlambat perkembangan nyamuk dan masa inkubasi ekstrinsik virus, tetapi tidak menghilangkan risiko apabila lingkungan mikro masih mendukung kelangsungan hidup *Aedes* (Mercier et al., 2022; Reinhold et al., 2018).

Kabupaten Bulukumba menunjukkan pola curah hujan dan kasus DBD yang lebih berfluktuasi. Adanya peningkatan dan penurunan yang berulang pada kedua grafik menunjukkan komponen musiman, tetapi hubungan antarvariabel tidak selalu konsisten dari

bulan ke bulan. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh heterogenitas geografis Bulukumba yang mencakup kawasan pesisir, dataran rendah, wilayah transisi, dan perbukitan. Perbedaan kondisi lingkungan pada setiap subwilayah dapat menghasilkan respons ekologis yang berbeda terhadap curah hujan sehingga pola pada tingkat kabupaten merupakan hasil agregasi dari berbagai pola lokal.

Kota Makassar memperlihatkan fluktuasi curah hujan yang lebih tajam serta jumlah kasus DBD yang lebih tinggi. Pada grafik temporal, periode peningkatan curah hujan pada umumnya diikuti oleh peningkatan kasus pada periode berikutnya, walaupun tidak selalu pada bulan yang sama. Pola ini menunjukkan adanya keterlambatan antara terbentuknya kondisi lingkungan yang mendukung perkembangan vektor dan munculnya kasus klinis. Karakter Makassar sebagai wilayah urban dengan kepadatan penduduk tinggi, mobilitas intensif, permukiman padat, serta banyaknya kontainer buatan dapat memperkuat perubahan peluang ekologis menjadi risiko penularan.

Secara teoritis, kesamaan pola musiman antara curah hujan dan kasus DBD dapat dijelaskan melalui rantai transmisi penyakit tular vektor. Curah hujan meningkatkan ketersediaan air pada kontainer alami maupun buatan. Air yang tertampung dapat menjadi habitat perkembangan telur, larva, dan pupa *Aedes*. Setelah nyamuk dewasa terbentuk, masih diperlukan proses infeksi pada vektor, masa inkubasi ekstrinsik virus, penularan kepada manusia, masa inkubasi intrinsik, timbulnya gejala, pencarian pelayanan kesehatan, serta pencatatan dalam sistem surveilans. Rangkaian tersebut menyebabkan pola kasus dapat mengikuti pola curah hujan secara umum, tetapi dengan puncak yang bergeser atau tertunda (Bohmann et al., 2022; S. Islam et al., 2021; Wangdi et al., 2018).

Temuan tersebut menegaskan bahwa kesamaan pola bulanan pada Gambar 2.12 dan Gambar 2.13 merupakan indikasi adanya komponen musiman dalam dinamika DBD, tetapi bukan bukti bahwa curah hujan secara langsung menentukan jumlah kasus pada bulan yang sama. Curah hujan lebih tepat dipahami sebagai faktor makroklimatik distal yang menciptakan peluang ekologis, sedangkan perubahan peluang tersebut menjadi kasus DBD dipengaruhi oleh mikrohabitat *Aedes*, kepadatan vektor, mobilitas manusia, kondisi permukiman, dan perilaku rumah tangga. Karena itu, kesamaan pola temporal perlu dilanjutkan dengan analisis *lag* untuk menilai apakah peningkatan curah hujan berhubungan dengan peningkatan kasus pada satu sampai tiga bulan berikutnya. Secara keseluruhan, draf sebelumnya memang telah menyebut bahwa pola kasus dan curah

hujan tidak sepenuhnya sejajar, tetapi kesamaan fluktuasi musiman pada kedua gambar perlu ditambahkan agar interpretasinya lebih utuh.

2.4.2.3 Hubungan Curah Hujan dan Kejadian DBD pada Lag 0–3 Bulan

Gambar 2.14 dan Tabel 2.5 menunjukkan bahwa hubungan antara curah hujan dan kejadian DBD tidak terbentuk secara langsung dan seragam pada ketiga wilayah penelitian. Diagram sebar pada bulan yang sama memperlihatkan titik-titik pengamatan yang tersebar dan tidak membentuk pola linear yang jelas. Garis kecenderungan yang hampir mendatar serta nilai koefisien determinasi yang sangat kecil menunjukkan bahwa curah hujan pada bulan berjalan hanya menjelaskan sebagian yang sangat kecil dari variasi kasus DBD.

Pola visual tersebut konsisten dengan hasil korelasi Spearman pada lag 0. Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Bulukumba, dan Kota Makassar seluruhnya menunjukkan hubungan yang sangat lemah dan tidak signifikan antara curah hujan dan kasus DBD pada bulan yang sama. Kesamaan hasil antara diagram sebar dan uji Spearman memperkuat kesimpulan bahwa peningkatan curah hujan tidak langsung diikuti oleh peningkatan kasus dalam bulan yang sama.

Hasil lag 0 yang tidak signifikan tidak berarti bahwa curah hujan tidak memiliki relevansi dalam epidemiologi dengue. Temuan tersebut justru menunjukkan bahwa mekanisme pengaruh curah hujan tidak berlangsung secara langsung. Hubungan harus dibaca dalam kerangka waktu yang mencakup pembentukan habitat larva, perkembangan nyamuk, masa inkubasi virus, penularan kepada manusia, munculnya gejala, dan pencatatan kasus.

Kabupaten Tana Toraja tidak menunjukkan hubungan yang signifikan pada lag 0 sampai lag 3. Seluruh koefisien korelasinya sangat lemah dan mendekati nol. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi curah hujan bulanan pada skala kabupaten belum mampu menjelaskan perubahan kasus DBD pada bulan yang sama maupun satu sampai tiga bulan berikutnya. Pada wilayah dataran tinggi, risiko dengue kemungkinan lebih dipengaruhi oleh kombinasi suhu mikro, kelembapan lokal, pola permukiman, kontainer domestik, mobilitas penduduk, dan kantong habitat vektor yang tidak sepenuhnya tercermin dalam data curah hujan agregat.

Tidak adanya korelasi yang signifikan di Tana Toraja tidak dapat diartikan sebagai tidak adanya risiko ekologis. Hasil tersebut lebih tepat menunjukkan adanya ketidaksesuaian skala antara indikator makroklimatik dan proses penularan yang terjadi pada lingkungan mikro. Curah hujan kabupaten menggambarkan kondisi wilayah yang luas, sedangkan habitat *Aedes* dapat terbentuk pada kontainer kecil di sekitar rumah. Dengan demikian, risiko lokal dapat tetap berlangsung meskipun hubungan statistik pada tingkat kabupaten tampak lemah.

Kabupaten Bulukumba juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan pada seluruh lag. Koefisien korelasi berubah dari arah positif sangat lemah pada lag awal menjadi negatif sangat lemah pada lag 3, tetapi seluruh nilai p berada di atas 0,05. Hasil tersebut menunjukkan tidak adanya pola hubungan temporal yang konsisten pada skala kabupaten.

Heterogenitas internal Bulukumba dapat menjadi salah satu penjelasan hubungan yang mungkin terjadi pada kawasan pesisir atau dataran rendah dapat berbeda dari wilayah transisi dan perbukitan. Ketika seluruh subwilayah digabungkan dalam satu analisis, hubungan lokal dapat mengalami *spatial averaging* atau pengenceran akibat agregasi. Temuan tersebut sejalan dengan Abdullah et al. (2022) dan Borges et al. (2024) yang menunjukkan bahwa hubungan iklim dan dengue bersifat kontekstual, dapat berbeda antarwilayah, serta dipengaruhi oleh faktor iklim dan lingkungan lain.

Pola yang berbeda ditemukan di Kota Makassar. Pada lag 0, hubungan antara curah hujan dan kejadian DBD tidak signifikan. Namun, korelasi positif yang signifikan mulai terlihat pada lag 1, meningkat pada lag 2, dan tetap kuat pada lag 3. Hubungan terkuat ditemukan pada lag 2. Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan di Makassar cenderung diikuti peningkatan kasus DBD sekitar satu sampai tiga bulan kemudian, terutama setelah jeda dua bulan.

Jeda tersebut memiliki plausibilitas biologis dan epidemiologis. Setelah curah hujan mengisi kontainer, diperlukan waktu untuk perkembangan telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa. Setelah itu masih diperlukan proses infeksi pada nyamuk, masa inkubasi ekstrinsik virus, penularan kepada manusia, masa inkubasi intrinsik, munculnya gejala, pencarian layanan kesehatan, dan pelaporan kasus. Oleh karena itu, lag 2 tidak hanya merupakan temuan statistik, tetapi juga dapat dijelaskan melalui mekanisme biologis transmisi dengue.

Temuan di Makassar sejalan dengan penelitian deret waktu yang menunjukkan bahwa pengaruh curah hujan terhadap kejadian dengue sering muncul secara tertunda dan tidak selalu linear. Besarnya lag dapat dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, kepadatan penduduk, kondisi permukiman, mobilitas, dan keberadaan habitat vektor (Abdullah et al., 2022; Acharya et al., 2018; S. Islam et al., 2021). Dalam konteks wilayah urban, kepadatan manusia, mobilitas tinggi, dan banyaknya kontainer buatan dapat mempercepat perubahan peluang ekologis menjadi risiko transmisi.

Perbedaan hasil antara ketiga wilayah menunjukkan bahwa hubungan curah hujan dan DBD bersifat spesifik wilayah. Hubungan positif tertunda ditemukan di Makassar, tetapi tidak ditemukan secara signifikan di Bulukumba dan Tana Toraja. Pola tersebut menegaskan bahwa curah hujan tidak dapat digunakan sebagai prediktor tunggal dengan ambang dan jeda waktu yang sama pada seluruh wilayah. Analisis lag memberikan kontribusi dengan menunjukkan bahwa hubungan curah hujan–DBD perlu dipahami berdasarkan konteks ekologis setempat. Namun, korelasi Spearman hanya menilai pola hubungan monoton dan belum sepenuhnya menangkap kemungkinan hubungan non-linear, efek kumulatif, musim, maupun interaksi dengan variabel iklim lain.

Temuan tersebut memiliki implikasi penting terhadap waktu pelaksanaan pengendalian DBD. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia merekomendasikan pelaksanaan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M Plus secara berkelanjutan sepanjang tahun, dengan peningkatan kegiatan terutama pada awal musim hujan dan masa pancaroba karena curah hujan dapat menambah tempat perkembangbiakan nyamuk Aedes (Kemenkes RI, 2016, 2024). Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kasus DBD tidak terjadi pada bulan yang sama dengan peningkatan curah hujan, tetapi muncul setelah jeda waktu satu hingga tiga bulan, khususnya di Kota Makassar. Jeda tersebut secara biologis dapat mencerminkan rangkaian proses mulai dari terbentuknya habitat perindukan, perkembangan telur hingga menjadi nyamuk dewasa, masa inkubasi ekstrinsik virus di dalam tubuh nyamuk, masa inkubasi intrinsik pada manusia, munculnya gejala, pencarian pelayanan kesehatan, hingga pencatatan kasus dalam sistem surveilans. Oleh karena itu, pengendalian vektor sebaiknya dilakukan secara preventif sebelum atau sejak awal musim hujan dan dipertahankan selama musim hujan, bukan menunggu peningkatan kasus. Penelitian Wahid et al. (2019) di Kota Makassar juga menunjukkan bahwa pelaksanaan pengendalian vektor terpadu yang disertai intervensi sebelum musim

penularan berasosiasi dengan penurunan insidensi dengue pada musim hujan berikutnya (Wahid et al., 2019). Dengan demikian, temuan penelitian ini memperkuat rekomendasi Kementerian Kesehatan mengenai pengendalian yang berkelanjutan sekaligus menunjukkan bahwa pola lag curah hujan dapat dimanfaatkan sebagai jendela waktu untuk memperkuat surveilans dan intervensi sebelum peningkatan transmisi terjadi.

2.4.2.4 Perbedaan Asosiasi Curah Hujan terhadap Jumlah Kasus DBD Berdasarkan Regresi Binomial Negatif

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.6, regresi binomial negatif memberikan hasil yang berbeda antara Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Bulukumba, dan Kota Makassar. Analisis ini digunakan sebagai analisis sensitivitas eksploratif untuk menilai besarnya asosiasi curah hujan dengan jumlah kasus DBD bulanan. Penggunaan regresi binomial negatif relevan karena variabel hasil berbentuk data hitung dan dapat mengalami *overdispersion*, yaitu keadaan ketika varians jumlah kasus lebih besar daripada nilai rata-ratanya.

Besarnya asosiasi dalam model dinyatakan menggunakan *incidence rate ratio* atau IRR. Nilai IRR di atas 1 menunjukkan peningkatan ekspektasi jumlah kasus untuk setiap peningkatan curah hujan sebesar 100 mm, sedangkan IRR di bawah 1 menunjukkan penurunan ekspektasi jumlah kasus. Signifikansi statistik dinilai berdasarkan nilai p dan didukung oleh interval kepercayaan 95% yang tidak mencakup nilai 1. Namun, karena model tidak disesuaikan terhadap seluruh kovariat, hasilnya hanya dapat ditafsirkan sebagai asosiasi ekologis dan bukan pengaruh kausal independen.

Pada Kabupaten Tana Toraja, curah hujan pada lag 0 sampai lag 2 tidak menunjukkan asosiasi yang signifikan. Asosiasi negatif yang signifikan ditemukan pada lag 3. Secara matematis, hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan sebesar 100 mm tiga bulan sebelumnya berasosiasi dengan penurunan ekspektasi jumlah kasus sekitar 17,1%. Meskipun demikian, hasil tersebut tidak konsisten dengan analisis Spearman yang tidak menemukan hubungan signifikan pada lag 3.

Ketidakkonsistenan tersebut menunjukkan bahwa hasil Tana Toraja bersifat *model-dependent*. Temuan ini belum cukup kuat untuk menyimpulkan bahwa curah hujan mempunyai efek protektif atau secara langsung menurunkan kejadian DBD. Perbedaan hasil dapat dipengaruhi oleh jumlah kasus yang relatif lebih kecil, distribusi data,

suhu wilayah dataran tinggi, variasi pelaporan, mobilitas penduduk, intervensi pengendalian, maupun variabel lain yang belum dimasukkan ke dalam model.

Secara ekologis, curah hujan memang dapat memberikan efek yang berbeda menurut intensitas dan karakter habitat. Curah hujan dalam jumlah sedang dapat meningkatkan ketersediaan air pada kontainer, sedangkan hujan yang sangat tinggi dapat menyebabkan luapan atau pencucian larva dari habitat tertentu. Benedum et al. (2018) dan Valdez et al. (2018) menunjukkan bahwa hubungan curah hujan dan populasi vektor dapat bersifat tidak linear karena dipengaruhi oleh jenis kontainer, drainase, intensitas hujan, dan karakter lingkungan (Benedum et al., 2018; Valdez et al., 2018). Meskipun demikian, mekanisme tersebut belum dapat dibuktikan secara langsung dalam penelitian ini sehingga asosiasi negatif di Tana Toraja harus tetap ditafsirkan secara hati-hati.

Kabupaten Bulukumba tidak menunjukkan asosiasi yang signifikan pada lag 0 sampai lag 3. Nilai IRR berada di sekitar 1 dan seluruh interval kepercayaan mencakup nilai 1. Hasil tersebut konsisten dengan analisis Spearman dan menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan sebesar 100 mm belum berasosiasi secara konsisten dengan perubahan ekspektasi jumlah kasus DBD pada skala kabupaten.

Heterogenitas wilayah kembali menjadi penjelasan penting. Pengaruh curah hujan pada kawasan pesisir dapat berbeda dari wilayah transisi dan perbukitan. Data yang dianalisis pada skala kabupaten dapat menutupi variasi lokal tersebut. Selain itu, kejadian DBD kemungkinan lebih dipengaruhi oleh faktor proksimal seperti jenis dan letak kontainer, kepadatan jentik, kondisi lingkungan rumah, mobilitas penduduk, dan perilaku pencegahan. Dengan demikian, hasil Bulukumba memberikan dasar untuk menghubungkan analisis makroklimatik pada topik ini dengan analisis mikrohabitat dan perilaku pada topik penelitian berikutnya.

Kota Makassar menunjukkan pola yang paling konsisten. Pada lag 2, peningkatan curah hujan sebesar 100 mm berasosiasi dengan peningkatan ekspektasi jumlah kasus DBD sekitar 12,7%. Pada lag 3, peningkatan curah hujan sebesar 100 mm berasosiasi dengan peningkatan ekspektasi kasus sekitar 11,3%. Kedua hasil tersebut signifikan secara statistik karena nilai p kurang dari 0,05 dan interval kepercayaan 95% tidak mencakup nilai 1.

Konsistensi antara korelasi Spearman dan regresi binomial negatif memperkuat bukti adanya asosiasi positif tertunda di Kota Makassar. Analisis Spearman menunjukkan hubungan positif pada lag 1–3, sedangkan regresi binomial negatif menunjukkan peningkatan ekspektasi kasus yang signifikan pada lag 2 dan lag 3. Kesamaan arah temuan antara kedua pendekatan meningkatkan keyakinan bahwa pola tertunda di Makassar bukan hanya muncul akibat satu jenis analisis statistik.

Meskipun demikian, temuan tersebut tidak boleh dituliskan sebagai bukti bahwa curah hujan menyebabkan peningkatan kasus DBD. Model belum memasukkan suhu, kelembapan, kepadatan penduduk, mobilitas, kepadatan vektor, kondisi kontainer, intervensi pengendalian, maupun faktor sosial ekonomi. Istilah yang tepat adalah bahwa peningkatan curah hujan berasosiasi dengan peningkatan ekspektasi jumlah kasus DBD setelah jeda dua sampai tiga bulan.

Secara programatik, pola di Makassar menunjukkan bahwa curah hujan dapat digunakan sebagai salah satu indikator kewaspadaan dini. Ketika terjadi peningkatan curah hujan, pemeriksaan jentik, pengelolaan kontainer, penguatan 3M Plus, komunikasi risiko, dan kesiapan surveilans kasus dapat ditingkatkan sebelum memasuki periode dua sampai tiga bulan berikutnya. Namun, pendekatan yang sama tidak dapat diterapkan secara seragam di Bulukumba dan Tana Toraja karena kedua wilayah memperlihatkan pola asosiasi yang berbeda.

Secara keseluruhan, regresi binomial negatif memperkuat kesimpulan bahwa hubungan curah hujan dan jumlah kasus DBD berbeda menurut karakter wilayah. Kota Makassar menunjukkan asosiasi positif tertunda yang konsisten, Kabupaten Bulukumba tidak menunjukkan asosiasi signifikan, sedangkan hasil negatif di Kabupaten Tana Toraja perlu ditafsirkan secara hati-hati karena tidak konsisten dengan analisis Spearman. Perbedaan tersebut mendukung teori bahwa curah hujan merupakan faktor makroklimatik distal yang efeknya dimodifikasi oleh lingkungan mikro, topografi, struktur permukiman, mobilitas, kepadatan penduduk, dan perilaku manusia.

Model regresi yang digunakan masih bersifat eksploratif dan belum disesuaikan terhadap seluruh faktor perancu. Oleh karena itu, hasil IRR tidak boleh dipahami sebagai estimasi pengaruh independen curah hujan. Meskipun memiliki keterbatasan tersebut, analisis ini memberikan kontribusi penting karena menunjukkan konsistensi pola positif tertunda di Makassar sekaligus memperlihatkan bahwa hasil

hubungan curah hujan–DBD tidak dapat digeneralisasi pada seluruh karakter wilayah.

2.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis spasial, temporal, korelasi *lag*, dan regresi binomial negatif mengenai hubungan curah hujan dengan kejadian Demam Berdarah Dengue pada wilayah penelitian selama tahun 2020–2024, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Distribusi spasial DBD di Provinsi Sulawesi Selatan selama tahun 2020–2024 bersifat heterogen. Kota Makassar menunjukkan beban kasus absolut yang tinggi, sedangkan Kabupaten Tana Toraja pada beberapa tahun memiliki angka insidensi tinggi meskipun jumlah kasusnya lebih rendah. Kabupaten Bulukumba menunjukkan pola distribusi yang berfluktuasi selama periode pengamatan.
2. Curah hujan dan kejadian DBD di Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja menunjukkan fluktuasi musiman yang berulang. Namun, waktu puncak curah hujan tidak selalu bertepatan dengan puncak kejadian DBD pada masing-masing wilayah.
3. Pada lag 0, curah hujan tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian DBD pada seluruh wilayah penelitian. Hubungan yang signifikan pada lag 1–3 hanya ditemukan di Kota Makassar, dengan hubungan terkuat pada lag 2 bulan.
4. Asosiasi curah hujan dengan kejadian DBD berbeda antarwilayah. Kota Makassar menunjukkan asosiasi positif pada lag 2 dan lag 3, Kabupaten Bulukumba tidak menunjukkan asosiasi yang bermakna, sedangkan Kabupaten Tana Toraja menunjukkan asosiasi negatif pada lag 3 yang perlu ditafsirkan secara hati-hati karena tidak konsisten dengan hasil korelasi Spearman. Temuan ini menunjukkan bahwa curah hujan bukan determinan utama yang bekerja secara seragam terhadap dinamika DBD pada seluruh karakteristik topografi wilayah.

Daftar Pustaka

Abdullah, N. A. M. H., Dom, N. C., Salleh, S. A., Salim, H., & Precha, N. (2022). The association between dengue case and climate: A systematic review and meta-analysis. *One Health*, *15*, 100452. https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2022.100452

Acharya, B. K., Cao, C., Xu, M., Khanal, L., Naeem, S., & ... (2018). Temporal variations and associated remotely sensed environmental variables of dengue fever in Chitwan District, Nepal. In *… international journal of …*. mdpi.com. https://www.mdpi.com/2220-9964/7/7/275

Agus Nurjana, M., Srikandi, Y., Wijatmiko, T. J., Hidayah, N., Isnawati, R., Octaviani, O., Gunawan, G., Samarang, S., Koraang, M. E., Anastasia, H., & Ningsi, N. (2023). Water containers and the preferable conditions for laying eggs by Aedes mosquitoes in Maros Regency, South of Sulawesi, Indonesia. *Journal of Water and Health*, *21*(11), 1741–1746. https://doi.org/10.2166/wh.2023.270

Ahmed, T., Hyder, M. Z., Liaqat, I., & Scholz, M. (2019). Climatic Conditions:

Conventional and Nanotechnology-Based Methods for the Control of Mosquito Vectors Causing Human Health Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(17), 3165. https://doi.org/10.3390/ijerph16173165

Amelinda, Y. S., Wulandari, R. A., & Asyary, A. (2022). The effects of climate factors, population density, and vector density on the incidence of dengue hemorrhagic fever in South Jakarta Administrative City 2016-2020: an ecological study. *Acta Bio-Medica : Atenei Parmensis*, *93*(6). https://doi.org/10.23750/ABM.V93I6.13503

Araújo, J. L. B., Bomfim, R., Sampaio Filho, C. I. N., Cavalcanti, L. P. G., Lima Neto, A. S., Andrade Jr, J. S., & Furtado, V. (2024). The Impact Of COVID-19 Mobility Restrictions On Dengue Transmission In Urban Areas. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *18*(11), e0012644.

Arsin, A. A. (2013). Epidemiology of Dengue Fever in Indonesia. In *Masagena Press*.

Arsin, A. A., Istiqamah, S. N. A., Elisafitri, R., & Nurdin. (2020). Correlational study of climate factor, mobility and the incidence of dengue Hemorrhagic Fever in Kendari, Indonesia. *Enfermería Clínica*, *30*, 280–284. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.06.064

Ayettey, J., Ablorde, A., Amlalo, G. K., Mensah, B. A., & Kudom, A. A. (2023). Entomological surveillance on Aedes aegypti during covid 19 period in Cape Coast, Ghana: Risk of arboviral outbreaks, multiple insecticide resistance and distribution of F1534C, V410L and V1016I kdr mutations. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *17*(5), e0011397. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011397

Bagherzadeh, F., Hemati, S., Mohammadi-Moghadam, F., Sanami, S., Salehifard, A., Ahmad, S., & Farhadkhani, M. (2025). Environmental Determinants of Dengue Fever: A Re-Emerging Threat in the Middle East. *Health Science Reports*, *8*(8), e71177. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/hsr2.71177

Benedum, C. M., Seidahmed, O. M. E., Eltahir, E. A. B., & Markuzon, N. (2018). Statistical modeling of the effect of rainfall flushing on dengue transmission in Singapore. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *12*(12), e0006935. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006935

Bohmann, A. K., Martinez-Berman, L., Senger, A. R., & Wise de Valdez, M. R. (2022). Personality And City Culture Predict Attitudes And Practices Toward Mosquitoes And Mosquito-Borne Diseases In South Texas. *Frontiers in Public Health*, *10*, 919780.

Cavany, S. M., España, G., Vazquez-Prokopec, G. M., Scott, T. W., & Perkins, T. A. (2023a). Correction: Pandemic-associated mobility restrictions could cause increases in dengue virus transmission. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *17*(1), e0011032. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011032

Cavany, S. M., España, G., Vazquez-Prokopec, G. M., Scott, T. W., & Perkins, T. A. (2023b). Correction: Pandemic-Associated Mobility Restrictions Could Cause Increases In Dengue Virus Transmission. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *17*(1), e0011032.

Cawiding, O. R., Jeon, S., Tubera-Panes, D., de los Reyes V, A. A., & Kim, J. K. (2025). Disentangling climate's dual role in dengue dynamics: A multiregion causal analysis study. *Science Advances*, *11*(7), eadq1901. https://doi.org/10.1126/sciadv.adq1901

Dwi, S., Ningsih, O., & Fibriana, A. I. (2023). *Ecological Study : Correlation Of Rainfall With Dengue Hemorrhagic Fever Using Time Series Analysis And Gis In*

Semarang City (2017-2021). *4*, 334–344.

Facchinelli, L., Badolo, A., & McCall, P. J. (2023). Biology and Behaviour of Aedes aegypti in the Human Environment: Opportunities for Vector Control of Arbovirus Transmission. *Viruses*, *15*(3), 636. https://doi.org/10.3390/v15030636

Harapan, H., Michie, A., Mudatsir, M., Sasmono, R. T., & Imrie, A. (2019). Epidemiology of Dengue Hemorrhagic Fever In Indonesia: Analysis of five Decades Data From the National Disease Surveillance. *BMC Research Notes*, *12*, 1–6. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13104-019-4379-9

Haryanto, B., Dwirahmadi, F., Nurlambang, T., & Asyary, A. (2025). Spatial Analysis on Dengue Fever Vulnerability in the Provinces of South Sulawesi and East Nusa Tenggara in Indonesia. *Annals of Global Health*, *91*(1), 86.

Ishak, H., Aisyah, A. S., Mallongi, A., & Astuti, R. D. P. (2020). Risk Factors And Fogging Effectiveness Of Dengue Hemorrhagic Fever Incidence In The Pontap Public Health Center Area In Palopo City, Indonesia. *Enfermeria Clinica*, *30*, 294–297.

Ishak, H., Mallongi, A., & Birawida, A. B. (2021). Spatial Mapping of Aedes Sp. Densities and Endemicity Level of Dengue in Three Villages in South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *921*(1), 12077.

Islam, M. (2024). *Frequent Dengue Outbreaks In South Asian Countries: Analysis Of Associated Risk Factors And Possible Preventive Measures*.

Islam, S., Haque, C. E., Hossain, S., & Hanesiak, J. (2021). Climate Variability, Dengue Vector Abundance and Dengue Fever Cases in Dhaka, Bangladesh: A Time-Series Study. *Atmosphere*, *12*(7), 905. https://doi.org/10.3390/atmos12070905

Kemenkes RI. (2016, February 7). *Kendalikan DBD dengan PSN 3M Plus*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. https://kemkes.go.id/id/%20kendalikan-dbd-dengan-psn-3m-plus

Kemenkes RI. (2024, November 11). *Waspada Penyakit di Musim Hujan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. https://www.kemkes.go.id/id/waspada-penyakit-di-musim-hujan

Kolimenakis, A., Heinz, S., Wilson, M. L., Winkler, V., Yakob, L., Michaelakis, A., Papachristos, D., Richardson, C., & Horstick, O. (2021). The role of urbanisation in the spread of Aedes mosquitoes and the diseases they transmit—A systematic review. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *15*(9), e0009631. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009631

Kumar, V., Gupta, S., & Khanna, R. (2021). Dengue Fever-A Worldwide Study. *J. Med. Pharm. Allied Sci*, *10*, 102–108.

Mamenun, Koesmaryono, Y., Sopaheluwakan, A., Hidayati, R., Dasanto, B. D., & Aryati, R. (2024). Spatiotemporal Characterization of Dengue Incidence and Its Correlation to Climate Parameters in Indonesia. *Insects*, *15*(5), 366. https://doi.org/10.3390/insects15050366

Mercier, A., Obadia, T., Carraretto, D., Velo, E., Gabiane, G., Bino, S., Vazeille, M., Gasperi, G., Dauga, C., Malacrida, A. R., Reiter, P., & Failloux, A.-B. (2022). Impact of temperature on dengue and chikungunya transmission by the mosquito Aedes albopictus. *Scientific Reports*, *12*(1), 6973. https://doi.org/10.1038/s41598-022-10977-4

Natsir, N., Arsin, A. A., Ishak, H., Alimuddin, I., Masni, M., Massi, M. N., & Mallongi, A. (2024). Transmission of Four Serotypes of Dengue Virus in Several Asian

Countries Literature Review. *Pharmacognosy Journal*, *15*(6s), 1244–1249. https://doi.org/10.5530/pj.2023.15.225

Pakaya, R., Daniel, D., Widayani, P., & Utarini, A. (2023). Spatial model of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) risk: scoping review. *BMC Public Health*, *23*(1), 2448. https://doi.org/10.1186/s12889-023-17185-3

Rahmasari, F. F., Kurniasari, F., Bachtiar, A., & Candi, C. (2025). Tinjauan Sistematis Dampak Perubahan Iklim terhadap Kejadian Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Asia Tenggara: Analisis Artikel Tahun 2016-2025. *Sehat Rakyat: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *4*(3), 809–821.

Reinhold, J., Lazzari, C., & Lahondère, C. (2018). Effects of the Environmental Temperature on Aedes aegypti and Aedes albopictus Mosquitoes: A Review. *Insects*, *9*(4), 158. https://doi.org/10.3390/insects9040158

Stolerman, L. M., Maia, P. D., & Kutz, J. N. (2019). Forecasting Dengue Fever In Brazil: An Assessment Of Climate Conditions. In *PloS one*. journals.plos.org. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0220106

Taslim, Muh., Arsunan, A. A., Ishak, H., Nasir, S., & Usman, A. N. (2018). Diversity of Dengue Virus Serotype in Endemic Region of South Sulawesi Province. *Journal of Tropical Medicine*, *2018*, 1–4. https://doi.org/10.1155/2018/9682784

Valdez, L. D., Sibona, G. J., & Condat, C. A. (2018). Impact of rainfall on Aedes aegypti populations. *Ecological Modelling*, *385*, 96–105. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.07.003

Wahid, I., Ishak, H., Hafid, A., Fajri, M., Sidjal, S., Nurdin, A., Azikin, N. T., Sudirman, R., Hasan, H., & Yusuf, M. (2019). Integrated Vector Management With Additional Pre-Transmission Season Thermal Fogging Is Associated With A Reduction In Dengue Incidence In Makassar, Indonesia: Results of an 8-year Observational Study. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *13*(8), e0007606.

Wangdi, K., Clements, A. C. A., Du, T., & Nery, S. V. (2018). Spatial And Temporal Patterns Of Dengue Infections In Timor-Leste, 2005–2013. *Parasites & Vectors*, *11*, 1–9. https://doi.org/10.1186/s13071-017-2588-4

WHO. (2024). *Dengue: Global situation, surveillance and progress – 2024 update*. World Health Organization.

Xu, J.-W., Liu, H., Yaw, B., & Nbwi, H. S. (2020). The Health Beliefs, Dengue Knowledge And Control Behaviors Among Internally Displaced Persons Versus Local Residents In Kachin Special Region II, Myanmar. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *14*(6), e0008321.

Zheng, Y., Yue, K., Wong, E. W. M., & Yuan, H.-Y. (2025). Impact Of Human Mobility And Weather Conditions On Dengue Mosquito Abundance During The COVID-19 Pandemic In Hong Kong. *Infectious Disease Modelling*, *10*(3), 840–849.

BAB III
TOPIK PENELITIAN II
Distribusi Tempat Perkembangbiakan Aedes, Keberadaan Jentik, dan Status NS1 Berdasarkan Gradien Ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan

3.1 Abstrak

Latar Belakang: Distribusi tempat perkembangbiakan *Aedes* dipengaruhi oleh karakter mikrohabitat rumah tangga dan gradien ketinggian. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik kontainer, keberadaan jentik, indeks entomologi, status antigen NS1, dan sebaran spasial indikator risiko dengue menurut zona ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. **Metode:** Penelitian menggunakan desain potong lintang pada 300 rumah tangga yang dialokasikan seimbang pada dataran tinggi, sedang, dan rendah. Sebanyak 945 kontainer diperiksa berdasarkan kategori *breeding*, letak, kondisi penutup, dan keberadaan jentik. Indeks entomologi dihitung menggunakan *Container Index* (CI), *House Index* (HI), dan *Breteau Index* (BI). Status NS1 ditetapkan berdasarkan hasil pemeriksaan antigen NS1 pada kasus baru suspek dengue di puskesmas. Analisis menggunakan uji Chi-Square atau Fisher's Ex act serta pemetaan spasial deskriptif. **Hasil:** Sebanyak 352 dari 945 kontainer ditemukan positif jentik, dengan CI total 37,2%, HI 66,7%, dan BI 117,3. Beban entomologi tertinggi terdapat pada dataran rendah dengan CI 52,2%, HI 84,0%, dan BI 154,0. Kategori *breeding* dan letak kontainer berhubungan bermakna dengan keberadaan jentik pada seluruh zona, sedangkan kondisi penutup tidak berhubungan bermakna. Keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga berbeda menurut ketinggian ($p<0,001$). Status NS1 berhubungan dengan keberadaan kontainer positif jentik secara keseluruhan ($p<0,001$); sebanyak 47 dari 53 rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi (88,7%) memiliki kontainer positif jentik. Menurut zona, hubungan bermakna hanya ditemukan pada dataran tinggi ($p=0,009$). Secara spasial, indikator NS1–jentik membentuk beberapa konsentrasi lokal pada dataran tinggi, pola memanjang mengikuti koridor permukiman pada dataran sedang, dan sebaran luas pada lingkungan perkotaan dataran rendah. **Kesimpulan:** Keberadaan jentik ditemukan pada seluruh zona ketinggian dengan karakter mikrohabitat dan pola spasial yang berbeda. Pengendalian dengue perlu disesuaikan dengan karakter kontainer dan lingkungan permukiman masing-masing zona.

Kata Kunci: *Aedes*; NS1; jentik; indeks entomologi; ketinggian.

3.2 Pendahuluan

3.2.1 Latar Belakang

Dengue masih menjadi masalah kesehatan masyarakat utama di wilayah tropis dan subtropis karena penularannya dipengaruhi oleh interaksi antara virus, vektor, manusia, dan lingkungan (Natsir et al., 2024). Penyakit ini ditularkan terutama oleh *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, dua spesies nyamuk yang mampu beradaptasi dengan lingkungan permukiman dan memanfaatkan kontainer air buatan manusia

sebagai tempat perkembangbiakan (Ichsan et al., 2023). Dalam konteks epidemiologi lingkungan, dengue tidak dapat dipahami hanya sebagai kejadian klinis, tetapi sebagai hasil dari hubungan dinamis antara kepadatan penduduk, mobilitas manusia, perubahan iklim, perilaku rumah tangga, dan ketersediaan habitat larva (Arsin et al., 2020; Monintja et al., 2022). Kajian global menunjukkan bahwa distribusi *Aedes* diproyeksikan terus meluas akibat perubahan iklim dan urbanisasi, sehingga wilayah yang sebelumnya dianggap kurang sesuai bagi vektor dapat mengalami peningkatan risiko. Kondisi tersebut menegaskan pentingnya penelitian dengue berbasis rumah tangga yang mengintegrasikan data vektor, indikator entomologi, status infeksi, dan pemetaan spasial (Dwicahya et al., 2023; Kraemer et al., 2019; Ryan et al., 2019).

Beban dengue global menunjukkan peningkatan yang sangat nyata dalam beberapa tahun terakhir. WHO melaporkan bahwa tahun 2024 merupakan periode dengan penularan dengue pada tingkat tertinggi yang pernah tercatat, dengan 14.434.584 kasus, 7.718.585 kasus terkonfirmasi laboratorium, 52.738 kasus berat, dan 11.201 kematian yang dilaporkan dari seluruh regional WHO. Lembar fakta WHO juga menyebutkan bahwa dengue kini menjadi ancaman bagi sekitar setengah populasi dunia, dengan estimasi 100–400 juta infeksi setiap tahun (WHO, 2025). Asia Tenggara merupakan salah satu kawasan dengan beban dengue paling tinggi karena memiliki iklim tropis, kepadatan penduduk besar, urbanisasi cepat, dan kebiasaan penyimpanan air rumah tangga yang mendukung perkembangbiakan *Aedes.* Peningkatan ini tidak hanya mencerminkan bertambahnya pelaporan kasus, tetapi juga memperlihatkan perluasan area transmisi ke wilayah geografis dan iklim yang lebih beragam. Oleh karena itu, pengendalian dengue memerlukan strategi yang lebih presisi melalui pemantauan lingkungan, identifikasi tempat perkembangbiakan, dan analisis risiko pada skala lokal(Colón-González et al., 2023).

Indonesia merupakan salah satu negara endemis dengue dengan penyebaran kasus yang luas secara nasional. WHO Indonesia melaporkan bahwa sampai 1 Juli 2024 terdapat 149.866 kasus dengue terkonfirmasi, yang dilaporkan dari 465 kabupaten/kota di seluruh 38 provinsi, dengan 884 kematian. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia kemudian melaporkan bahwa hingga minggu ke-43 tahun 2024 terdapat 210.644 kasus DBD dan 1.239 kematian, yang terjadi di 259 kabupaten/kota pada 32 provinsi(WHO, 2024b). Data tersebut menunjukkan bahwa dengue masih menjadi prioritas kesehatan masyarakat nasional, meskipun program pemberantasan sarang nyamuk, surveilans jentik, fogging fokus, dan edukasi masyarakat telah lama diterapkan. Tantangan utama pengendalian dengue di Indonesia adalah menghubungkan data kasus, data vektor, perilaku rumah tangga, dan

variasi lingkungan dalam satu pendekatan analitis yang lebih terpadu(Y. Wang et al., 2023).

Provinsi Sulawesi Selatan memiliki karakter geografis yang penting untuk dikaji karena mencakup wilayah pesisir, perkotaan, perbukitan, dan dataran tinggi. Laporan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan yang dikutip pada April 2024 menyebutkan bahwa sampai minggu ke-14 tahun 2024 terdapat 1.766 kasus dengue/DBD dan 9 kematian yang tersebar pada 24 kabupaten/kota. Data terbaru yang dikutip pada November 2024 bahkan menunjukkan bahwa kasus DBD di Sulawesi Selatan mencapai 4.975 kasus dengan 20 kematian hingga Oktober 2024, meningkat dibandingkan tahun sebelumnya(South Sulawesi Provincial Health Office, 2025). Kondisi ini memperlihatkan bahwa dengue di Sulawesi Selatan bukan hanya masalah perkotaan, tetapi juga masalah provinsi dengan variasi risiko antarwilayah. Variasi topografi, kepadatan penduduk, pola permukiman, perilaku penyimpanan air, dan pengelolaan kontainer rumah tangga menjadi faktor yang perlu dianalisis secara lebih mendalam.

Penelitian ini dilakukan pada tiga zona ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan, yaitu dataran rendah di Kecamatan Rappocini Kota Makassar, dataran sedang di Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba, dan dataran tinggi di Kecamatan Makale Kabupaten Tana Toraja. Kecamatan Rappocini mewakili wilayah perkotaan dataran rendah dengan kepadatan permukiman, mobilitas penduduk, dan aktivitas domestik yang tinggi. Kecamatan Rilau Ale mewakili wilayah dataran sedang dengan karakter peralihan antara kawasan dataran rendah dan wilayah perbukitan, sedangkan Kecamatan Makale mewakili dataran tinggi dengan kondisi ekologis yang berbeda dari wilayah pesisir dan perkotaan. Pemilihan tiga zona ini penting karena sebagian besar kajian dengue masih berfokus pada wilayah urban atau dataran rendah, sementara bukti mengenai distribusi *Aedes*, keberadaan jentik, dan status infeksi dengue pada gradien ketinggian masih terbatas. Dengan membandingkan tiga dataran tersebut, penelitian ini berupaya menjelaskan apakah pola tempat perkembangbiakan, indeks entomologi, dan status NS1 memiliki distribusi yang berbeda menurut ketinggian wilayah.

Secara biologis, keberadaan tempat perkembangbiakan *Aedes* sangat dipengaruhi oleh ketersediaan kontainer yang mampu menampung air dalam lingkungan rumah tangga(Arsin, 2013). Kontainer domestik penyimpanan air, kontainer domestik non-penyimpanan air, barang bekas, serta kontainer alami atau semi alami dapat menjadi habitat jentik apabila tersedia air, permukaan yang sesuai untuk peletakan telur, bahan organik, dan perlindungan dari gangguan

lingkungan (Ishak, Fiawan, et al., 2020). Penelitian global menunjukkan bahwa karakter habitat larva, struktur permukiman, dan variasi lingkungan mikro dapat memengaruhi kelimpahan vektor serta risiko transmisi dengue(Seid et al., 2024). Studi di beberapa wilayah juga menegaskan bahwa keberadaan kontainer tidak selalu sebanding dengan produktivitas vektor, karena jenis, letak, keterbukaan, dan pemeliharaan kontainer dapat memberikan kontribusi risiko yang berbeda (Ane et al., 2026; J. M. M. K. Herath et al., 2024; Montini & Fischer, 2024; Mwakutwaa et al., 2023). Oleh karena itu, penggunaan kategori *breeding* dalam penelitian ini menjadi penting karena lebih stabil secara epidemiologis dibandingkan hanya mengandalkan daftar jenis kontainer yang sangat rinci dan beragam.

Beberapa penelitian sebelumnya di Indonesia telah menunjukkan pentingnya faktor lingkungan rumah tangga dalam kejadian dengue. Ichsan et al. (2023) di Makassar melaporkan bahwa karakteristik habitat kontainer larva *Aedes* dan Container Index masih relevan untuk membedakan kondisi wilayah endemis dan non-endemis DBD(Ichsan et al., 2023). Ishak et al. (2019) di Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, juga menunjukkan bahwa kepadatan larva *Aedes aegypti* berkaitan dengan tindakan pemberantasan sarang nyamuk, sehingga pemantauan jentik dan pemberdayaan pemantau larva tetap penting dalam pengendalian dengue pada wilayah endemis (Ishak et al., 2019). Ishak et al. (2020) di Palopo menunjukkan bahwa faktor risiko tingkat komunitas dan efektivitas fogging/pengasapan masih menjadi isu penting dalam pengendalian DBD di Sulawesi Selatan(Ishak, Aisyah, et al., 2020). Erwin et al. (2024) di Sikka juga memperlihatkan bahwa faktor risiko dengue pada daerah endemis berkaitan dengan kondisi rumah tangga dan lingkungan lokal(Erwin et al., 2024). Namun, penelitian-penelitian tersebut belum secara khusus mengintegrasikan perbandingan gradien ketinggian, kategori *breeding*, keberadaan jentik, status NS1, dan pemetaan spasial pada tingkat rumah tangga.

Pemeriksaan antigen NS1 memiliki nilai penting dalam penelitian epidemiologi dengue karena dapat mendeteksi infeksi dengue pada fase akut. NS1 merupakan protein non-struktural virus dengue yang disekresikan selama replikasi virus dan dapat terdeteksi pada awal perjalanan penyakit, terutama sebelum antibodi terbentuk secara optimal. Secara epidemiologis, penggunaan status NS1 memberikan keunggulan karena kasus yang dianalisis tidak hanya didasarkan pada gejala klinis atau laporan rutin, tetapi pada bukti biologis infeksi akut. Hal ini penting karena gejala awal dengue sering tidak spesifik dan dapat menyerupai penyakit demam akut lainnya. Dengan demikian, status NS1 dapat memperkuat validitas penetapan kasus dalam penelitian yang menghubungkan infeksi dengue dengan kondisi lingkungan rumah

tangga dan indikator entomologi (Beatty et al., 2015) (Beatty et al., 2015; Glasner et al., 2018; (Ghetia et al., 2022; Glasner et al., 2018; Needs et al., 2022).

Dalam konteks Topik Penelitian II, penggunaan status NS1 menjadi kekuatan utama karena memungkinkan hubungan antara bukti infeksi akut dan bukti ekologis vektor dianalisis pada tingkat rumah tangga. Rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi menunjukkan adanya infeksi dengue akut pada wilayah penelitian, sedangkan kontainer positif jentik menunjukkan adanya habitat *Aedes* yang aktif di lingkungan rumah tangga. Apabila kedua indikator tersebut ditemukan pada rumah tangga atau lingkungan yang sama, maka kondisi tersebut memiliki makna epidemiologis penting karena menunjukkan adanya kedekatan antara manusia yang terinfeksi, habitat vektor, dan ruang tempat terjadinya potensi transmisi. Dengan demikian, NS1 dalam penelitian ini tidak hanya diposisikan sebagai indikator diagnostik, tetapi juga sebagai indikator epidemiologi yang menghubungkan infeksi akut dengan mikrohabitat *Aedes*.

Kinerja pemeriksaan NS1 perlu dipahami secara proporsional. Beberapa studi menunjukkan bahwa pemeriksaan NS1 memiliki manfaat penting untuk deteksi dini dengue, tetapi sensitivitas dan spesifisitasnya dapat bervariasi menurut hari sakit, serotipe virus, status infeksi primer atau sekunder, tingkat keparahan penyakit, dan metode pemeriksaan yang digunakan. Alidjinou et al. (2022) melaporkan bahwa rapid diagnostic test antigen NS1 memiliki sensitivitas 79,9% dan spesifisitas 96,2% dibandingkan RT-PCR, dengan kinerja yang lebih baik pada sampel yang diambil 0–4 hari setelah onset dibandingkan 5–7 hari setelah onset. Oleh karena itu, hasil NS1 positif dalam penelitian ini digunakan sebagai bukti infeksi akut yang lebih objektif dibandingkan data klinis semata, sedangkan interpretasi status NS1 tetap mempertimbangkan keterbatasan diagnostik yang mungkin terjadi pada fase penyakit tertentu.

Analisis spasial semakin penting dalam epidemiologi dengue karena penyakit ini tidak tersebar secara acak, tetapi mengikuti pola lingkungan, kepadatan permukiman, mobilitas manusia, dan distribusi habitat vektor. Studi pemetaan global dengue menunjukkan bahwa pendekatan spasial dapat memperlihatkan kesesuaian lingkungan dan populasi berisiko yang tidak selalu tampak melalui analisis tabular. Pada penelitian ini, analisis spasial diarahkan untuk menggambarkan sebaran rumah tangga sampel, rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik, rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, serta indeks entomologi menurut zona ketinggian. Pendekatan tersebut dapat membantu memperjelas apakah risiko ekologis terkonsentrasi pada dataran rendah atau juga muncul pada dataran sedang dan tinggi.

Dengan demikian, kombinasi analisis statistik dan spasial dapat memperkuat interpretasi dengue berbasis rumah tangga pada wilayah tropis dengan topografi beragam (Messina et al., 2019; Leandro et al., 2024).

Kesenjangan riset yang mendasari penelitian ini terletak pada masih terbatasnya kajian yang menggabungkan gradien ketinggian, kategori tempat perkembangbiakan, keberadaan jentik, indeks entomologi, status NS1, dan pemetaan spasial pada tingkat rumah tangga. Sebagian besar penelitian dengue masih memisahkan antara surveilans kasus, survei jentik, atau pemetaan wilayah administratif, sehingga hubungan ekologis pada skala rumah tangga belum tergambarkan secara utuh. Kajian global telah menunjukkan bahwa distribusi dengue dan vektor *Aedes* dapat berubah akibat urbanisasi, konektivitas, dan perubahan iklim, tetapi bukti lokal pada wilayah tropis dengan variasi topografi masih diperlukan. Di Sulawesi Selatan, perbandingan antara dataran rendah, sedang, dan tinggi menjadi penting karena masing-masing wilayah memiliki konteks ekologis, sosial, dan perilaku rumah tangga yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi celah tersebut melalui pendekatan epidemiologi lingkungan yang mengintegrasikan pemeriksaan kontainer, indeks entomologi, status NS1, dan analisis spasial menurut gradien ketinggian.

Novelty penelitian ini terletak pada integrasi antara indikator entomologi dan indikator infeksi akut berbasis antigen NS1 dalam kerangka analisis rumah tangga lintas elevasi. Penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan jenis kontainer, tetapi menekankan kategori breeding, letak kontainer, kondisi penutup, keberadaan kontainer positif jentik, Container Index, House Index, Breteau Index, serta status NS1 sebagai indikator yang lebih bermakna secara epidemiologis. Pendekatan ini memberikan kontribusi karena menghubungkan keberadaan mikrohabitat *Aedes* dengan bukti infeksi dengue akut, sekaligus memetakannya menurut dataran rendah, sedang, dan tinggi. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkuat perencanaan pengendalian vektor berbasis rumah tangga, terutama melalui prioritas pengelolaan kontainer, pemantauan jentik, investigasi rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, dan pemetaan risiko pada wilayah dengan karakteristik ketinggian berbeda.

3.2.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi karakteristik tempat perkembangbiakan *Aedes*, dan apakah kategori *breeding*, letak kontainer, serta kondisi penutup berhubungan dengan keberadaan jentik berdasarkan zona ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan?

2. Bagaimana perbandingan nilai *Container Index* (CI), *House Index* (HI), dan *Breteau Index* (BI) pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi di Provinsi Sulawesi Selatan?
3. Apakah status dengue akut berbasis antigen NS1 berhubungan dengan keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga secara keseluruhan dan menurut zona ketinggian?
4. Bagaimana pola sebaran spasial status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi?
5. Bagaimana keterkaitan gradien ketinggian, karakter permukiman, mikrohabitat, pengelolaan kontainer, keberadaan jentik, dan status NS1 dalam mendukung penyusunan pengendalian dengue berbasis wilayah?

3.2.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi tempat perkembangbiakan *Aedes*, keberadaan jentik, indeks entomologi, status dengue akut berbasis antigen NS1, serta sebaran spasial menurut gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan distribusi karakteristik tempat perkembangbiakan *Aedes* serta menganalisis hubungan kategori *breeding*, letak kontainer, dan kondisi penutup dengan keberadaan jentik berdasarkan zona ketinggian.
2. Menghitung dan membandingkan nilai *Container Index* (CI), *House Index* (HI), dan *Breteau Index* (BI) pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.
3. Menganalisis hubungan antara status dengue akut berbasis antigen NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga secara keseluruhan dan menurut zona ketinggian.
4. Menggambarkan pola sebaran spasial status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.
5. Menginterpretasikan keterkaitan gradien ketinggian, karakter permukiman, mikrohabitat, pengelolaan kontainer, keberadaan jentik, dan status NS1 sebagai dasar penyusunan pengendalian dengue berbasis wilayah.

3.3 Metode

3.3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi potong lintang (*cross-sectional study*) dengan pendekatan epidemiologi lingkungan dan spasial. Desain potong lintang dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis distribusi tempat perkembangbiakan

Aedes, keberadaan jentik, indeks entomologi, dan status NS1 pada rumah tangga dalam satu periode pengamatan. Dalam studi observasional, desain potong lintang digunakan untuk menilai distribusi variabel lingkungan dan status kesehatan pada populasi tertentu, serta untuk mengidentifikasi hubungan atau asosiasi antarvariabel pada waktu pengukuran yang sama. Pedoman STROBE juga menempatkan studi potong lintang sebagai salah satu desain utama dalam pelaporan penelitian observasional epidemiologi, terutama ketika peneliti ingin menggambarkan karakteristik populasi dan menilai hubungan antara paparan dan luaran secara terstruktur (Cuschieri, 2019; X. Wang & Cheng, 2020)

Pendekatan epidemiologi lingkungan digunakan karena dengue merupakan penyakit tular vektor yang penularannya dipengaruhi oleh interaksi antara manusia, vektor, virus, dan kondisi lingkungan rumah tangga. Pada penelitian ini, lingkungan rumah tangga dikaji melalui karakteristik kontainer sebagai tempat perkembangbiakan *Aedes*, meliputi kategori *breeding*, letak kontainer, kondisi penutup, dan keberadaan jentik. Selain itu, penelitian ini menghitung indeks entomologi berupa Container Index, House Index, dan Breteau Index sebagai indikator infestasi jentik pada tingkat kontainer dan rumah tangga. WHO menyebutkan bahwa survei larva masih digunakan dalam pemantauan program dengue, dengan indikator House Index, Container Index, dan Breteau Index untuk menggambarkan infestasi larva atau pupa pada rumah dan kontainer. Oleh karena itu, penggunaan indikator entomologi dalam penelitian ini relevan untuk menilai beban ekologis *Aedes* pada tiga zona ketinggian(Dana A. Focks, 2004).

Pendekatan spasial digunakan untuk memperjelas distribusi rumah tangga sampel, keberadaan kontainer positif jentik, rumah tangga NS1 positif, dan indeks entomologi menurut zona ketinggian. Analisis spasial dalam penelitian ini bersifat deskriptif-epidemiologis, yaitu bertujuan menggambarkan pola sebaran dan tumpang susun informasi lingkungan serta status NS1 pada wilayah penelitian. Pendekatan ini penting karena dengue tidak selalu tersebar secara merata, melainkan dapat mengikuti pola ekologis, kepadatan permukiman, dan distribusi habitat vektor. Dengan demikian, desain penelitian ini tidak hanya menghasilkan informasi statistik, tetapi juga memberikan gambaran spasial yang dapat mendukung interpretasi risiko dengue berbasis rumah tangga dan gradien ketinggian.

3.3.2. Alur Penelitian



Gambar 3.1. Alur Penelitian

3.3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada periode pengumpulan data lapangan yang sama untuk seluruh zona ketinggian (Agustus 2024 – Juli 2025) agar hasil antarwilayah dapat dibandingkan secara lebih konsisten. Pengumpulan data meliputi observasi lingkungan rumah tangga, pemeriksaan kontainer, identifikasi keberadaan jentik, pencatatan status NS1, dan pengambilan titik koordinat rumah tangga sampel untuk keperluan pemetaan spasial. Pengamatan dilakukan dalam satu periode penelitian sehingga sesuai dengan desain potong lintang, yaitu pengukuran variabel lingkungan dan status NS1 dilakukan pada waktu yang relatif bersamaan. Pendekatan ini penting untuk menjaga keseragaman prosedur pengukuran pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.

Penentuan status antigen NS1 dengue dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan antigen NS1 yang diperoleh dari fasilitas pelayanan kesehatan di wilayah penelitian. Dalam penelitian ini, hasil antigen NS1 positif selanjutnya disebut sebagai NS1 teridentifikasi. Pada wilayah dataran rendah, data NS1 diperoleh dari empat Puskesmas di Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, yaitu Puskesmas Kassi-Kassi, Puskesmas Ballaparang, Puskesmas Minasa Upa, dan Puskesmas Mangasa. Pada wilayah dataran sedang, data NS1 diperoleh dari Puskesmas Bontobangun di Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba. Pada wilayah dataran tinggi, data NS1 diperoleh dari Puskesmas Makale di Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja.

3.3.4. Penetapan Status Ns1 Dengue

Status infeksi dengue dalam penelitian ini ditetapkan berdasarkan hasil pemeriksaan *rapid diagnostic test* dengue yang dilakukan di fasilitas pelayanan kesehatan pada wilayah penelitian. Pemeriksaan menggunakan VIROTEC® Dengue Combo (IgG/IgM & NS1) berbentuk *cassette*, yaitu uji imunokromatografi kualitatif yang dapat mendeteksi antigen NS1, antibodi IgM, dan antibodi IgG.

VIROTEC® Dengue Combo digunakan sesuai pemeriksaan rutin yang tersedia di puskesmas. Penggunaan alat kombinasi dipertimbangkan karena pasien suspek dengue dapat datang pada fase penyakit yang berbeda. Antigen NS1 lebih relevan untuk mendeteksi infeksi dengue pada fase akut awal, sedangkan IgM dan IgG memberikan informasi tambahan mengenai respons antibodi pasien. Meskipun ketiga penanda diperiksa menggunakan alat yang sama, dasar utama penetapan kasus dalam penelitian ini adalah hasil antigen NS1 positif. Hasil IgM dan IgG dicatat sebagai informasi laboratorium pendukung pada setiap pasien.

Pasien yang dimasukkan dalam penelitian merupakan kasus baru dengan hasil antigen NS1 positif yang teridentifikasi selama periode pengumpulan data. Kasus baru didefinisikan sebagai pasien suspek dengue yang datang berobat ke puskesmas dengan episode demam akut, menjalani pemeriksaan dengue, dan memperoleh hasil antigen NS1 positif pada episode penyakit yang sedang berlangsung. Penelitian tidak memasukkan pasien kontrol ulang, pasien yang tercatat sebagai kasus lama, atau pasien yang datang kembali tanpa episode demam akut baru.

Penetapan pasien suspek dengue dilakukan oleh dokter atau tenaga kesehatan berdasarkan hasil anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pertimbangan klinis. Gejala klinis setiap pasien dicatat secara individual berdasarkan rekam medis, register pelayanan, atau lembar pemeriksaan pasien di puskesmas. Gejala yang dicatat meliputi demam, sakit kepala, nyeri retro-orbital, nyeri otot, nyeri sendi, mual, muntah, lemah, penurunan nafsu makan, ruam kulit, nyeri perut, serta manifestasi perdarahan seperti petekie, mimisan, atau perdarahan gusi. Tanda peringatan dengue, seperti muntah persisten, nyeri perut berat, perdarahan mukosa, letargi, gelisah, sesak, dan tanda gangguan sirkulasi, juga dicatat apabila ditemukan.

Data klinis tidak diasumsikan sama pada seluruh pasien. Setiap gejala dicatat sebagai ada, tidak ada, atau tidak tercatat, sesuai informasi yang tersedia dalam dokumen pelayanan kesehatan. Data yang tidak tersedia tidak dikategorikan sebagai tidak ada. Pendekatan ini digunakan untuk mencegah kesalahan klasifikasi terhadap manifestasi klinis pasien. Informasi hari demam saat pemeriksaan juga dicatat apabila tersedia. Hari demam dihitung sejak hari pertama pasien mengalami demam sampai hari pemeriksaan laboratorium dilakukan. Informasi tersebut digunakan untuk mendukung interpretasi hasil antigen NS1 dan IgM karena kedua penanda dapat muncul pada fase penyakit yang berbeda. Namun, hari demam tidak digunakan sebagai kriteria tunggal dalam penetapan kasus penelitian.

Pemeriksaan laboratorium dilakukan oleh tenaga laboratorium puskesmas sesuai prosedur operasional dan petunjuk penggunaan kit. Sampel pasien diteteskan pada *cassette rapid test*, kemudian hasil dibaca setelah waktu inkubasi sesuai ketentuan produsen. Pemeriksaan dinyatakan valid apabila garis kontrol muncul. Hasil antigen NS1 dinyatakan positif apabila garis uji pada area NS1 muncul bersama garis kontrol. Hasil NS1 dinyatakan negatif apabila hanya garis kontrol yang muncul tanpa garis uji NS1. Pemeriksaan dinyatakan tidak valid apabila garis kontrol tidak muncul, sehingga pemeriksaan harus diulang sesuai prosedur laboratorium. Status IgM dinyatakan positif apabila garis uji IgM muncul bersama garis kontrol. Status IgM dinyatakan negatif apabila garis

uji IgM tidak muncul dan garis kontrol tetap terlihat. Status IgG ditentukan dengan prinsip interpretasi yang sama

Berdasarkan kombinasi hasil pemeriksaan, pasien dapat memiliki pola NS1 positif–IgM positif, NS1 positif–IgM negatif, atau NS1 positif dengan status IgM tidak tersedia. Meskipun status IgM dicatat dan dideskripsikan pada setiap pasien, seluruh pasien yang menjadi dasar penetapan rumah tangga indeks tetap harus memiliki hasil antigen NS1 positif. Dengan demikian, IgM berfungsi sebagai penanda laboratorium pendukung, bukan sebagai dasar utama inklusi kasus. Karakteristik klinis dan hasil laboratorium setiap pasien dicatat dalam lembar pengumpulan data individual yang memuat kode pasien, wilayah, usia, jenis kelamin, hari demam, gejala klinis, tanda peringatan, status NS1, status IgM, status IgG, serta diagnosis klinis apabila tersedia. Setiap pasien diberi kode penelitian untuk menjaga kerahasiaan identitas. Nama, nomor rekam medis, dan informasi identitas langsung tidak ditampilkan dalam laporan penelitian.

Pada wilayah dataran rendah, data pasien diperoleh dari Puskesmas Kassi-Kassi, Puskesmas Ballaparang, Puskesmas Minasa Upa, dan Puskesmas Mangasa di Kecamatan Rappocini, Kota Makassar. Pada wilayah dataran sedang, data diperoleh dari Puskesmas Bontobangun di Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba. Pada wilayah dataran tinggi, data diperoleh dari Puskesmas Makale di Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja.

Pasien dengan hasil antigen NS1 positif digunakan sebagai dasar penentuan rumah tangga indeks. Rumah tangga indeks didefinisikan sebagai rumah tangga tempat tinggal pasien dengan NS1 teridentifikasi. Setelah alamat pasien ditelusuri, peneliti melakukan observasi lingkungan rumah tangga, pemeriksaan kontainer, identifikasi keberadaan jentik, dan pencatatan titik koordinat rumah. Penggunaan hasil antigen NS1 positif, status IgM, dan data klinis individual memperkuat validitas penetapan kasus karena pasien tidak hanya diidentifikasi berdasarkan gejala klinis atau laporan rutin. Namun, rumah tangga yang tidak tercatat memiliki pasien NS1 positif tidak dinyatakan sebagai rumah tangga negatif dengue secara klinis.

3.3.5. Populasi dan Sampel

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh rumah tangga yang berada pada wilayah dengan gradien ketinggian berbeda di Provinsi Sulawesi Selatan. Populasi terjangkau meliputi rumah tangga yang berada di Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, sebagai representasi dataran rendah; Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba, sebagai representasi dataran sedang; dan Kecamatan Makale, Kabupaten Tana

Toraja, sebagai representasi dataran tinggi.

Sampel penelitian merupakan rumah tangga terpilih yang berada pada ketiga zona ketinggian, memenuhi kriteria penelitian, bersedia memberikan izin pemeriksaan lingkungan, dan dapat dilakukan pemeriksaan terhadap seluruh kontainer yang ditemukan di dalam maupun di sekitar rumah. Unit pengamatan utama penelitian adalah rumah tangga, sedangkan kontainer yang ditemukan pada setiap rumah tangga menjadi unit pengamatan entomologi.

Jumlah rumah tangga yang diperiksa ditetapkan secara operasional sebanyak 100 rumah tangga pada setiap zona ketinggian, sehingga keseluruhan sampel penelitian berjumlah 300 rumah tangga. Penetapan jumlah tersebut tidak didasarkan pada perhitungan besar sampel untuk mengestimasi prevalensi populasi, tetapi mengacu pada pendekatan surveilans entomologi Aedes yang menggunakan rumah dan kontainer sebagai unit pemeriksaan serta menstandardisasi *Breteau Index* sebagai jumlah kontainer positif per 100 rumah yang diperiksa. WHO mendefinisikan *House Index* sebagai persentase rumah yang ditemukan memiliki larva atau pupa, *Container Index* sebagai persentase kontainer berisi air yang positif larva atau pupa, dan *Breteau Index* sebagai jumlah kontainer positif per 100 rumah yang diperiksa.

Penggunaan 100 rumah tangga pada setiap zona juga memberikan denominator yang sama dalam penghitungan dan perbandingan *House Index*, *Container Index*, dan *Breteau Index* antara dataran rendah, sedang, dan tinggi. Alokasi yang seimbang diperlukan karena penelitian ini berfokus pada perbandingan pola ekologis, karakteristik tempat perkembangbiakan Aedes, keberadaan jentik, dan distribusi indikator entomologi antargradien ketinggian, bukan untuk menghasilkan estimasi prevalensi yang mewakili seluruh rumah tangga pada masing-masing kecamatan.

Pendekatan tersebut sejalan dengan pedoman surveilans entomologi WHO yang menempatkan survei larva dan pupa sebagai metode operasional untuk memantau distribusi dan kepadatan relatif Aedes, mengevaluasi tindakan pengendalian, serta mendukung penentuan intervensi. Pemilihan metode dan cakupan survei perlu disesuaikan dengan tujuan pengamatan, kondisi infestasi, ketersediaan tenaga, dan sumber daya lapangan. Pedoman operasional WHO/TDR juga menjelaskan bahwa pemeriksaan dilakukan di dalam dan sekitar rumah untuk mengidentifikasi rumah serta kontainer yang mengandung larva atau pupa dan untuk menilai produktivitas habitat perkembangbiakan Aedes(WHO, 2016). Dengan demikian, distribusi sampel penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Distribusi Rumah Tangga yang Diperiksa Menurut Zona Ketinggian

Zona ketinggian	Lokasi penelitian	Sampel digunakan
Dataran tinggi	Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja	100
Dataran sedang	Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba	100
Dataran rendah	Kecamatan Rappocini, Kota Makassar	100
Total	Tiga zona ketinggian	300

Dalam penelitian ini, koreksi populasi terbatas tidak mengubah kebutuhan sampel secara bermakna karena hasil koreksi tetap berada pada kisaran 95–96 rumah tangga per zona. Oleh karena itu, jumlah sampel dibulatkan menjadi 100 rumah tangga pada setiap zona ketinggian untuk menjaga kecukupan dan keseimbangan sampel antarstrata. Alokasi sampel dilakukan secara seimbang pada setiap zona ketinggian karena tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan distribusi tempat perkembangbiakan Aedes, keberadaan jentik, indeks entomologi, dan status NS1 antargradien ketinggian. Dalam penelitian komparatif antarstrata, alokasi seimbang dapat digunakan untuk memastikan setiap strata memiliki ukuran sampel yang memadai untuk analisis deskriptif, analisis hubungan, perbandingan indeks entomologi, dan pemetaan spasial. Apabila alokasi dilakukan secara proporsional berdasarkan jumlah populasi rumah tangga, wilayah dengan populasi terbesar akan mendominasi sampel, sedangkan wilayah dengan populasi lebih kecil dapat memiliki jumlah sampel yang terbatas untuk dibandingkan. Oleh karena itu, alokasi seimbang lebih sesuai dengan tujuan penelitian yang menekankan perbandingan ekologis antarzona ketinggian.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah rumah tangga yang berada di wilayah penelitian, memiliki penghuni yang dapat memberikan informasi atau izin pemeriksaan lingkungan, dan bersedia dilakukan pemeriksaan kontainer di dalam maupun sekitar rumah. Kriteria eksklusi adalah rumah tangga yang tidak dapat diakses saat pengumpulan data, rumah tangga yang menolak pemeriksaan kontainer, atau rumah tangga dengan data utama yang tidak lengkap untuk analisis. Kriteria ini ditetapkan untuk memastikan bahwa setiap rumah tangga yang dianalisis memiliki informasi yang memadai terkait variabel utama penelitian, yaitu karakteristik tempat perkembangbiakan Aedes, keberadaan jentik, status NS1, dan lokasi spasial rumah tangga.

3.3.6. Teknik Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel berbasis strata ketinggian dengan pendekatan purposif epidemiologis. Tiga zona

ketinggian ditetapkan sebagai strata ekologis, yaitu dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Pada setiap strata, sampel ditetapkan sebanyak 100 rumah tangga untuk menjaga keseimbangan jumlah pengamatan antarzona dan memungkinkan perbandingan distribusi tempat perkembangbiakan *Aedes*, keberadaan jentik, indeks entomologi, serta keberadaan kasus NS1.

Rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi dijadikan sebagai rumah tangga indeks karena menunjukkan adanya infeksi dengue akut yang terdeteksi pada wilayah penelitian. Rumah tangga pembanding dipilih dari rumah tangga di sekitar rumah indeks, terutama dalam radius sekitar 100 meter, dengan mempertimbangkan jarak terbang *Aedes aegypti* yang umumnya terbatas di sekitar lingkungan permukiman. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa rumah tangga yang dibandingkan masih berada dalam konteks ekologis yang berdekatan dengan rumah tangga indeks.

Apabila terdapat lebih dari satu rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi pada lokasi yang berdekatan, rumah tangga tersebut tetap dimasukkan sebagai sampel apabila memenuhi kriteria penelitian. Keputusan ini dilakukan karena setiap rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi merupakan unit epidemiologi penting yang menggambarkan keberadaan infeksi dengue akut pada wilayah pengamatan. Selain itu, rumah tangga yang dijumpai saat survei lapangan juga dapat dimasukkan apabila berada pada wilayah penelitian, memenuhi kriteria inklusi, dan bersedia dilakukan pemeriksaan kontainer.

Dengan pendekatan tersebut, sampel penelitian tidak diposisikan sebagai sampel acak proporsional dari seluruh rumah tangga di setiap kecamatan, melainkan sebagai sampel berbasis strata ketinggian dan kedekatan ekologis dengan kasus NS1 teridentifikasi. Oleh karena itu, interpretasi hasil penelitian diarahkan pada analisis distribusi, hubungan, dan sebaran spasial indikator epidemiologi lingkungan pada rumah tangga yang diteliti, bukan pada estimasi prevalensi populasi secara murni.

3.3.7. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Definisi operasional disusun untuk memberikan batasan yang jelas terhadap setiap variabel penelitian sehingga proses pengukuran, observasi, dan interpretasi hasil dilakukan secara konsisten. Selain itu, kriteria objektif digunakan sebagai dasar dalam mengklasifikasikan hasil pengukuran sesuai indikator yang telah ditetapkan. Definisi operasional dan kriteria objektif penelitian disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
1	Zona ketinggian	Pengelompokan wilayah penelitian berdasarkan ketinggian tempat dari permukaan laut yang mewakili gradien ekologis dengue di Provinsi Sulawesi Selatan.	Ordinal	1 = Dataran rendah (<100 mdpl), Kecamatan Rappocini Kota Makassar; 2 = Dataran sedang (100–500 mdpl), Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba; 3 = Dataran tinggi (>500 mdpl), Kecamatan Makale Kabupaten Tana Toraja.
2	Rumah tangga indeks	Rumah tangga tempat tinggal pasien dengan hasil antigen NS1 positif yang teridentifikasi melalui pemeriksaan di puskesmas wilayah penelitian.	Nominal	1 = Rumah tangga indeks; 0 = Rumah tangga sekitar/ pembanding ekologis.
3	Kasus dengue akut berbasis antigen NS1	Keberadaan kasus dengue akut pada rumah tangga berdasarkan hasil pemeriksaan antigen NS1 positif menggunakan rapid diagnostic test dengue combo yang dilakukan oleh tenaga laboratorium puskesmas.	Nominal	1 = NS1 teridentifikasi; 0 = NS1 tidak teridentifikasi dalam kerangka data penelitian.
4	Kategori *breeding*	Pengelompokan kontainer berdasarkan fungsi dan karakteristiknya sebagai tempat potensial perkembangbiaka	Nominal	1 = Kontainer domestik penyimpanan air; 2 = Kontainer domestik non-penyimpanan air; 3 = Barang bekas/disposable

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
		n *Aedes*.		container; 4 = Kontainer alami/semi alami.
5	Letak kontainer	Posisi kontainer yang ditemukan pada saat observasi rumah tangga berdasarkan lokasi keberadaannya.	Nominal	1 = Dalam rumah/indoor; 2 = Luar rumah/outdoor.
6	Kondisi penutup kontainer	Keadaan kontainer berdasarkan ada atau tidaknya penutup pada saat observasi lapangan	Nominal	0 = Tertutup; 1 = Terbuka.
7	Keberadaan jentik pada kontainer	Ada atau tidaknya jentik *Aedes* yang ditemukan pada kontainer saat pemeriksaan visual atau observasi lapangan.	Nominal	0 = Tidak ada jentik; 1 = Ada jentik.
8	Keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga	Status rumah tangga berdasarkan ditemukannya minimal satu kontainer positif jentik pada lingkungan rumah tangga yang diperiksa.	Nominal	0 = Tidak memiliki kontainer positif jentik; 1 = Memiliki ≥1 kontainer positif jentik.
9	Jumlah kontainer	Total seluruh kontainer yang ditemukan dan diperiksa pada setiap rumah tangga, baik di dalam maupun di sekitar rumah.	Rasio	Dihitung berdasarkan jumlah kontainer yang diperiksa pada setiap rumah tangga.
10	Jumlah kontainer positif jentik	Total kontainer yang ditemukan positif jentik pada setiap rumah tangga.	Rasio	Dihitung berdasarkan jumlah kontainer dengan jentik pada setiap rumah tangga.

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
11	*Container Index* (CI)	Indeks entomologi yang menunjukkan persentase kontainer positif jentik dari seluruh kontainer yang diperiksa.	Rasio	CI = (jumlah kontainer positif jentik / jumlah kontainer diperiksa) × 100%.
12	*House Index* (HI)	Indeks entomologi yang menunjukkan persentase rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik dari seluruh rumah tangga yang diperiksa.	Rasio	HI = (jumlah rumah tangga dengan kontainer positif jentik / jumlah rumah tangga diperiksa) × 100%.
13	*Breteau Index* (BI)	Indeks entomologi yang menunjukkan jumlah kontainer positif jentik per 100 rumah tangga yang diperiksa.	Rasio	BI = (jumlah kontainer positif jentik / jumlah rumah tangga diperiksa) × 100
14	Koordinat rumah tangga	Titik lokasi geografis rumah tangga sampel yang dicatat menggunakan koordinat lintang dan bujur untuk keperluan pemetaan spasial.	Rasio	Koordinat rumah tangga dalam bentuk latitude dan longitude.
15	Sebaran spasial indikator dengue	Gambaran penyebaran rumah tangga sampel, keberadaan kontainer positif jentik, kasus NS1 teridentifikasi, dan indeks entomologi menurut zona ketinggian.	spasial	Ditampilkan dalam bentuk peta sebaran berdasarkan titik rumah tangga dan zona ketinggian.

3.3.8. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini terdiri atas lembar pencatatan status NS1, lembar observasi lingkungan rumah tangga, lembar pemeriksaan kontainer, lembar rekapitulasi rumah tangga, serta

instrumen pencatatan koordinat spasial. Instrumen tersebut digunakan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan mencakup informasi kasus dengue akut berbasis antigen NS1, kondisi mikrohabitat *Aedes*, keberadaan jentik, dan lokasi geografis rumah tangga.

Lembar pencatatan status NS1 digunakan untuk mencatat data pasien dengan hasil antigen NS1 positif yang diperoleh dari fasilitas pelayanan kesehatan di wilayah penelitian. Pemeriksaan dengue di puskesmas menggunakan VIROTEC® Dengue Combo (IgG/IgM & NS1), yaitu rapid diagnostic test dengue kombinasi berbentuk cassette. Meskipun alat tersebut dapat mendeteksi antigen NS1, antibodi IgM, dan antibodi IgG, dalam penelitian ini hanya hasil antigen NS1 positif yang digunakan sebagai dasar penetapan kasus dengue akut. Data yang dicatat meliputi wilayah puskesmas, status NS1, tanggal pemeriksaan apabila tersedia, dan alamat rumah tangga pasien untuk keperluan penelusuran rumah tangga indeks. Identitas pribadi pasien tidak disajikan dalam laporan penelitian.

Lembar observasi lingkungan rumah tangga digunakan untuk mencatat kondisi lingkungan rumah tangga yang berpotensi menjadi mikrohabitat *Aedes*. Observasi dilakukan pada rumah tangga indeks dan rumah tangga sekitar yang memenuhi kriteria penelitian. Informasi yang dicatat meliputi zona ketinggian, lokasi rumah tangga, kondisi lingkungan sekitar rumah, serta keberadaan kontainer di dalam dan di luar rumah. Lembar observasi ini digunakan agar pengumpulan data lingkungan dilakukan secara sistematis dan seragam pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.

Lembar pemeriksaan kontainer digunakan untuk mencatat seluruh kontainer yang ditemukan pada rumah tangga sampel. Variabel yang dicatat meliputi jenis kontainer, kategori breeding, letak kontainer, kondisi penutup kontainer, dan keberadaan jentik. Kategori breeding dikelompokkan menjadi kontainer domestik penyimpanan air, kontainer domestik non-penyimpanan air, barang bekas atau *disposable container*, serta kontainer alami atau semi alami. Letak kontainer dikategorikan menjadi dalam rumah dan luar rumah, sedangkan kondisi penutup dikategorikan menjadi tertutup dan terbuka. Keberadaan jentik dicatat berdasarkan hasil pemeriksaan visual langsung pada setiap kontainer.

Lembar rekapitulasi rumah tangga digunakan untuk menggabungkan data tingkat kontainer ke dalam data tingkat rumah tangga. Melalui lembar ini, setiap rumah tangga dicatat jumlah kontainer yang diperiksa, jumlah kontainer positif jentik, status keberadaan minimal satu kontainer positif jentik, status NS1 teridentifikasi atau tidak

teridentifikasi, serta zona ketinggian. Rumah tangga dikategorikan memiliki kontainer positif jentik apabila ditemukan minimal satu kontainer dengan jentik pada lingkungan rumah tangga yang diperiksa.

Instrumen spasial berupa perangkat GPS atau aplikasi pemetaan digunakan untuk mencatat titik koordinat rumah tangga sampel dalam bentuk latitude dan longitude. Data koordinat digunakan untuk menyusun peta sebaran rumah tangga sampel, rumah tangga dengan kontainer positif jentik, rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, serta indeks entomologi menurut zona ketinggian. Pencatatan koordinat dilakukan untuk memperkuat interpretasi spasial dan menggambarkan kedekatan antara indikator infeksi akut dan indikator ekologis vektor pada tingkat rumah tangga.

Seluruh instrumen digunakan secara terstruktur oleh peneliti atau enumerator yang telah memahami prosedur pengumpulan data. Sebelum digunakan, instrumen diperiksa untuk memastikan kesesuaian variabel, kode kategori, dan kelengkapan kolom pencatatan. Pemeriksaan ini dilakukan agar data yang dikumpulkan konsisten antara wilayah dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.

3.3.9.Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa data kasus dengue akut berbasis antigen NS1, data lingkungan rumah tangga, data jentik, dan data spasial diperoleh secara sistematis. Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi penelusuran data NS1 dari fasilitas pelayanan kesehatan, penetapan rumah tangga indeks, pemilihan rumah tangga sekitar, observasi lingkungan rumah tangga, pemeriksaan kontainer, identifikasi keberadaan jentik, dan pencatatan koordinat rumah tangga.

Tahap pertama adalah penelusuran data pasien dengan hasil antigen NS1 positif dari fasilitas pelayanan kesehatan di wilayah penelitian. Pemeriksaan dengue dilakukan di puskesmas oleh tenaga laboratorium menggunakan VIROTEC® Dengue Combo (IgG/IgM & NS1), yaitu rapid diagnostic test dengue kombinasi berbentuk cassette. Alat ini dapat mendeteksi antigen NS1, IgM, dan IgG, tetapi dalam penelitian ini hanya hasil antigen NS1 positif yang digunakan sebagai dasar penetapan kasus. Pasien yang hasil pemeriksaan antigennya menunjukkan NS1 positif dikategorikan sebagai kasus NS1 teridentifikasi.

Pemeriksaan NS1 dilakukan pada pasien yang datang berobat ke puskesmas dengan gejala klinis mengarah ke dengue, terutama demam akut pada fase awal penyakit. Secara teoritis, antigen NS1 lebih relevan

diperiksa pada fase akut awal, terutama sejak hari pertama sampai sekitar hari ketujuh setelah onset demam, karena pada periode tersebut antigen NS1 masih dapat terdeteksi sebelum antibodi terbentuk secara optimal. Oleh karena itu, hasil NS1 positif digunakan sebagai indikator infeksi dengue akut yang lebih objektif dibandingkan gejala klinis semata.

Tahap kedua adalah penetapan rumah tangga indeks. Rumah tangga indeks adalah rumah tangga tempat tinggal pasien dengan hasil antigen NS1 positif yang telah teridentifikasi melalui pemeriksaan di puskesmas. Setelah data pasien NS1 teridentifikasi diperoleh, peneliti melakukan penelusuran alamat rumah tangga sesuai wilayah penelitian. Informasi pasien hanya digunakan untuk kepentingan penelusuran rumah tangga dan tidak disajikan dalam laporan penelitian dalam bentuk yang dapat mengidentifikasi identitas individu.

Tahap ketiga adalah pemilihan rumah tangga sekitar sebagai pembanding ekologis. Rumah tangga sekitar dipilih dari rumah tangga yang berada di sekitar rumah tangga indeks, terutama dalam radius sekitar 100 meter. Pemilihan radius ini didasarkan pada pertimbangan ekologis bahwa aktivitas terbang *Aedes aegypti* umumnya terbatas di sekitar lingkungan permukiman. Dengan demikian, rumah tangga indeks dan rumah tangga sekitar masih berada dalam konteks ekologis yang relatif sama untuk dibandingkan berdasarkan kondisi kontainer, keberadaan jentik, dan karakteristik lingkungan rumah tangga.

Tahap keempat adalah kunjungan rumah tangga. Pada tahap ini, peneliti atau enumerator mendatangi rumah tangga indeks dan rumah tangga sekitar yang memenuhi kriteria penelitian. Sebelum pengumpulan data dilakukan, responden diberi penjelasan mengenai tujuan penelitian, jenis data yang dikumpulkan, manfaat penelitian, serta prinsip kerahasiaan data. Pengumpulan data dilanjutkan setelah responden memberikan persetujuan untuk dilakukan observasi lingkungan rumah tangga dan pemeriksaan kontainer.

Tahap kelima adalah observasi lingkungan rumah tangga dan pemeriksaan kontainer. Seluruh kontainer yang ditemukan di dalam dan di sekitar rumah diperiksa dan dicatat menggunakan lembar observasi. Informasi yang dicatat meliputi jenis kontainer, kategori breeding, letak kontainer, kondisi penutup kontainer, dan keberadaan jentik. Kategori breeding dikelompokkan menjadi kontainer domestik penyimpanan air, kontainer domestik non-penyimpanan air, barang bekas atau *disposable container*, serta kontainer alami atau semi alami.

Tahap keenam adalah identifikasi keberadaan jentik. Pemeriksaan jentik dilakukan melalui pengamatan visual langsung pada setiap kontainer yang berisi air atau berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan *Aedes*. Apabila kontainer sulit diamati, pemeriksaan dibantu menggunakan senter, alat penciduk, atau metode pengamatan lain yang memungkinkan jentik terlihat dengan jelas. Kontainer dikategorikan positif jentik apabila ditemukan jentik pada saat pemeriksaan. Pada tingkat rumah tangga, rumah tangga dikategorikan memiliki kontainer positif jentik apabila ditemukan minimal satu kontainer positif jentik.

Tahap ketujuh adalah pencatatan status rumah tangga. Rumah tangga dikategorikan sebagai NS1 teridentifikasi apabila terdapat pasien dengan hasil antigen NS1 positif yang tinggal di rumah tersebut. Rumah tangga yang tidak tercatat sebagai rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi dikategorikan sebagai rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi dalam kerangka data penelitian. Kategori ini tidak dimaknai sebagai rumah tangga yang pasti bebas dengue secara klinis, tetapi sebagai rumah tangga yang tidak memiliki kasus NS1 teridentifikasi berdasarkan data penelitian.

Tahap kedelapan adalah pengambilan titik koordinat rumah tangga. Koordinat rumah tangga dicatat menggunakan GPS atau aplikasi pemetaan dalam bentuk latitude dan longitude. Data koordinat digunakan untuk menyusun peta sebaran rumah tangga sampel, rumah tangga dengan kontainer positif jentik, rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, serta indeks entomologi menurut zona ketinggian.

Seluruh data yang diperoleh dari lapangan diperiksa kembali pada hari yang sama untuk memastikan kelengkapan dan konsistensi pencatatan. Data yang belum lengkap dikonfirmasi ulang berdasarkan catatan lapangan sebelum dimasukkan ke dalam basis data penelitian. Prosedur ini dilakukan untuk menjaga kualitas data dan mengurangi kesalahan pencatatan pada tingkat rumah tangga maupun tingkat kontainer.

3.3.10..Prosedur Pengelolaan Data

Pengelolaan data dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa data yang diperoleh dari lapangan lengkap, konsisten, dan siap digunakan dalam analisis statistik maupun analisis spasial. Data penelitian berasal dari observasi rumah tangga, pemeriksaan kontainer, pencatatan keberadaan jentik, pencatatan keberadaan kasus NS1, serta pengambilan titik koordinat rumah tangga. Seluruh data yang terkumpul diperiksa kembali sebelum dilakukan proses pengkodean dan analisis.

a. Editing Data

Editing data dilakukan untuk memeriksa kelengkapan dan kesesuaian data yang diperoleh dari lembar observasi lapangan. Pemeriksaan meliputi kelengkapan identitas rumah tangga, zona ketinggian, jumlah kontainer, kategori *breeding*, letak kontainer, kondisi penutup, keberadaan jentik, keberadaan kasus NS1, dan titik koordinat rumah tangga. Data yang tidak lengkap atau tidak konsisten diperiksa kembali berdasarkan catatan lapangan. Apabila terdapat data yang tidak dapat diverifikasi, maka data tersebut tidak dimasukkan dalam analisis utama.

b. Coding Data

Setiap variabel diberi kode numerik untuk memudahkan entry dan analisis statistik. Zona ketinggian dikodekan menjadi dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Status NS1 dikodekan menjadi NS1 tidak teridentifikasi dan NS1 teridentifikasi. Kategori breeding dikodekan menjadi kontainer domestik penyimpanan air, kontainer domestik non-penyimpanan air, barang bekas atau *disposable container*, dan kontainer alami atau semi alami. Letak kontainer dikodekan menjadi dalam rumah dan luar rumah. Kondisi penutup kontainer dikodekan menjadi tertutup dan terbuka. Keberadaan jentik dikodekan menjadi tidak ada jentik dan ada jentik.

c. Entry Data

Entry data dilakukan dalam dua basis data utama, yaitu basis data tingkat kontainer dan basis data tingkat rumah tangga. Basis data tingkat kontainer memuat seluruh kontainer yang ditemukan dan diperiksa pada rumah tangga sampel. Setiap baris data merepresentasikan satu kontainer. Variabel yang dimasukkan pada tingkat kontainer meliputi kode rumah tangga, zona ketinggian, jenis kontainer, kategori breeding, letak kontainer, kondisi penutup kontainer, dan keberadaan jentik.

Basis data tingkat rumah tangga memuat informasi setiap rumah tangga sampel. Setiap baris data merepresentasikan satu rumah tangga. Variabel yang dimasukkan pada tingkat rumah tangga meliputi kode rumah tangga, zona ketinggian, status rumah tangga indeks, status NS1, jumlah kontainer yang diperiksa, jumlah kontainer positif jentik, keberadaan minimal satu kontainer positif jentik, serta koordinat rumah tangga dalam bentuk latitude dan longitude.

d. Cleaning Data

Cleaning data dilakukan untuk memastikan tidak terdapat kesalahan input, duplikasi data, kode variabel yang tidak sesuai, atau

ketidaksesuaian antara data kontainer dan data rumah tangga. Pemeriksaan dilakukan dengan menelusuri kembali jumlah rumah tangga pada setiap zona ketinggian, jumlah total kontainer, jumlah kontainer positif jentik, serta jumlah rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik. Data akhir yang digunakan dalam analisis terdiri atas 300 rumah tangga dan 945 kontainer. Dari seluruh kontainer tersebut, 352 kontainer positif jentik, sedangkan pada tingkat rumah tangga terdapat 200 rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik.

e. Transformasi dan Agregasi Data

Data kontainer diagregasi ke tingkat rumah tangga untuk memperoleh jumlah kontainer yang diperiksa, jumlah kontainer positif jentik, dan status keberadaan minimal satu kontainer positif jentik pada setiap rumah tangga. Rumah tangga dikategorikan memiliki kontainer positif jentik apabila ditemukan minimal satu kontainer positif jentik pada rumah tangga tersebut. Proses agregasi ini penting karena sebagian analisis dilakukan pada tingkat kontainer, sedangkan analisis hubungan antara status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik dilakukan pada tingkat rumah tangga

f. Perhitungan Indeks Entomologi

Container Index dihitung berdasarkan persentase kontainer positif jentik dari seluruh kontainer yang diperiksa. *House Index* dihitung berdasarkan persentase rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik dari seluruh rumah tangga yang diperiksa. *Breteau Index* dihitung berdasarkan jumlah kontainer positif jentik per 100 rumah tangga yang diperiksa. Perhitungan indeks dilakukan secara total dan menurut masing-masing zona ketinggian.

g. Pengelollan Data Spasial

Data koordinat rumah tangga diperiksa untuk memastikan format latitude dan longitude telah sesuai. Koordinat yang tidak lengkap, tidak terbaca, atau berada di luar wilayah penelitian diperiksa kembali berdasarkan catatan lapangan. Setelah validasi, data koordinat digabungkan dengan data rumah tangga untuk menyusun peta sebaran rumah tangga sampel, rumah tangga dengan kontainer positif jentik, rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, dan indeks entomologi menurut zona ketinggian.

h. Validasi Konsistensi Data

Validasi dilakukan dengan memastikan bahwa jumlah rumah tangga, jumlah kontainer, jumlah kontainer positif jentik, jumlah rumah tangga dengan kontainer positif jentik, dan jumlah rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi telah sesuai dengan hasil rekapitulasi akhir. Validasi ini dilakukan sebelum data digunakan dalam analisis statistik dan pemetaan spasial.

Dalam penelitian ini, rumah tangga yang memiliki kasus dengue akut berbasis antigen NS1 dicatat sebagai rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi. Rumah tangga yang tidak tercatat memiliki kasus NS1 teridentifikasi tidak disebut sebagai rumah tangga negatif dengue secara klinis, tetapi sebagai rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi dalam kerangka data penelitian. Penggunaan istilah ini dilakukan untuk menghindari salah klasifikasi karena tidak semua rumah tangga pembanding menjalani pemeriksaan NS1.

3.3.11. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara bertahap sesuai dengan tujuan penelitian, jenis variabel, dan unit analisis. Penelitian ini menggunakan dua unit analisis utama, yaitu unit kontainer dan unit rumah tangga. Unit kontainer digunakan untuk menganalisis karakteristik tempat perkembangbiakan *Aedes* dan keberadaan jentik pada setiap kontainer. Unit rumah tangga digunakan untuk menganalisis keberadaan minimal satu kontainer positif jentik, status kasus dengue akut berbasis antigen NS1, indeks entomologi, dan sebaran spasial rumah tangga menurut zona ketinggian.

Pemisahan unit analisis dilakukan untuk menghindari kesalahan interpretasi statistik karena satu rumah tangga dapat memiliki lebih dari satu kontainer. Oleh karena itu, analisis karakteristik kontainer dilakukan pada seluruh kontainer yang diperiksa, sedangkan analisis hubungan antara status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik dilakukan pada tingkat rumah tangga.

a. Analisis univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi setiap variabel penelitian. Pada tingkat kontainer, variabel yang dianalisis meliputi jenis *breeding*, kategori *breeding*, letak kontainer, kondisi penutup kontainer, dan keberadaan jentik. Hasil analisis disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase. Analisis ini digunakan untuk menggambarkan karakteristik kontainer sebagai tempat perkembangbiakan *Aedes* pada seluruh wilayah penelitian dan pada masing-masing zona ketinggian.

Pada tingkat rumah tangga, analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi zona ketinggian, keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga, dan keberadaan kasus NS1. Rumah tangga dikategorikan memiliki kontainer positif jentik apabila ditemukan minimal satu kontainer positif jentik pada saat pemeriksaan. Keberadaan kasus NS1 dikategorikan menjadi kasus NS1 teridentifikasi dan kasus NS1 tidak teridentifikasi. Penggunaan istilah tersebut dipilih agar tidak menimbulkan kesan bahwa seluruh penghuni rumah tangga pada kategori pembanding telah dipastikan negatif dengue.

b. Perhitungan Indeks entomologi

Indeks entomologi dihitung untuk menggambarkan tingkat infestasi jentik *Aedes* pada tingkat kontainer dan rumah tangga. Indeks yang digunakan meliputi *Container Index, House Index,* dan *Breteau Index.* Perhitungan indeks dilakukan pada tingkat total dan pada masing-masing zona ketinggian, yaitu dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.

House Index (HI) = $\frac{\text{Jumlah rumah tangga positif jentik}}{\text{Jumlah seluruh rumah tangga yang diperiksa}} \times 100\ \%$

Container Index (CI) = $\frac{\text{Jumlah kontainer positif jentik}}{\text{Jumlah seluruh kontainer yang diperiksa}} \times 100\ \%$

Bretau Index (BI) = $\frac{\text{Jumlah kontainer positif jentik}}{\text{Jumlah seluruh rumah tangga yang diperiksa}} \times 100\ \%$

c. Analisis bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk menilai hubungan atau asosiasi antar variabel sesuai dengan unit analisisnya. Pada tingkat kontainer, analisis digunakan untuk menilai hubungan antara karakteristik kontainer sebagai tempat perkembangbiakan *Aedes* dan keberadaan jentik. Variabel karakteristik kontainer meliputi kategori *breeding*, letak kontainer, dan kondisi penutup kontainer. Karena variabel-variabel tersebut berbentuk kategorik, uji yang digunakan adalah *uji Chi-square*. Apabila terdapat sel dengan nilai harapan kecil, maka digunakan uji *Fisher's Exact* atau penggabungan kategori sesuai pertimbangan epidemiologis.

Analisis hubungan antara kategori *breeding* dan keberadaan jentik dilakukan untuk menilai apakah proporsi kontainer positif jentik berbeda menurut kelompok tempat perkembangbiakan. Analisis letak kontainer dilakukan untuk menilai apakah keberadaan jentik berbeda antara kontainer yang berada di dalam rumah dan luar rumah. Analisis kondisi penutup kontainer dilakukan untuk menilai apakah terdapat perbedaan keberadaan jentik antara kontainer terbuka dan tertutup.

Interpretasi hasil tidak hanya didasarkan pada nilai p, tetapi juga memperhatikan distribusi frekuensi, arah kecenderungan, dan relevansi epidemiologi lingkungan.

Pada tingkat rumah tangga, analisis bivariat dilakukan untuk menilai perbedaan keberadaan kontainer positif jentik menurut zona ketinggian. Uji *Chi-square* digunakan karena variabel zona ketinggian dan keberadaan kontainer positif jentik berbentuk kategorik. Analisis ini bertujuan menilai apakah proporsi rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik berbeda antara dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk menjelaskan variasi beban jentik pada tingkat rumah tangga menurut gradien ketinggian.

Analisis bivariat juga dilakukan untuk menilai hubungan antara keberadaan kasus NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga. Variabel keberadaan kasus NS1 dikategorikan menjadi kasus NS1 teridentifikasi dan kasus NS1 tidak teridentifikasi. Variabel keberadaan kontainer positif jentik dikategorikan menjadi memiliki minimal satu kontainer positif jentik dan tidak memiliki kontainer positif jentik. Uji *Chi-square* digunakan untuk analisis total 300 rumah tangga, sedangkan uji *Fisher's Exact* dapat digunakan pada analisis per zona ketinggian apabila jumlah kasus NS1 teridentifikasi pada strata tertentu kecil

d. Analisis menurut zona ketinggian

Analisis menurut zona ketinggian dilakukan untuk membandingkan pola distribusi dan hubungan pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Pada tahap ini, data dikelompokkan berdasarkan tiga strata ketinggian. Setiap zona dianalisis untuk melihat jumlah rumah tangga, jumlah kontainer, jumlah kontainer positif jentik, jumlah rumah tangga dengan kontainer positif jentik, serta keberadaan kasus NS1. Perbandingan ini dilakukan untuk menggambarkan apakah beban entomologi dan keberadaan kasus NS1 memiliki pola yang berbeda menurut ketinggian wilayah.

Analisis stratifikasi juga dilakukan pada hubungan antara keberadaan kasus NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik. Analisis ini penting karena jumlah kasus NS1 teridentifikasi tidak sama pada setiap zona ketinggian. Oleh karena itu, hasil analisis per strata ditafsirkan secara hati-hati dengan memperhatikan jumlah kasus, proporsi, dan nilai p. Bila terdapat strata dengan jumlah kasus kecil, hasil uji statistik tidak dipaksakan sebagai bukti tidak adanya hubungan, tetapi dibaca sebagai variasi pola yang perlu dipahami

dalam konteks distribusi kasus dan keterbatasan jumlah pengamatan pada masing-masing zona.

e. Ukuran hubungan

Ukuran hubungan digunakan untuk memperjelas kekuatan hubungan antara keberadaan kasus NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga. Ukuran hubungan dapat disajikan dalam bentuk Odds Ratio dengan interval kepercayaan 95%, terutama pada tabel 2×2. Namun, interpretasi Odds Ratio harus memperhatikan arah kategori pembanding yang digunakan dalam output statistik. Apabila perangkat lunak menghasilkan Odds Ratio berdasarkan arah kategori yang berlawanan, maka narasi hasil harus disesuaikan agar tidak terjadi salah tafsir.

Dalam penelitian ini, interpretasi utama diarahkan pada perbandingan proporsi rumah tangga dengan kontainer positif jentik antara rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi dan rumah tangga tanpa kasus NS1 teridentifikasi. Dengan demikian, narasi epidemiologi tidak hanya bergantung pada angka Odds Ratio, tetapi juga pada distribusi data aktual. Misalnya, apabila sebagian besar rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi memiliki kontainer positif jentik, maka temuan tersebut dapat dijelaskan sebagai adanya hubungan antara keberadaan kasus NS1 dan indikator ekologis keberadaan jentik pada tingkat rumah tangga.

f. Analisis spasial

Analisis spasial dilakukan untuk menggambarkan pola sebaran indikator epidemiologi lingkungan menurut zona ketinggian. Data koordinat rumah tangga digunakan sebagai dasar pemetaan. Peta yang disusun meliputi peta sebaran rumah tangga sampel, peta sebaran rumah tangga dengan kontainer positif jentik, peta sebaran kasus NS1 teridentifikasi dan keberadaan kontainer positif jentik, serta peta indeks entomologi menurut zona ketinggian.

Analisis spasial dalam penelitian ini bersifat deskriptif. Tujuannya adalah memperlihatkan pola sebaran rumah tangga, keberadaan jentik dan keberadaan kasus NS1 pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Pemetaan dilakukan untuk memperkuat interpretasi hasil statistik dengan menampilkan konteks geografis dari rumah tangga yang diteliti. Dengan demikian, analisis spasial tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan kausal, tetapi untuk menggambarkan pola sebaran risiko ekologis dan mendukung interpretasi epidemiologi lingkungan.

Peta sebaran rumah tangga sampel digunakan untuk menunjukkan lokasi rumah tangga yang diperiksa pada masing-masing zona ketinggian. Peta sebaran rumah tangga dengan kontainer positif jentik digunakan untuk memperlihatkan konsentrasi rumah tangga yang memiliki indikator keberadaan vektor. Peta sebaran kasus NS1 teridentifikasi dan keberadaan kontainer positif jentik digunakan untuk menggambarkan tumpang susun spasial antara indikator infeksi akut dan indikator ekologis vektor.

g. Tingkat kemaknaan statistik

Tingkat kemaknaan statistik ditetapkan pada nilai $\alpha = 0,05$. Hasil uji statistik dinyatakan bermakna apabila nilai $p < 0,05$. Namun, interpretasi hasil tetap mempertimbangkan konteks epidemiologi, besar proporsi, ukuran hubungan, dan kecukupan jumlah observasi pada setiap kategori. Pada analisis dengan jumlah kasus kecil, terutama pada stratifikasi per zona ketinggian, nilai p ditafsirkan secara hati-hati agar tidak menghasilkan kesimpulan yang berlebihan.

h. Penyajian Hasil analisis

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, narasi, dan peta. Tabel digunakan untuk menyajikan distribusi variabel, nilai indeks entomologi, hasil uji hubungan, dan ukuran hubungan. Narasi digunakan untuk menjelaskan pola temuan secara epidemiologis dan menghindari interpretasi yang hanya berfokus pada nilai p. Peta digunakan untuk menyajikan sebaran spasial rumah tangga sampel, keberadaan kontainer positif jentik, keberadaan kasus NS1, dan indeks entomologi menurut zona ketinggian. Penyajian hasil dilakukan dengan membedakan secara jelas antara hasil pada tingkat kontainer dan hasil pada tingkat rumah tangga.

3.3.12. Etika Penilitian

Pertimbangan etis untuk penelitian yang melibatkan subjek manusia diikuti secara ketat sepanjang studi ini. Persetujuan diperoleh dari Komite Etika Penelitian, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin (Nomor Persetujuan 1996/UN4.14.1/TP.01.02/2024).

3.4 Hasil dan Pembahasan

3.4.1. Hasil Penelitian

3.4.1.1 Karakteristik Kontainer Menurut Zona Ketinggian

a. Distribusi Rumah Tangga dan Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian

Karakteristik kontainer dianalisis berdasarkan zona ketinggian untuk menggambarkan perbedaan jumlah rumah

tangga yang diperiksa, jumlah kontainer yang ditemukan, kontainer positif jentik, rumah tangga dengan kontainer positif jentik, serta kasus NS1 teridentifikasi pada masing-masing wilayah penelitian. Distribusi rumah tangga dan kontainer berdasarkan zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Distribusi Rumah Tangga dan Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

Zona ketinggian	Jumlah rumah tangga	Jumlah kontainer	Kontainer positif jentik	Rumah tangga dengan kontainer positif jentik	Kasus NS1 teridentifikasi
Dataran tinggi	100	275	89	55	18
Dataran sedang	100	375	109	61	6
Dataran rendah	100	295	154	84	29
Total	300	945	352	200	53

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.3 menunjukkan bahwa dari 300 rumah tangga yang diperiksa pada tiga zona ketinggian, ditemukan sebanyak 945 kontainer yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan *Aedes*. Pada dataran tinggi diperiksa 100 rumah tangga dengan 275 kontainer, di antaranya 89 kontainer positif jentik dan 55 rumah tangga memiliki minimal satu kontainer positif jentik. Pada zona ini juga teridentifikasi 18 kasus NS1. Selanjutnya, pada dataran sedang diperiksa 100 rumah tangga dengan 375 kontainer, merupakan jumlah kontainer terbanyak dibandingkan zona lainnya. Dari jumlah tersebut, ditemukan 109 kontainer positif jentik, 61 rumah tangga memiliki kontainer positif jentik, dan terdapat 6 kasus NS1 teridentifikasi. Sementara itu, pada dataran rendah diperiksa 100 rumah tangga dengan 295 kontainer. Meskipun jumlah kontainer lebih sedikit dibandingkan dataran sedang, dataran rendah menunjukkan jumlah kontainer positif jentik tertinggi, yaitu 154 kontainer, serta jumlah rumah tangga dengan kontainer positif jentik terbanyak, yaitu 84 rumah tangga. Selain itu, kasus NS1 teridentifikasi juga paling banyak ditemukan pada dataran rendah, yaitu 29 kasus. Secara keseluruhan, dari 945 kontainer yang diperiksa terdapat 352 kontainer positif jentik dan sebanyak 200 dari 300 rumah tangga

memiliki minimal satu kontainer positif jentik, dengan total 53 kasus NS1 teridentifikasi.

b. Distribusi Jenis Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian

Jenis kontainer dianalisis berdasarkan zona ketinggian untuk menggambarkan variasi kontainer yang ditemukan pada masing-masing wilayah penelitian. Distribusi jenis kontainer pada dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah disajikan pada Tabel 3.4

Tabel 3.4. Distribusi Jenis Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

No	Jenis kontainer	Dataran tinggi n (%)	Dataran sedang n (%)	Dataran rendah n (%)	Total n (%)
1	Bak semen	26 (9,5)	37 (9,9)	6 (2,0)	69 (7,3)
2	Ember	95 (34,5)	126 (33,6)	107 (36,3)	328 (34,7)
3	Tempayan	3 (1,1)	11 (2,9)	1 (0,3)	15 (1,6)
4	Wadah dispenser	3 (1,1)	14 (3,7)	16 (5,4)	33 (3,5)
5	Baskom	38 (13,8)	77 (20,5)	30 (10,2)	145 (15,3)
6	Drum	20 (7,3)	10 (2,7)	3 (1,0)	33 (3,5)
7	Ember bekas	9 (3,3)	20 (5,3)	25 (8,5)	54 (5,7)
8	Ban bekas	4 (1,5)	11 (2,9)	19 (6,4)	34 (3,6)
9	Pot bunga	18 (6,5)	15 (4,0)	26 (8,8)	59 (6,2)
10	Tempurung kelapa	4 (1,5)	9 (2,4)	0 (0,0)	13 (1,4)
11	Kulkas bekas	1 (0,4)	1 (0,3)	0 (0,0)	2 (0,2)
12	Galon bekas	4 (1,5)	5 (1,3)	9 (3,1)	18 (1,9)
13	Jergen	5 (1,8)	6 (1,6)	2 (0,7)	13 (1,4)
14	Closed bekas	0 (0,0)	1 (0,3)	2 (0,7)	3 (0,3)
15	Gabus bekas	1 (0,4)	4 (1,1)	0 (0,0)	5 (0,5)
16	Tandon	3 (1,1)	0 (0,0)	1 (0,3)	4 (0,4)
17	Toples bekas	0 (0,0)	2 (0,5)	0 (0,0)	2 (0,2)
18	Potongan bambu	2 (0,7)	3 (0,8)	1 (0,3)	6 (0,6)
19	Kaleng bekas	4 (1,5)	3 (0,8)	3 (1,0)	10 (1,1)
20	Plastik bekas	7 (2,5)	7 (1,9)	13 (4,4)	27 (2,9)
21	Botol bekas	2 (0,7)	3 (0,8)	9 (3,1)	14 (1,5)
22	Vas bunga	0 (0,0)	4 (1,1)	12 (4,1)	16 (1,7)
23	Tempat minum hewan	25 (9,1)	5 (1,3)	7 (2,4)	37 (3,9)
24	Tempat sampah	1 (0,4)	1 (0,3)	3 (1,0)	5 (0,5)
	Total	**275 (100,0)**	**375 (100,0)**	**295 (100,0)**	**945 (100,0)**

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.4 menunjukkan bahwa dari 945 kontainer yang diperiksa, jenis kontainer yang paling banyak ditemukan adalah ember, yaitu 328 kontainer atau 34,7%. Jenis kontainer lain yang cukup banyak ditemukan adalah baskom sebanyak 145 kontainer atau 15,3%, bak semen sebanyak 69 kontainer atau 7,3%, pot bunga sebanyak 59 kontainer atau 6,2%, dan ember bekas sebanyak 54 kontainer atau 5,7%.

Berdasarkan zona ketinggian, ember merupakan jenis kontainer terbanyak pada seluruh dataran. Pada dataran rendah, ember ditemukan sebanyak 107 kontainer atau 36,3%. Pada dataran sedang, ember ditemukan sebanyak 126 kontainer atau 33,6%. Pada dataran tinggi, ember ditemukan sebanyak 95 kontainer atau 34,5%.

Tabel 3.4 juga menunjukkan variasi jenis kontainer menurut zona ketinggian. Pada dataran sedang, baskom ditemukan cukup tinggi, yaitu 77 kontainer atau 20,5%. Pada dataran tinggi, tempat minum hewan ditemukan lebih banyak dibandingkan dataran rendah dan sedang, yaitu 25 kontainer atau 9,1%. Sementara itu, beberapa jenis kontainer seperti kulkas bekas, toples bekas, closet bekas, dan tandon ditemukan dalam jumlah kecil pada wilayah tertentu. Variasi ini menunjukkan bahwa jenis kontainer pada setiap zona ketinggian mencerminkan perbedaan aktivitas rumah tangga, pola penyimpanan air, dan kondisi lingkungan sekitar rumah.

c. Distribusi Kategori Breeding dan Karakteristik Kontainer

Kategori breeding dan karakteristik kontainer dianalisis berdasarkan zona ketinggian untuk menggambarkan variasi jenis tempat perkembangbiakan, letak kontainer, kondisi penutup, serta keberadaan jentik pada masing-masing wilayah penelitian. Distribusi kategori breeding dan karakteristik kontainer menurut zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Distribusi Kategori Breeding dan Karakteristik Kontainer Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

Karakteristik kontainer	Dataran tinggi n (%)	Dataran sedang n (%)	Dataran rendah n (%)	Total n (%)
Kategori breeding				
Kontainer domestik penyimpanan air	198 (72,0)	283 (75,5)	183 (62,0)	664 (70,3)

Karakteristik kontainer	Dataran tinggi n (%)	Dataran sedang n (%)	Dataran rendah n (%)	Total n (%)
Kontainer domestik non-penyimpanan air	37 (13,5)	23 (6,1)	46 (15,6)	106 (11,2)
Barang bekas/disposable container	35 (12,7)	57 (15,2)	65 (22,0)	157 (16,6)
Kontainer alami/semi alami	5 (1,8)	12 (3,2)	1 (0,3)	18 (1,9)
Letak kontainer				
Indoor/dalam rumah	119 (43,3)	207 (55,2)	143 (48,5)	469 (49,6)
Outdoor/luar rumah	156 (56,7)	168 (44,8)	152 (51,5)	476 (50,4)
Kondisi penutup kontainer				
Tertutup	20 (7,3)	50 (13,3)	27 (9,2)	97 (10,3)
Terbuka	255 (92,7)	325 (86,7)	268 (90,8)	848 (89,7)
Keberadaan jentik pada kontainer				
Tidak ada jentik	186 (67,6)	266 (70,9)	141 (47,8)	593 (62,8)
Ada jentik	89 (32,4)	109 (29,1)	154 (52,2)	352 (37,2)
Total kontainer	**275 (100)**	**375 (100)**	**295 (100)**	**945 (100)**

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.5 menunjukkan bahwa kategori tempat perkembangbiakan yang paling banyak ditemukan pada seluruh zona ketinggian adalah kontainer domestik penyimpanan air. Pada dataran tinggi, kategori ini ditemukan sebanyak 198 kontainer atau 72,0%, diikuti dataran sedang sebanyak 283 kontainer atau 75,5%, dan dataran rendah sebanyak 183 kontainer atau 62,0%. Kontainer domestik nonpenyimpanan air masing-masing ditemukan sebanyak 37 kontainer atau 13,5% pada dataran tinggi, 23 kontainer atau 6,1% pada dataran sedang, dan 46 kontainer atau 15,6% pada dataran rendah. Barang bekas atau *disposable container* ditemukan sebanyak 35 kontainer atau 12,7% pada dataran tinggi, 57 kontainer atau 15,2% pada dataran sedang, dan 65 kontainer atau 22,0% pada dataran rendah. Proporsi barang bekas tertinggi terdapat pada

dataran rendah. Sementara itu, kontainer alami atau semi alami paling sedikit ditemukan pada seluruh zona, yaitu 5 kontainer atau 1,8% pada dataran tinggi, 12 kontainer atau 3,2% pada dataran sedang, dan 1 kontainer atau 0,3% pada dataran rendah.

Berdasarkan letak kontainer, pada dataran tinggi lebih banyak ditemukan kontainer di luar rumah, yaitu 156 kontainer atau 56,7%, dibandingkan di dalam rumah sebanyak 119 kontainer atau 43,3%. Pada dataran sedang, kontainer lebih banyak ditemukan di dalam rumah, yaitu 207 kontainer atau 55,2%, dibandingkan di luar rumah sebanyak 168 kontainer atau 44,8%. Pada dataran rendah, kontainer di luar rumah juga sedikit lebih banyak, yaitu 152 kontainer atau 51,5%, dibandingkan kontainer di dalam rumah sebanyak 143 kontainer atau 48,5%.

Berdasarkan kondisi penutup, sebagian besar kontainer pada ketiga zona ketinggian berada dalam keadaan terbuka. Pada dataran tinggi terdapat 255 kontainer terbuka atau 92,7%, pada dataran sedang sebanyak 325 kontainer atau 86,7%, dan pada dataran rendah sebanyak 268 kontainer atau 90,8%. Proporsi kontainer terbuka tertinggi ditemukan pada dataran tinggi.

Berdasarkan keberadaan jentik, pada dataran tinggi ditemukan 89 kontainer positif jentik dari 275 kontainer atau 32,4%. Pada dataran sedang ditemukan 109 kontainer positif jentik dari 375 kontainer atau 29,1%. Pada dataran rendah ditemukan 154 kontainer positif jentik dari 295 kontainer atau 52,2%. Dengan demikian, meskipun jumlah kontainer terbanyak terdapat pada dataran sedang, proporsi kontainer positif jentik tertinggi ditemukan pada dataran rendah. Adapun beberapa contoh container yang didapatkan pada penelitian ini yakni :








Gambar 3.2. Contoh jenis kontainer yang ditemukan jentik *Aedes aegepty*.

Gambar 3.2 memperlihatkan beberapa contoh jenis kontainer yang ditemukan pada rumah tangga sampel sebagai tempat perkembangbiakan *Aedes*. Kontainer tersebut dapat berupa wadah penyimpanan air rumah tangga, kontainer non-penyimpanan air, barang bekas yang dapat menampung air hujan, serta kontainer alami atau semi alami. Penyajian gambar ini bertujuan memberikan gambaran visual mengenai bentuk habitat perkembangbiakan *Aedes* yang ditemukan di lapangan.

3.4.1.2 Indeks Entomologi Menurut Zona Ketinggian

Indeks entomologi dianalisis menurut zona ketinggian untuk menggambarkan tingkat kepadatan jentik *Aedes* berdasarkan nilai *Container Index* (CI), *House Index* (HI), dan *Breteau Index* (BI) pada masing-masing wilayah penelitian. Hasil pengukuran indeks entomologi berdasarkan zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Indeks Entomologi Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

Zona ketinggian	Jumlah kontainer	Kontainer positif jentik	CI (%)	Rumah tangga dengan kontainer positif jentik	HI (%)	BI
Dataran tinggi	275	89	32,4	55	55,0	89,0
Dataran sedang	375	109	29,1	61	61,0	109,0
Dataran rendah	295	154	52,2	84	84,0	154,0
Total	**945**	**352**	**37,2**	**200**	**66,7**	**117,3**

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.6 menunjukkan bahwa pada dataran tinggi diperiksa sebanyak 275 kontainer dan ditemukan 89 kontainer positif jentik, sehingga diperoleh nilai *Container Index* sebesar 32,4%. Sebanyak 55 dari 100 rumah tangga memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sehingga nilai *House Index* sebesar 55,0%, sedangkan nilai *Breteau Index* sebesar 89,0.

Pada dataran sedang diperiksa sebanyak 375 kontainer dan ditemukan 109 kontainer positif jentik, sehingga nilai *Container Index* sebesar 29,1%. Sebanyak 61 dari 100 rumah tangga memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sehingga nilai *House Index* sebesar 61,0%, sedangkan nilai *Breteau Index* sebesar 109,0.

Pada dataran rendah diperiksa sebanyak 295 kontainer dan ditemukan 154 kontainer positif jentik, sehingga nilai *Container Index* sebesar 52,2%. Sebanyak 84 dari 100 rumah tangga memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sehingga nilai *House Index* sebesar 84,0%, sedangkan nilai *Breteau Index* sebesar 154,0. Nilai CI, HI, dan BI tertinggi ditemukan pada dataran rendah.

Secara keseluruhan, dari 945 kontainer yang diperiksa ditemukan 352 kontainer positif jentik, sehingga diperoleh *Container Index* total sebesar 37,2%. Sebanyak 200 dari 300 rumah tangga memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sehingga *House Index* total sebesar 66,7%. Nilai *Breteau Index* total sebesar 117,3 menunjukkan bahwa terdapat sekitar 117

kontainer positif jentik pada setiap 100 rumah tangga yang diperiksa.

3.4.1.3 Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga Menurut Zona Ketinggian

a. Hubungan Kategori Breeding dengan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian

Keberadaan jentik pada kontainer dianalisis menurut kategori *breeding* dan zona ketinggian untuk mengetahui perbedaan proporsi kontainer positif jentik berdasarkan jenis tempat perkembangbiakan pada masing-masing wilayah penelitian. Hubungan kategori *breeding* dengan keberadaan jentik menurut zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Hubungan Kategori Breeding dengan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

Zona ketinggian	**Kategori breeding**	**Tidak ada jentik n (%)**	**Ada jentik n (%)**	**Total**	**p-value***
Dataran tinggi	Kontainer domestik penyimpanan air	148 (74,7)	50 (25,3)	198	<0,001
	Kontainer domestik non-penyimpanan air	19 (51,4)	18 (48,6)	37	
	Barang bekas/disposable container	19 (54,3)	16 (45,7)	35	
	Kontainer alami/semi alami	0 (0,0)	5 (100,0)	5	
Dataran sedang	Kontainer domestik penyimpanan air	223 (78,8)	60 (21,2)	283	<0,001
	Kontainer domestik non-penyimpanan air	15 (65,2)	8 (34,8)	23	
	Barang bekas/disposable container	22 (38,6)	35 (61,4)	57	
	Kontainer alami/semi alami	6 (50,0)	6 (50,0)	12	

Zona ketinggian	Kategori breeding	Tidak ada jentik n (%)	Ada jentik n (%)	Total	p-value*
Dataran rendah	Kontainer domestik penyimpanan air	111 (60,7)	72 (39,3)	183	<0,001
	Kontainer domestik non-penyimpanan air	11 (23,9)	35 (76,1)	46	
	Barang bekas/disposable container	19 (29,2)	46 (70,8)	65	
	Kontainer alami/semi alami	0 (0,0)	1 (100,0)	1	

*Uji Pearson Chi-Square; α = 0,05.
Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.7 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kategori *breeding* dan keberadaan jentik pada seluruh zona ketinggian, dengan nilai p<0,001. Pada dataran tinggi, proporsi kontainer positif jentik tertinggi ditemukan pada kontainer alami atau semi alami, yaitu 5 dari 5 kontainer atau 100,0%. Selanjutnya, kontainer domestik nonpenyimpanan air memiliki proporsi positif jentik sebesar 48,6%, barang bekas atau *disposable container* sebesar 45,7%, dan kontainer domestik penyimpanan air sebesar 25,3%.

Pada dataran sedang, proporsi kontainer positif jentik tertinggi terdapat pada barang bekas atau *disposable container*, yaitu 35 dari 57 kontainer atau 61,4%. Kontainer alami atau semi alami memiliki proporsi positif jentik sebesar 50,0%, kontainer domestik nonpenyimpanan air sebesar 34,8%, dan kontainer domestik penyimpanan air sebesar 21,2%. Pada dataran rendah, proporsi kontainer positif jentik tertinggi ditemukan pada kontainer alami atau semi alami, yaitu 1 dari 1 kontainer atau 100,0%. Selanjutnya, kontainer domestik nonpenyimpanan air memiliki proporsi positif jentik sebesar 76,1%, barang bekas atau *disposable container* sebesar 70,8%, dan kontainer domestik penyimpanan air sebesar 39,3%.

Secara umum, kontainer domestik penyimpanan air merupakan kategori yang paling banyak ditemukan pada setiap zona, tetapi proporsi positif jentiknya cenderung lebih rendah dibandingkan kategori kontainer nonpenyimpanan air, barang bekas, dan kontainer alami atau semi alami. Namun, proporsi 100,0% pada kategori

kontainer alami atau semi alami di dataran tinggi dan dataran rendah perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena jumlah kontainernya sangat sedikit.

b. Hubungan Letak Kontainer dengan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian

Letak kontainer dianalisis menurut zona ketinggian untuk mengetahui hubungan antara posisi kontainer, baik di dalam maupun di luar rumah, dengan keberadaan jentik *Aedes* pada masing-masing wilayah penelitian. Hasil analisis hubungan letak kontainer dengan keberadaan jentik menurut zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Hubungan Letak Kontainer dengan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

Zona ketinggian	Letak kontainer	Tidak ada jentik n (%)	Ada jentik n (%)	Total	p-value*
Dataran tinggi	Indoor/dalam rumah	95 (79,8)	24 (20,2)	119	<0,001
	Outdoor/luar rumah	91 (58,3)	65 (41,7)	156	
Dataran sedang	Indoor/dalam rumah	172 (83,1)	35 (16,9)	207	<0,001
	Outdoor/luar rumah	94 (56,0)	74 (44,0)	168	
Dataran rendah	Indoor/dalam rumah	89 (62,2)	54 (37,8)	143	<0,001
	Outdoor/luar rumah	52 (34,2)	100 (65,8)	152	

**Uji Pearson Chi-Square; α = 0,05.*

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.8 menunjukkan bahwa letak kontainer berhubungan secara signifikan dengan keberadaan jentik pada seluruh zona ketinggian (p<0,001). Pada dataran tinggi, kontainer yang berada di luar rumah memiliki proporsi positif jentik lebih tinggi, yaitu 41,7% (65 dari 156 kontainer), dibandingkan kontainer di dalam rumah sebesar 20,2% (24 dari 119 kontainer). Pada dataran sedang, proporsi kontainer positif jentik juga lebih tinggi pada kontainer yang berada di luar rumah, yaitu 44,0% (74 dari 168 kontainer), sedangkan kontainer di dalam rumah sebesar 16,9% (35 dari 207 kontainer). Pada dataran rendah, perbedaan proporsi terlihat paling mencolok. Kontainer yang

berada di luar rumah memiliki proporsi positif jentik sebesar 65,8% (100 dari 152 kontainer), sedangkan kontainer di dalam rumah sebesar 37,8% (54 dari 143 kontainer).

Secara keseluruhan, pada ketiga zona ketinggian, kontainer yang berada di luar rumah secara konsisten memiliki proporsi positif jentik lebih tinggi dibandingkan kontainer yang berada di dalam rumah. Temuan ini menunjukkan bahwa lingkungan luar rumah merupakan mikrohabitat yang lebih mendukung perkembangan larva *Aedes*, sehingga perlu menjadi prioritas dalam kegiatan pemeriksaan kontainer dan pemberantasan sarang nyamuk.

c. Hubungan Kondisi Penutup Kontainer dengan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian

Kondisi penutup kontainer dianalisis menurut zona ketinggian untuk mengetahui hubungan antara kondisi kontainer, yaitu tertutup dan terbuka, dengan keberadaan jentik *Aedes* pada masing-masing wilayah penelitian. Hasil analisis hubungan kondisi penutup kontainer dengan keberadaan jentik menurut zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Hubungan Kondisi Penutup Kontainer dengan Jentik Menurut Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

Zona ketinggian	Kondisi penutup	Tidak ada jentik n (%)	Ada jentik n (%)	Total	p-value*
Dataran tinggi	Tertutup	11 (55,0)	9 (45,0)	20	0,210
	Terbuka	175 (68,6)	80 (31,4)	255	
Dataran sedang	Tertutup	41 (82,0)	9 (18,0)	50	0,064
	Terbuka	225 (69,2)	100 (30,8)	325	
Dataran rendah	Tertutup	17 (63,0)	10 (37,0)	27	0,098
	Terbuka	124 (46,3)	144 (53,7)	268	

*Uji Pearson Chi-Square; α = 0,05.
Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.9 menunjukkan bahwa kondisi penutup kontainer tidak berhubungan secara signifikan dengan keberadaan jentik pada seluruh zona ketinggian karena semua nilai p lebih besar dari 0,05. Pada dataran tinggi, proporsi kontainer positif jentik lebih tinggi pada kontainer tertutup, yaitu 45,0% atau 9 dari 20 kontainer, dibandingkan kontainer terbuka sebesar 31,4% atau 80 dari 255 kontainer. Namun, perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik (p=0,210). Pada

dataran sedang, proporsi kontainer positif jentik pada kontainer terbuka sebesar 30,8% atau 100 dari 325 kontainer, sedangkan pada kontainer tertutup sebesar 18,0% atau 9 dari 50 kontainer. Perbedaan tersebut juga tidak bermakna secara statistik (p=0,064). Pada dataran rendah, proporsi kontainer positif jentik pada kontainer terbuka sebesar 53,7% atau 144 dari 268 kontainer, lebih tinggi dibandingkan kontainer tertutup sebesar 37,0% atau 10 dari 27 kontainer. Meskipun demikian, hubungan tersebut tidak bermakna secara statistik (p=0,098).

Secara keseluruhan, kondisi penutup kontainer belum menunjukkan hubungan yang bermakna dengan keberadaan jentik pada ketiga zona ketinggian. Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan penutup saja belum tentu dapat mencegah perkembangbiakan *Aedes*, terutama apabila penutup tidak terpasang rapat, kontainer jarang dibersihkan, atau masih terdapat celah yang memungkinkan nyamuk masuk dan meletakkan telur.

d. Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga Berdasarkan Zona Ketinggian

Keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga dianalisis berdasarkan zona ketinggian untuk mengetahui perbedaan proporsi rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik pada masing-masing wilayah penelitian. Hasil analisis keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga menurut zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga Berdasarkan Zona Ketinggian di Sulawesi Selatan

Zona ketinggian	Tidak memiliki kontainer positif jentik n (%)	Memiliki kontainer positif jentik n (%)	Total	p-value*
Dataran tinggi	45 (45,0)	55 (55,0)	100	<0,001
Dataran sedang	39 (39,0)	61 (61,0)	100	
Dataran rendah	16 (16,0)	84 (84,0)	100	
Total	**100 (33,3)**	**200 (66,7)**	**300**	

*Uji Pearson Chi-Square; α = 0,05.
Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.10 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam keberadaan rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik menurut zona ketinggian (p<0,001).Pada dataran tinggi, dari 100 rumah tangga yang diperiksa, sebanyak 55 rumah tangga

(55,0%) memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan 45 rumah tangga (45,0%) tidak memiliki kontainer positif jentik.Pada dataran sedang, sebanyak 61 dari 100 rumah tangga (61,0%) memiliki kontainer positif jentik, sedangkan 39 rumah tangga (39,0%) tidak memiliki kontainer positif jentik.Pada dataran rendah, proporsi rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik merupakan yang tertinggi, yaitu 84 dari 100 rumah tangga (84,0%), sedangkan hanya 16 rumah tangga (16,0%) yang tidak memiliki kontainer positif jentik.

Secara keseluruhan, dari 300 rumah tangga yang diperiksa, sebanyak 200 rumah tangga (66,7%) memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan 100 rumah tangga (33,3%) tidak memiliki kontainer positif jentik. Temuan ini menunjukkan bahwa proporsi rumah tangga dengan kontainer positif jentik meningkat dari dataran tinggi ke dataran sedang dan mencapai nilai tertinggi pada dataran rendah. Hal tersebut mengindikasikan bahwa zona ketinggian berhubungan dengan keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga, dengan rumah tangga di dataran rendah memiliki risiko yang lebih tinggi menjadi lokasi perkembangbiakan *Aedes*.

3.4.1.4 Hubungan Status NS1 Teridentifikasi dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik

a. Hubungan Status NS1 dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga

Hubungan antara status kasus dengue akut berbasis antigen NS1 dengan keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga dianalisis untuk mengetahui apakah proporsi rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik berbeda antara rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi dan rumah tangga tanpa kasus NS1 teridentifikasi. Hasil analisis hubungan tersebut disajikan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara status kasus dengue akut berbasis antigen NS1 dengan keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga ($p<0,001$). Dari 53 rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, sebanyak 47 rumah tangga (88,7%) memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan 6 rumah tangga (11,3%) tidak memiliki kontainer positif jentik. Sementara itu, dari 247 rumah tangga dengan kasus NS1 tidak teridentifikasi, sebanyak 153 rumah tangga (61,9%) memiliki minimal satu kontainer positif jentik dan 94 rumah tangga (38,1%) tidak memiliki kontainer positif jentik.

Tabel 3.11. Hubungan Status Kasus Dengue Akut Berbasis Antigen NS1 dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga

Keberadaan kasus NS1	Keberadaan kontainer positif jentik		Total	p-value*
	Tidak ada n (%)	Ada n (%)		
Kasus NS1 tidak teridentifikasi	94 (38,1)	153 (61,9)	247	<0,001
Kasus NS1 teridentifikasi	6 (11,3)	47 (88,7)	53	
Total	**100 (33,3)**	**200 (66,7)**	**300**	

*Uji Pearson Chi-Square; α = 0,05.
Sumber : Data Primer, 2026

Secara keseluruhan, dari 300 rumah tangga yang diperiksa, sebanyak 200 rumah tangga (66,7%) memiliki minimal satu kontainer positif jentik dan 100 rumah tangga (33,3%) tidak memiliki kontainer positif jentik. Proporsi rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik lebih tinggi pada kelompok dengan kasus NS1 teridentifikasi dibandingkan kelompok dengan kasus NS1 tidak teridentifikasi. Temuan ini menunjukkan adanya asosiasi antara status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga.

b. Hubungan Keberadaan Kasus Dengue Akut Berbasis Antigen NS1 dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik Menurut Zona Ketinggian

Hubungan antara status kasus dengue akut berbasis antigen NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga dianalisis secara terpisah pada setiap zona ketinggian untuk mengetahui apakah hubungan tersebut berbeda pada dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah. Hasil analisis hubungan menurut zona ketinggian disajikan pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Hubungan Keberadaan Kasus Dengue Akut Berbasis Antigen NS1 dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik Menurut Zona Ketinggian

Zona ketinggian	Keberadaan kasus NS1	Keberadaan kontainer positif		Total	p-value*
		Tidak ada n (%)	Ada n (%)		
Dataran tinggi	Tidak teridentifikasi	42 (51,2)	40 (48,8)	82	0,009
	Teridentifikasi	3 (16,7)	15 (83,3)	18	
Dataran sedang	Tidak teridentifikasi	39 (41,5)	55 (58,5)	94	0,079
	Teridentifikasi	0 (0,0)	6 (100,0)	6	
Dataran rendah	Tidak teridentifikasi	13 (18,3)	58 (81,7)	71	0,385
	Teridentifikasi	3 (10,3)	26 (89,7)	29	

*Fisher's Exact dua sisi
Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3.12 menunjukkan bahwa hubungan antara status kasus dengue akut berbasis antigen NS1 dengan keberadaan kontainer positif jentik berbeda menurut zona ketinggian. Pada dataran tinggi terdapat hubungan yang bermakna antara status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik (p=0,009), sedangkan pada dataran sedang (p=0,079) dan dataran rendah (p=0,385) hubungan tersebut tidak bermakna secara statistik.

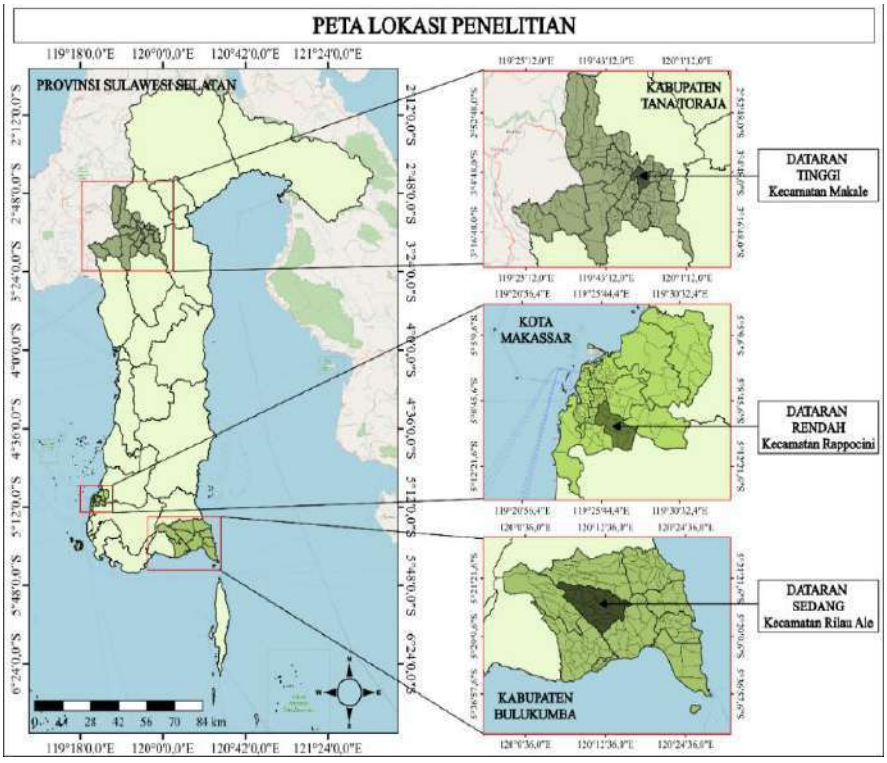
Pada dataran tinggi, dari 18 rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, sebanyak 15 rumah tangga (83,3%) memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan 3 rumah tangga (16,7%) tidak memiliki kontainer positif jentik. Pada kelompok tanpa kasus NS1 teridentifikasi, sebanyak 40 dari 82 rumah tangga (48,8%) memiliki kontainer positif jentik. Pada dataran sedang, seluruh rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi (6 rumah tangga; 100,0%) memiliki minimal satu kontainer positif jentik. Sementara itu, pada rumah tangga tanpa kasus NS1 teridentifikasi, sebanyak 55 dari 94 rumah tangga (58,5%) memiliki kontainer positif jentik. Meskipun proporsinya lebih tinggi pada kelompok dengan kasus NS1, hubungan tersebut tidak bermakna secara statistik (p=0,079). Pada dataran rendah, sebanyak 26 dari 29 rumah tangga (89,7%) dengan kasus NS1 teridentifikasi memiliki

minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan pada kelompok tanpa kasus NS1 teridentifikasi sebanyak 58 dari 71 rumah tangga (81,7%) memiliki kontainer positif jentik. Perbedaan proporsi tersebut juga tidak bermakna secara statistik (p=0,385).

3.4.1.5 Sebaran Lokasi dan Analisis Buffer Rumah Tangga

a. Sebaran Lokasi Penelitian

Gambar 3.3 menunjukkan lokasi penelitian yang terdiri atas tiga zona ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. Dataran tinggi diwakili oleh Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja, dataran sedang diwakili oleh Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba, dan dataran rendah diwakili oleh Kecamatan Rappocini, Kota Makassar. Peta ini menggambarkan distribusi lokasi penelitian berdasarkan gradien ketinggian wilayah yang menjadi dasar pengelompokan zona penelitian.

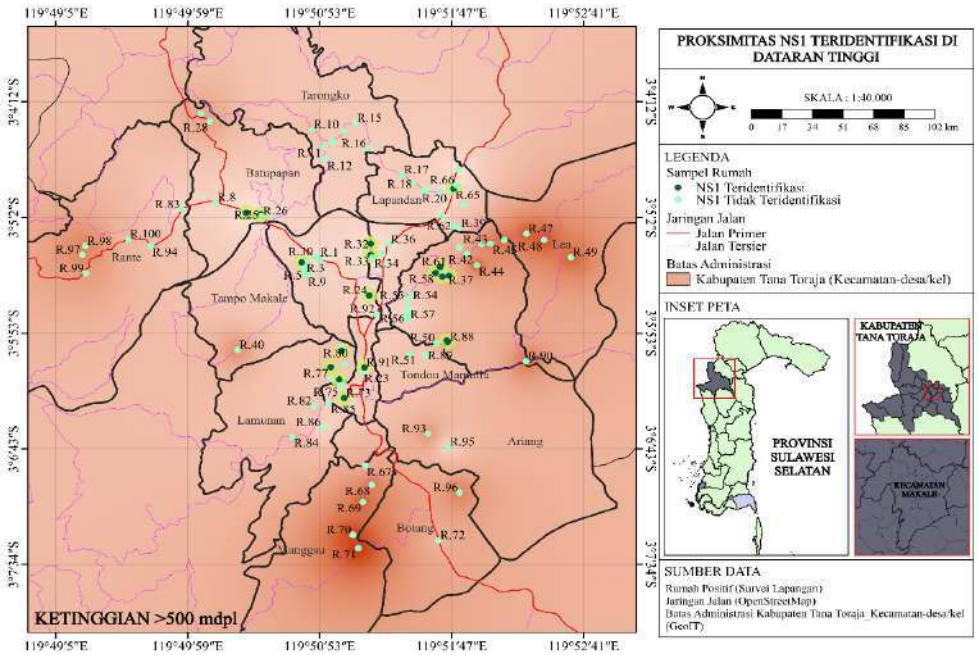


Gambar 3.3. Peta Lokasi Penelitian

b. Analisis buffer rumah tangga dengan ns1 teridentifikasi

Analisis *buffer* dilakukan untuk menggambarkan proksimitas rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi pada setiap zona ketinggian. Area *buffer* dibentuk dengan

radius 100 meter di sekitar rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi dan digunakan sebagai zona kewaspadaan serta prioritas untuk pemeriksaan kontainer, pencarian jentik, edukasi rumah tangga, dan pengendalian vektor secara terfokus. Pada peta, titik hijau tua menunjukkan rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi, sedangkan titik hijau muda menunjukkan rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi. Lingkaran kuning menunjukkan area *buffer* beradius 100 meter di sekitar rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi. Hasil analisis *buffer* pada dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah disajikan pada Gambar 3.4 sampai dengan Gambar 3.6



Gambar 3.4. Proksimitas Teridentifikasi NS1 Pada Tinggi

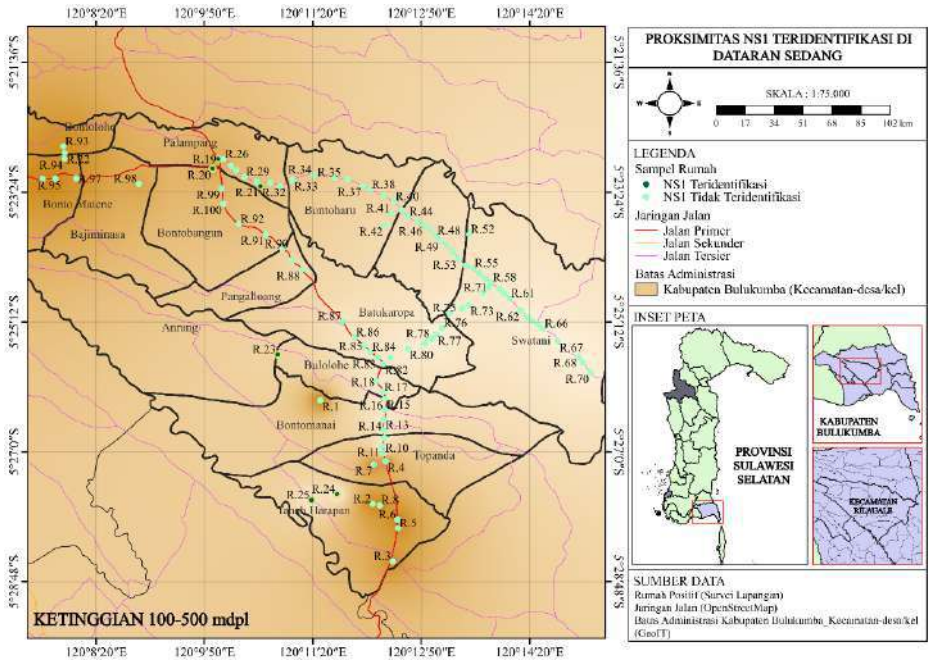
Gambar 3.4 menunjukkan pola proksimitas rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi pada wilayah dataran tinggi (>500 mdpl), yaitu Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja. Peta memperlihatkan variasi elevasi yang lebih nyata dibandingkan zona lainnya. Rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tersebar pada beberapa lokasi permukiman dan membentuk kelompok-kelompok kecil (*micro-foci*) di sekitar area permukiman. Pola tersebut menunjukkan bahwa distribusi kasus pada dataran tinggi bersifat lokal (*Highland Micro-Foci Risk*). Oleh karena itu, area dalam radius 100 meter di sekitar titik NS1

teridentifikasi dapat diprioritaskan untuk investigasi lingkungan, pemeriksaan kontainer, dan pencarian jentik. Namun, area *buffer* tidak dapat diinterpretasikan sebagai lokasi pasti terjadinya penularan dengue, melainkan sebagai zona prioritas untuk pelaksanaan surveilans dan intervensi pengendalian vektor.

Sebaran rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi pada dataran tinggi tampak membentuk beberapa fokus lokal pada kawasan permukiman tertentu, terutama di sekitar wilayah Lapandan, Bombongan, Manggau, Botang, Lamunan, Rante, dan sekitarnya. Pola ini menunjukkan bahwa proksimitas kasus NS1 teridentifikasi pada dataran tinggi tidak menyebar merata di seluruh wilayah, tetapi muncul sebagai titik-titik risiko pada lingkungan rumah tangga tertentu. Dengan demikian, area 100 meter di sekitar titik NS1 teridentifikasi dapat diprioritaskan untuk pemeriksaan kontainer dan pencarian jentik, tanpa menafsirkan buffer sebagai lokasi pasti terjadinya penularan dengue.

Setelah proksimitas rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi pada dataran tinggi ditampilkan, analisis selanjutnya dilakukan pada wilayah dataran sedang untuk melihat apakah pola sebaran kasus dan area kewaspadaan 100 meter menunjukkan karakter yang sama atau berbeda. Peta dataran sedang disajikan pada Gambar 3.5.

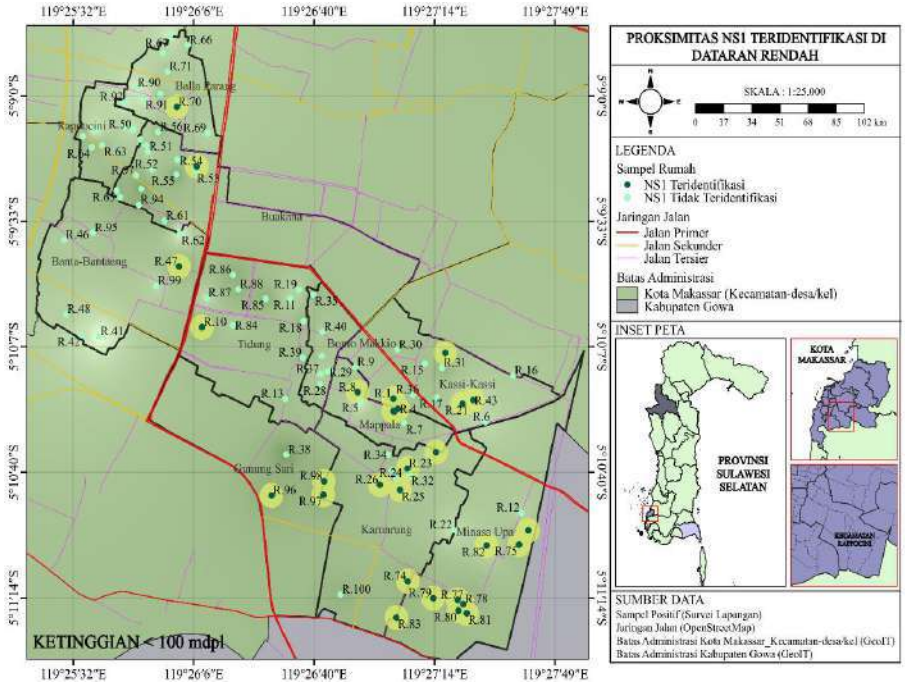
Gambar 3.5 menunjukkan pola proksimitas rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi pada wilayah dataran sedang (100–500 mdpl), yaitu Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba. Peta memperlihatkan variasi elevasi yang menggambarkan karakteristik wilayah transisi antara dataran rendah dan dataran tinggi. Rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tersebar pada beberapa desa, terutama di sekitar Bonto Matene, Palampang, Bontobangun, Karama, Bulolohe, dan Topanda. Pola tersebut menunjukkan bahwa distribusi kasus pada dataran sedang mengikuti karakteristik wilayah transisi (*Transitional Corridor Risk*). Area dalam radius 100 meter di sekitar titik NS1 teridentifikasi dapat diprioritaskan sebagai lokasi pemeriksaan kontainer, pencarian jentik, dan pengendalian vektor, tanpa menafsirkan area *buffer* sebagai lokasi pasti terjadinya penularan dengue.



Gambar 3.5. Proksimitas Teridentifikasi NS1 Pada Sedang

Sebaran rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi pada dataran sedang tampak lebih terlokalisasi pada beberapa titik dibandingkan dataran rendah. Titik NS1 teridentifikasi terlihat berada pada beberapa kawasan permukiman, terutama di sekitar wilayah Bonto Matene, Palampang, Bontoharu, Bontobangun, Batukaropa, Bulolohe, dan sekitarnya. Pola ini menunjukkan bahwa proksimitas kasus NS1 teridentifikasi pada dataran sedang tidak menyebar merata pada seluruh wilayah, tetapi muncul pada kantong-kantong permukiman tertentu. Dengan demikian, area 100 meter di sekitar titik NS1 teridentifikasi dapat diprioritaskan untuk pemeriksaan kontainer dan pencarian jentik, tanpa menafsirkan buffer sebagai lokasi pasti terjadinya penularan dengue.

Untuk melengkapi perbandingan lintas ketinggian, analisis buffer juga dilakukan pada wilayah dataran rendah. Peta ini digunakan untuk melihat pola proksimitas rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi pada wilayah >100 mdpl dan membandingkannya dengan pola pada dataran rendah dan sedang. Hasil analisis pada dataran tinggi disajikan pada Gambar 3.6.



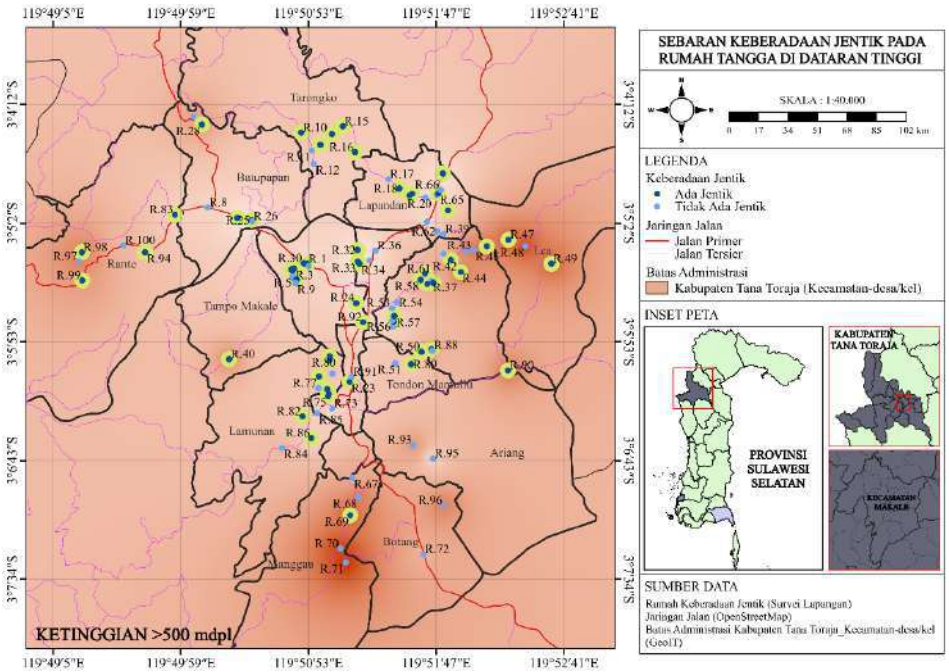
Gambar 3.6. Proksimitas Teridentifikasi NS1 Pada Dataran Rendah

Gambar 3.6 menunjukkan pola proksimitas rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi pada wilayah dataran rendah (<100 mdpl), yaitu Kecamatan Rappocini, Kota Makassar. Peta memperlihatkan variasi elevasi lokal meskipun seluruh wilayah tetap berada dalam kategori dataran rendah. Rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tidak terkonsentrasi pada satu lokasi, tetapi tersebar pada beberapa lingkungan permukiman, terutama di sekitar Kassi-Kassi, Mappala, Karunrung, Gunung Sari, Banta-Bantaeng, dan Ballaparang. Pola tersebut menunjukkan bahwa distribusi rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi pada dataran rendah bersifat menyebar (*Urban Diffuse Risk*). Oleh karena itu, area dalam radius 100 meter di sekitar titik NS1 teridentifikasi dapat diprioritaskan untuk investigasi lingkungan, pemeriksaan kontainer, dan pencarian jentik. Namun, area *buffer* tidak dapat ditafsirkan sebagai lokasi pasti terjadinya penularan dengue, melainkan sebagai zona prioritas untuk pelaksanaan surveilans dan intervensi pengendalian vektor.

3.4.1.6 Sebaran Spasial Indikator Risiko Dengue Menurut Zona Ketinggian

a. Sebaran Keberadaan Jentik Pada Rumah Tangga

Sebaran spasial keberadaan jentik dianalisis untuk menggambarkan distribusi rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik pada setiap zona ketinggian. Pada peta, titik biru tua menunjukkan rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik, sedangkan titik biru muda menunjukkan rumah tangga yang tidak memiliki kontainer positif jentik. Lingkaran kuning menggambarkan area proksimitas di sekitar rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik sebagai zona perhatian untuk pemeriksaan kontainer dan pengendalian tempat perkembangbiakan *Aedes*. Hasil pemetaan disajikan secara berurutan (Gambar 3.7-3.9) pada dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah.



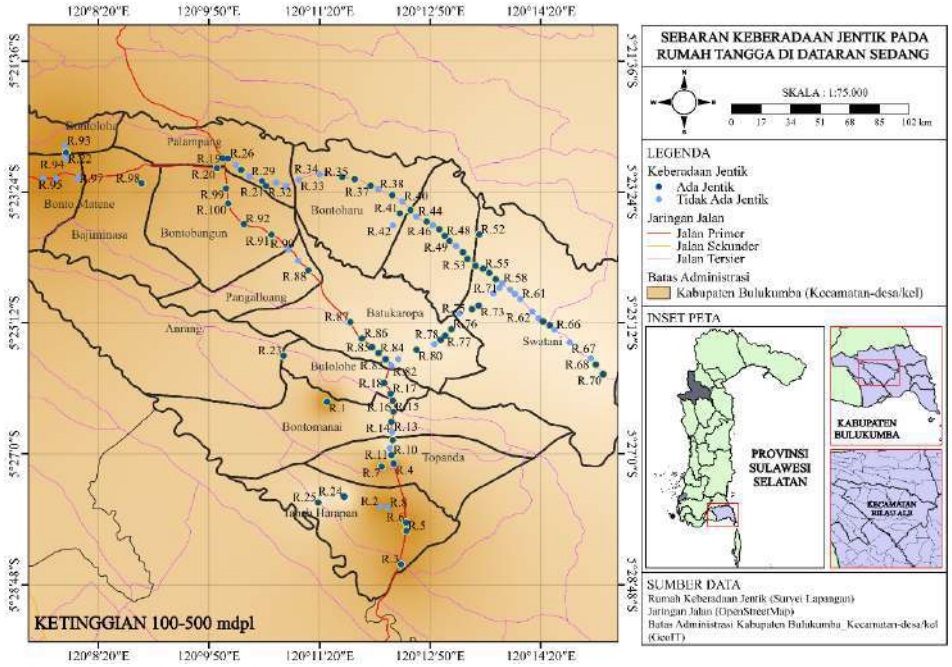
Gambar 3.7. Peta Sebaran Keberadaan Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Tinggi

Gambar 3.7 menunjukkan sebaran rumah tangga berdasarkan keberadaan jentik pada wilayah dataran tinggi >500 mdpl, yaitu Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja. Titik biru tua menunjukkan rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan titik biru muda

menunjukkan rumah tangga yang tidak memiliki kontainer positif jentik. Lingkaran kuning menggambarkan area proksimitas di sekitar rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik sebagai zona perhatian untuk pemeriksaan kontainer dan pengendalian tempat perkembangbiakan *Aedes*. Peta juga memperlihatkan variasi elevasi lokal, dengan area yang lebih gelap menunjukkan elevasi relatif lebih tinggi dibandingkan area yang lebih terang, meskipun seluruh wilayah termasuk dalam kategori dataran tinggi >500 mdpl.

Rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik tampak membentuk beberapa fokus lokal pada kawasan permukiman tertentu, terutama di sekitar Rante, Batupapan, Lapandan, Manggau, Botang, Lemo, Ariang, dan wilayah sekitar pusat Makale. Pola tersebut menunjukkan bahwa keberadaan jentik di dataran tinggi tidak tersebar secara merata, tetapi muncul sebagai fokus-fokus lokal pada rumah tangga tertentu yang memiliki kontainer berpotensi menjadi habitat *Aedes*. Oleh karena itu, pemeriksaan kontainer pada dataran tinggi perlu diprioritaskan pada tempat minum hewan, wadah air terbuka di sekitar pekarangan atau kandang, ember, bak penampungan air, barang bekas, serta kontainer alami atau semi alami yang dapat menampung air. Analisis selanjutnya dilakukan pada dataran sedang yang disajikan pada Gambar 3.8.

Gambar 3.8 menunjukkan sebaran rumah tangga berdasarkan keberadaan jentik pada wilayah dataran sedang 100–500 mdpl, yaitu Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba. Titik biru tua menunjukkan rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan titik biru muda menunjukkan rumah tangga yang tidak memiliki kontainer positif jentik. Lingkaran kuning menggambarkan area proksimitas di sekitar rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik sebagai zona perhatian untuk pemeriksaan kontainer dan pengendalian tempat perkembangbiakan *Aedes*. Peta juga memperlihatkan variasi elevasi lokal, dengan area yang lebih gelap menunjukkan elevasi relatif lebih tinggi dibandingkan area yang lebih terang, meskipun seluruh wilayah termasuk dalam kategori dataran sedang 100–500 mdpl.

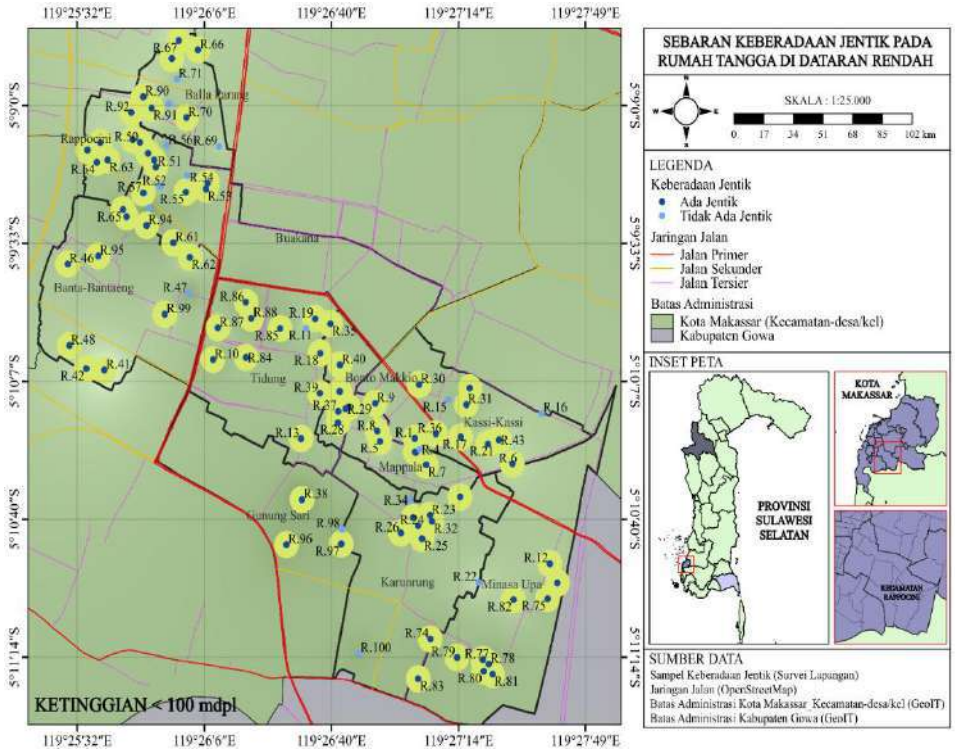


Gambar 3.8. Peta Sebaran Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Sedang

Rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik tersebar pada beberapa kawasan permukiman, terutama di sekitar Bonto Matene, Palampang, Bontobangun, Bontoharu, Karama, Batukaropa, Bulolohe, Topanda, Harapan, dan wilayah sekitarnya. Sebarannya tampak mengikuti pola permukiman dan jaringan jalan, tetapi tidak merata di seluruh wilayah penelitian. Pola tersebut menunjukkan adanya kantong-kantong rumah tangga dengan kontainer positif jentik pada wilayah transisi dataran sedang. Oleh karena itu, pemeriksaan kontainer perlu diarahkan terutama pada wadah penyimpanan air domestik, seperti ember, baskom, bak penampungan air, tandon kecil, serta kontainer lain yang digunakan dalam aktivitas rumah tangga sehari-hari. Analisis selanjutnya dilakukan pada dataran rendah yang disajikan pada Gambar 3.9.

Gambar 3.9 menunjukkan sebaran rumah tangga berdasarkan keberadaan jentik pada wilayah dataran rendah <100 mdpl, yaitu Kecamatan Rappocini, Kota Makassar. Titik biru tua menunjukkan rumah tangga yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan titik biru muda menunjukkan rumah tangga yang tidak memiliki kontainer

positif jentik. Lingkaran kuning menggambarkan area proksimitas di sekitar rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik sebagai zona perhatian untuk pemeriksaan kontainer dan pengendalian tempat perkembangbiakan *Aedes*. Peta juga memperlihatkan variasi elevasi lokal, dengan area yang lebih gelap menunjukkan elevasi relatif lebih tinggi dibandingkan area yang lebih terang, meskipun seluruh wilayah termasuk dalam kategori dataran rendah <100 mdpl.



Gambar 3.9. Peta Sebaran Keberadaan Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Rendah

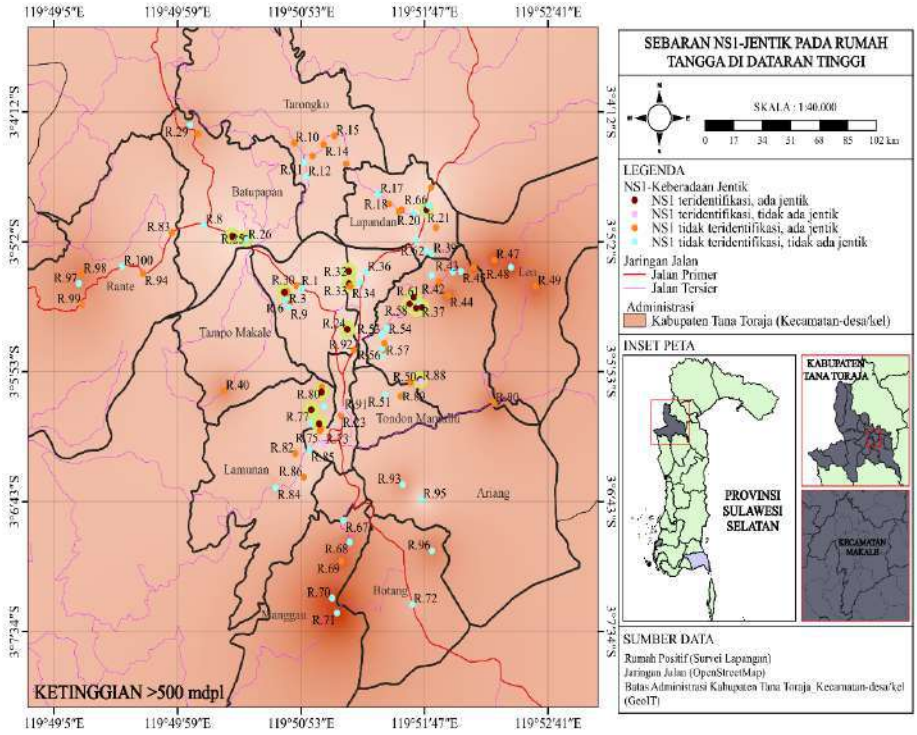
Rumah tangga yang memiliki kontainer positif jentik tersebar cukup luas pada beberapa kelurahan, antara lain Rappocini, Ballaparang, Banta-Bantaeng, Tidung, Mappala, Kassi-Kassi, Karunrung, Gunung Sari, dan Minasa Upa. Titik-titik tersebut tidak terkonsentrasi pada satu lokasi, tetapi tersebar mengikuti kawasan permukiman dan jaringan jalan. Pola ini menunjukkan bahwa keberadaan kontainer positif jentik pada dataran rendah bersifat menyebar pada lingkungan rumah tangga. Oleh karena itu, pemeriksaan kontainer perlu dilakukan secara luas, terutama terhadap

kontainer yang berada di luar rumah, pot atau vas bunga, ember, bak penampungan air, dispenser, barang bekas, serta wadah kecil lainnya yang dapat menampung air.

b. Sebaran Kasus NS1 Terindentifikasi dan Keberadaan Kontainer Positi Jentik Pada Rumah Tangga

Sebaran spasial gabungan status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik dianalisis untuk menggambarkan pola lokasi rumah tangga berdasarkan dua indikator, yaitu status infeksi dengue akut berbasis antigen NS1 dan keberadaan jentik pada kontainer rumah tangga. Titik merah tua menunjukkan rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi dan ditemukan jentik, titik merah muda menunjukkan rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tetapi tidak ditemukan jentik, titik oranye menunjukkan rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi tetapi ditemukan jentik, sedangkan titik biru muda menunjukkan rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi dan tidak ditemukan jentik. Peta ini menunjukkan distribusi keempat kombinasi tersebut pada dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah.

Gambar 3.10 menunjukkan bahwa sebaran rumah tangga pada dataran tinggi terkonsentrasi terutama pada koridor permukiman bagian tengah Kecamatan Makale yang mengikuti jaringan jalan utama dari wilayah Batupapan dan Lapandan menuju pusat Makale, Tondon Mamullu, hingga arah Botang. Di luar koridor tersebut terdapat beberapa kelompok titik yang terpisah, terutama di Rante pada bagian barat, Tarongko pada bagian utara, serta Botang pada bagian selatan.

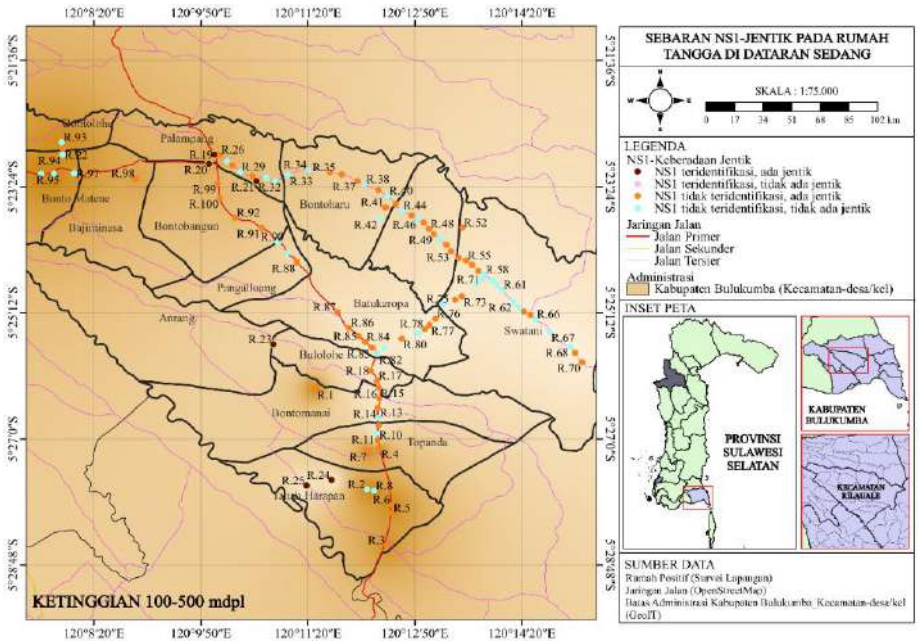


Gambar 3.10. Peta Sebaran Kasus NS1 Teridentifikasi dan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Tinggi

Rumah tangga dengan kombinasi NS1 teridentifikasi dan jentik tampak terutama berada pada koridor permukiman tengah dan selatan, serta ditemukan pula pada kelompok permukiman di sekitar Rante. Titik-titik tersebut tidak membentuk satu kelompok besar yang menyatu, tetapi muncul sebagai beberapa konsentrasi kecil yang dipisahkan oleh wilayah dengan jumlah sampel rumah tangga lebih sedikit. Di sekitar titik NS1 teridentifikasi juga terdapat banyak rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi tetapi memiliki jentik, terutama di pusat Makale dan sepanjang jaringan jalan utama.

Pola spasial ini menunjukkan bahwa pada dataran tinggi, indikator NS1 dan jentik cenderung muncul sebagai fokus-fokus lokal pada koridor permukiman tertentu, bukan tersebar merata pada seluruh wilayah Kecamatan Makale. Sebaran titik yang relatif jarang pada bagian timur Ariang dan beberapa bagian pinggiran menunjukkan bahwa konsentrasi pengamatan dan risiko lebih menonjol pada kawasan permukiman yang terhubung oleh jalan utama. Pola tersebut mendukung karakter risiko berupa *Highland Micro-Foci Risk*, tetapi peta ini tidak membuktikan lokasi pasti

terjadinya penularan. Analisis selanjutnya dilakukan pada dataran sedang yang disajikan pada gambar 3.11.



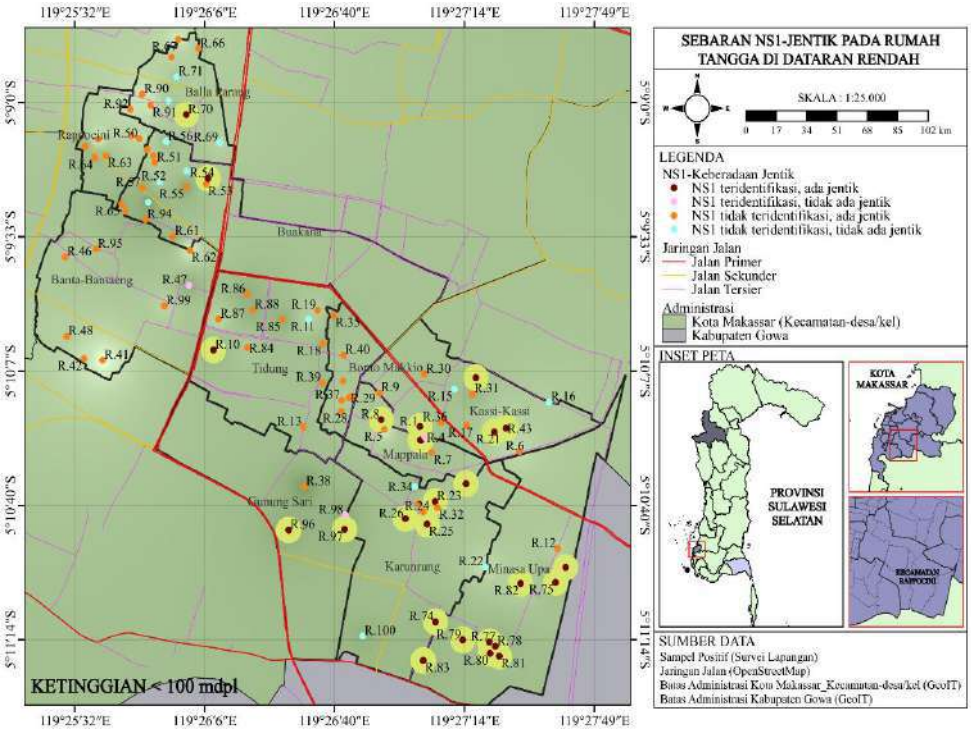
Gambar 3.11. Peta Sebaran Kasus NS1 Teridentifikasi dan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Sedang

Gambar 3.11 memperlihatkan pola sebaran rumah tangga yang memanjang dari bagian barat laut menuju tenggara Kecamatan Rilau Ale. Sebaran tersebut mengikuti koridor permukiman dan jaringan jalan yang menghubungkan Bonto Matene dan Palampang, kemudian melewati Bontobangun, Bontharu, Batukaropa, Bulolohe, hingga Topanda dan Harapan. Rumah tangga tidak tersebar merata pada seluruh wilayah, tetapi lebih banyak terkonsentrasi di sepanjang koridor jalan dan pusat-pusat permukiman.

Seluruh enam rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi berada pada kategori memiliki jentik. Namun, keenam titik tersebut tidak membentuk satu klaster padat pada satu desa, melainkan tersebar pada beberapa bagian koridor permukiman. Di antara titik-titik tersebut terdapat banyak rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi tetapi memiliki jentik. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberadaan habitat *Aedes* lebih luas daripada sebaran rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi.

Secara visual, pola pada dataran sedang membentuk koridor risiko yang memanjang dan terhubung oleh jaringan jalan, bukan fokus tunggal. Bagian barat laut, tengah, dan selatan wilayah sama-sama memperlihatkan keberadaan rumah tangga dengan jentik, sedangkan rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi muncul secara terpencar di dalam koridor tersebut. Pola ini lebih sesuai disebut *Transitional Corridor Risk*, karena distribusi indikator risiko mengikuti jalur permukiman yang menghubungkan beberapa desa pada wilayah transisi ketinggian. . Analisis selanjutnya dilakukan pada dataran rendah yang disajikan pada gambar 3.12.

Gambar 3.12 menunjukkan bahwa rumah tangga pada dataran rendah tersebar luas pada hampir seluruh bagian wilayah penelitian, mulai dari Rappocini dan Ballaparang di bagian utara, Banta-Bantaeng di bagian barat, Tidung dan Bonto Makkio di bagian tengah, Kassi-Kassi dan Mappala di bagian timur-tengah, hingga Gunung Sari, Karunrung, dan Minasa Upa di bagian selatan. Sebaran titik mengikuti pola permukiman perkotaan dan jaringan jalan yang rapat.



Gambar 3.12. Peta Sebaran Kasus NS1 Teridentifikasi dan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga di Dataran Rendah

Rumah tangga dengan kombinasi NS1 teridentifikasi dan jentik ditemukan pada beberapa bagian wilayah dan tidak terkonsentrasi hanya pada satu kelurahan. Konsentrasi visual yang relatif menonjol tampak pada bagian tengah hingga timur-tengah, terutama di sekitar Bonto Makkio, Kassi-Kassi, dan Mappala, serta pada bagian selatan di sekitar Karunrung dan Minasa Upa. Titik serupa juga ditemukan secara terpencar di Rappocini, Ballaparang, Banta-Bantaeng, Tidung, dan Gunung Sari.

Rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi tetapi memiliki jentik terlihat dalam jumlah besar dan tersebar di hampir seluruh kawasan permukiman. Selain itu, terdapat beberapa rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tetapi tidak ditemukan jentik pada saat pemeriksaan. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan jentik dan status NS1 tidak selalu berimpit pada rumah tangga yang sama, meskipun secara umum keduanya ditemukan pada kawasan permukiman yang saling berdekatan.

Pola spasial dataran rendah menunjukkan distribusi indikator risiko yang luas, terpencar, dan saling bercampur di dalam lingkungan perkotaan, tanpa satu pusat klaster yang dominan. Pola tersebut lebih tepat menggambarkan *Urban Diffuse Risk*. Oleh karena itu, pemeriksaan kontainer dan pengendalian vektor pada dataran rendah tidak cukup diarahkan hanya pada satu lokasi kasus, tetapi perlu mencakup kawasan permukiman secara lebih luas, terutama area dengan kepadatan rumah tangga dan jaringan jalan yang tinggi.

3.4.2. Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian ini disusun berdasarkan tujuan khusus penelitian untuk menjelaskan distribusi tempat perkembangbiakan *Aedes*, keberadaan jentik, indeks entomologi, hubungan status antigen NS1 dengan kontainer positif jentik, serta pola spasial indikator risiko dengue pada dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah. Hasil penelitian tidak hanya ditafsirkan berdasarkan kemaknaan statistik, tetapi juga dengan mempertimbangkan konteks ekologis, karakteristik lingkungan rumah tangga, pola penggunaan kontainer, dan konfigurasi spasial permukiman pada setiap zona ketinggian.

Pendekatan tersebut didasarkan pada pemahaman bahwa dengue merupakan masalah kesehatan masyarakat yang terbentuk melalui interaksi antara virus, manusia, vektor, lingkungan fisik, perilaku rumah tangga, dan organisasi sosial. Dalam perspektif

epidemiologi ekologi Susser dan Susser (1996), mengemukakan bahwa suatu kejadian penyakit tidak dapat dijelaskan hanya melalui satu faktor pada tingkat individu, tetapi harus dianalisis melalui keterkaitan berbagai tingkatan determinan(Susser & Susser, 1996). Oleh karena itu, ketinggian wilayah dalam penelitian ini tidak diposisikan sebagai faktor tunggal, melainkan sebagai bagian dari konteks ekologis yang berinteraksi dengan suhu, ketersediaan air, struktur permukiman, jenis kontainer, mobilitas penduduk, dan praktik pengelolaan lingkungan.

Secara khusus, Hopp dan Foley (2001), Liu-Helmersson et al. (2014), serta Reiter (2001) menjelaskan bahwa hubungan antara iklim, distribusi *Aedes*, dan transmisi dengue bersifat kompleks dan dimediasi oleh berbagai kondisi lokal. Kesesuaian suhu dan kelembapan pada skala wilayah dapat memengaruhi kelangsungan hidup vektor, tetapi keberadaan mikrohabitat pada tingkat rumah tangga tetap menentukan tersedianya tempat bertelur dan berkembangnya larva (Hopp & Foley, 2001; Liu-Helmersson et al., 2014). Dengan demikian, perbedaan temuan antara dataran tinggi, sedang, dan rendah perlu dipahami sebagai hasil interaksi antara kondisi makro wilayah dan lingkungan mikro rumah tangga.

Kerangka PRECEDE–PROCEED Green dan Kreuter (2005) menjelaskan bahwa perilaku kesehatan merupakan hasil interaksi antara faktor predisposisi, faktor pemungkin, dan faktor penguat. Dalam konteks pengendalian dengue, keberadaan kontainer positif jentik tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik fisik wadah, tetapi juga berkaitan dengan pengetahuan, persepsi risiko, kebiasaan penyimpanan air, ketersediaan sarana pengendalian, dukungan kader, serta praktik pemberantasan sarang nyamuk(Green & Kreuter, 2005). Selanjutnya, interpretasi distribusi spasial mengikuti prinsip epidemiologi spasial Lawson (2013), bahwa pola lokasi, kedekatan geografis, jaringan jalan, dan struktur permukiman dapat memberikan gambaran mengenai variasi risiko, meskipun peta deskriptif belum cukup untuk membuktikan keberadaan klaster penularan tanpa analisis spasial inferensial (Liu-Helmersson et al., 2014).

Berdasarkan kerangka tersebut, pembahasan selanjutnya disusun secara bertahap sesuai tujuan khusus penelitian, yaitu distribusi tempat perkembangbiakan *Aedes* dan keberadaan jentik, indeks entomologi, hubungan status NS1 dengan kontainer positif jentik, serta sebaran spasial indikator risiko dengue menurut zona ketinggian.

3.4.2.1 Distribusi Tempat Perkembangbiakan *Aedes* dan Keberadaan Jentik Menurut Zona Ketinggian

Tujuan khusus pertama penelitian ini adalah mendeskripsikan distribusi karakteristik kontainer sebagai tempat perkembangbiakan *Aedes* berdasarkan kategori *breeding*, letak kontainer, dan kondisi penutup pada dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah, serta menganalisis hubungannya dengan keberadaan jentik. Pembahasan pada bagian ini mencakup Tabel 3.3, Tabel 3.4, Tabel 3.5, Tabel 3.7, Tabel 3.8, Tabel 3.9, Tabel 3.10, serta Gambar 3.7–3.9. Tabel 3.3 menunjukkan bahwa jumlah kontainer yang ditemukan tidak selalu sejalan dengan jumlah maupun proporsi kontainer positif jentik. Dataran sedang memiliki jumlah kontainer terbanyak, sedangkan jumlah kontainer positif jentik dan rumah tangga dengan minimal satu kontainer positif jentik paling tinggi ditemukan pada dataran rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa banyaknya kontainer bukan satu-satunya penentu keberadaan jentik. Fungsi kontainer, letak, lama air tersimpan, frekuensi penggunaan, paparan hujan, bahan organik, dan praktik pengelolaan rumah tangga turut menentukan apakah suatu wadah menjadi mikrohabitat yang sesuai bagi *Aedes*.

Temuan tersebut dapat dijelaskan melalui paradigma epidemiologi ekologi Susser dan Susser (1996), yang memandang kejadian kesehatan sebagai hasil hubungan antartingkat, mulai dari lingkungan wilayah, struktur permukiman, rumah tangga, hingga perilaku individu (Susser & Susser, 1996). Dalam konteks penelitian ini, kontainer tidak hanya merupakan benda fisik, tetapi bagian dari sistem mikrohabitat yang terbentuk melalui interaksi antara kondisi geografis, kebutuhan air, aktivitas domestik, dan perilaku pengelolaan lingkungan. Dengan demikian, gradien ketinggian tidak bekerja secara tunggal, tetapi berinteraksi dengan karakter lingkungan mikro rumah tangga.

Hopp dan Foley (2001) menjelaskan bahwa distribusi *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh kesesuaian suhu dan ketersediaan air (Hopp & Foley, 2001). Liu-Helmersson et al. (2014) juga menunjukkan bahwa suhu memengaruhi perkembangan nyamuk, kelangsungan hidup, serta potensi transmisi dengue (Liu-Helmersson et al., 2014). Meskipun demikian, hubungan antara kondisi iklim dan penyakit tular nyamuk tidak bersifat langsung karena dimediasi oleh perumahan, penyimpanan air, perilaku manusia, urbanisasi, dan efektivitas pengendalian. Hasil penelitian ini mendukung pandangan tersebut karena jentik tetap ditemukan pada seluruh zona ketinggian selama tersedia kontainer dan kondisi mikrohabitat yang sesuai.

a. Karakteristik kontainer menurut zona ketinggian

Berdasarkan Tabel 3.4 dan Tabel 3.5, setiap zona ketinggian memiliki komposisi jenis dan kategori kontainer yang berbeda. Variasi tersebut mencerminkan perbedaan aktivitas rumah tangga, pola penyediaan air, karakter pekarangan, kepadatan permukiman, dan cara masyarakat memanfaatkan wadah di sekitar rumah.

Pada dataran tinggi, kontainer domestik penyimpanan air merupakan kategori yang paling banyak ditemukan. Namun, keberadaan jentik tidak hanya dijumpai pada tempat penampungan air utama, tetapi juga pada kontainer domestik nonpenyimpanan air, barang bekas, serta kontainer alami atau semi alami. Kondisi ini menunjukkan bahwa wilayah >500 mdpl tetap menyediakan mikrohabitat bagi *Aedes*, terutama melalui ember, bak, tempat minum hewan, wadah air di sekitar pekarangan atau kandang, serta barang yang dapat menahan air. Secara ekologis, suhu yang lebih rendah pada dataran tinggi dapat membatasi sebagian proses biologis nyamuk, tetapi tidak menghilangkan risiko secara mutlak. Kontainer yang terlindung oleh bangunan atau vegetasi, berada di sekitar kandang, dan menyimpan air dalam waktu lama dapat membentuk mikroklimat yang lebih sesuai dibandingkan kondisi rata-rata wilayah. Seid et al. (2024) menunjukkan bahwa kemunculan larva *Aedes aegypti* dipengaruhi oleh variasi spasial-temporal dan karakter habitat lokal (Seid et al., 2024). Kraemer et al. (2015) serta Messina et al. (2019) juga memperlihatkan bahwa distribusi *Aedes* dapat meluas ketika kondisi lingkungan buatan dan aktivitas manusia mendukung keberadaan vektor (Kraemer et al., 2015; Messina et al., 2019).

Pada dataran sedang, jumlah kontainer yang ditemukan paling banyak dan didominasi oleh wadah penyimpanan air domestik, seperti ember, baskom, bak, dan tempat penampungan air. Karakter ini mencerminkan kebutuhan rumah tangga dalam menyediakan cadangan air untuk kegiatan sehari-hari. Meskipun jumlah kontainernya paling besar, proporsi positif jentik tidak setinggi dataran rendah. Hal tersebut dapat terjadi karena sebagian wadah digunakan secara aktif, sering dikosongkan, atau mengalami pergantian air sehingga tidak selalu menjadi habitat produktif. Namun, barang bekas atau *disposable container* pada dataran sedang memiliki proporsi jentik yang relatif tinggi. Wadah yang tidak digunakan secara aktif cenderung luput dari pengawasan, dapat terisi air hujan, dan mempertahankan air lebih lama. Montini dan Fischer (2024) menjelaskan bahwa karakter

wadah dan akumulasi detritus dapat memengaruhi pemilihan lokasi oviposisi dan perkembangan keturunan *Aedes aegypti* (Montini & Fischer, 2024). Mwakutwaa et al. (2023) juga menunjukkan bahwa produktivitas habitat berbeda menurut jenis, ukuran, fungsi, dan kondisi container (Mwakutwaa et al., 2023).

Pada dataran rendah, proporsi kontainer positif jentik paling tinggi ditemukan pada lingkungan rumah tangga perkotaan. Kontainer domestik nonpenyimpanan air dan barang bekas menunjukkan proporsi jentik yang lebih tinggi dibandingkan kontainer penyimpanan air. Pot bunga, tatakan pot, wadah dispenser, ember bekas, botol, kaleng, ban, dan wadah kecil di pekarangan dapat menjadi habitat karena sering tidak dipersepsikan sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk. Kolimenakis et al. (2021) menjelaskan bahwa urbanisasi mendukung penyebaran *Aedes* melalui kepadatan manusia, perubahan lingkungan buatan, mobilitas penduduk, dan peningkatan jumlah wadah artifisial (Kolimenakis et al., 2021). Temuan penelitian ini juga sejalan dengan Ichsan et al. (2023) di Kota Makassar yang menunjukkan bahwa karakteristik habitat kontainer dan *Container Index* relevan dalam menggambarkan kondisi entomologi wilayah endemis dan nonendemis (Ichsan et al., 2023). Ishak et al. (2019) di Kecamatan Rappocini juga menunjukkan pentingnya tindakan pemberantasan sarang nyamuk dalam kaitannya dengan kepadatan larva *Aedes* aegypti (Ishak et al., 2019).

b. Hubungan kategori *breeding* dengan keberadaan jentik

Tabel 3.7 menunjukkan bahwa kategori *breeding* berhubungan secara bermakna dengan keberadaan jentik pada seluruh zona ketinggian. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa fungsi dan cara pemanfaatan kontainer berperan dalam menentukan kesesuaiannya sebagai tempat perkembangbiakan. Pada dataran tinggi, proporsi jentik terlihat tinggi pada kontainer nonpenyimpanan air, barang bekas, serta kontainer alami atau semi alami. Proporsi 100% pada kategori alami atau semi alami perlu ditafsirkan secara hati-hati karena jumlah kontainernya sangat sedikit. Meskipun demikian, pola tersebut menunjukkan bahwa pengendalian tidak boleh hanya berfokus pada bak atau tempat penyimpanan air utama. Pada dataran sedang, barang bekas memiliki proporsi jentik tertinggi, sedangkan pada dataran rendah proporsi tinggi ditemukan pada kontainer nonpenyimpanan air dan barang bekas. Pola tersebut memperlihatkan bahwa kontainer yang jarang digunakan atau tidak dianggap sebagai tempat penampungan air dapat menjadi

sumber jentik karena luput dari kegiatan pengurasan dan pemeriksaan.

Hasil ini sejalan dengan Ishak et al. (2020) di Kabupaten Gowa dan Maros yang menunjukkan hubungan antara jenis dan bahan kontainer dengan kepadatan larva *Aedes aegypti* (Ishak, Fiawan, et al., 2020). Ane et al. (2026) di Antang, Makassar, juga menunjukkan bahwa produktivitas vektor berbeda menurut jenis kontainer sehingga pengendalian perlu memprioritaskan wadah yang memberikan kontribusi terbesar terhadap produksi nyamuk (Ane et al., 2026). Dalpadado et al. (2022) dan Herath et al. (2024) menegaskan bahwa preferensi habitat *Aedes* dipengaruhi oleh tipe kontainer, kualitas air, lokasi, dan karakter lingkungan (Dalpadado et al., 2022). Dengan demikian, klasifikasi kontainer berdasarkan kategori *breeding* memberikan informasi epidemiologis yang lebih bermakna dibandingkan hanya mencatat nama wadah. Kategori tersebut memperlihatkan fungsi, pola penggunaan, dan peluang suatu kontainer luput dari pengelolaan rumah tangga.

c. Hubungan letak kontainer dengan keberadaan jentik

Tabel 3.8 menunjukkan bahwa letak kontainer berhubungan secara bermakna dengan keberadaan jentik pada dataran tinggi, sedang, dan rendah. Pada ketiga zona, kontainer di luar rumah secara konsisten memiliki proporsi positif jentik lebih tinggi dibandingkan kontainer di dalam rumah. Perbedaan paling besar terlihat pada dataran rendah. Kontainer luar rumah lebih mudah terisi air hujan, menerima bahan organik, berada di bawah vegetasi atau naungan, serta lebih jarang diperiksa. Kondisi tersebut memungkinkan air bertahan cukup lama untuk mendukung perkembangan telur menjadi larva. Sebaliknya, kontainer di dalam rumah umumnya lebih sering digunakan dan diawasi, meskipun tetap dapat menjadi habitat apabila air disimpan lama dan tidak dibersihkan.

Ridha et al. (2026) menunjukkan bahwa preferensi habitat *Aedes aegypti* di wilayah perkotaan dipengaruhi oleh jenis dan letak container (Ridha et al., 2026). Temuan ini juga konsisten dengan Herath et al. (2024), yang menunjukkan adanya perbedaan preferensi habitat pada wilayah urban, semiurban, dan rural (J. M. Herath et al., 2024). Oleh karena itu, posisi outdoor tidak hanya menggambarkan lokasi fisik, tetapi juga mewakili paparan terhadap hujan, vegetasi, bahan organik, dan rendahnya pengawasan. Pada dataran tinggi, pemeriksaan luar rumah perlu mencakup wadah sekitar pekarangan, kandang, dan tempat minum hewan. Pada

dataran sedang, perhatian perlu diberikan pada kontainer penyimpanan air dan barang bekas yang berada di halaman atau sepanjang permukiman. Pada dataran rendah, pemeriksaan perlu diperluas pada pot, tatakan pot, wadah dispenser, ember, ban, botol, kaleng, dan berbagai wadah kecil peridomestik.

d. Hubungan kondisi penutup kontainer dengan keberadaan jentik

Berbeda dari kategori *breeding* dan letak kontainer, Tabel 3.9 menunjukkan bahwa kondisi penutup tidak berhubungan secara bermakna dengan keberadaan jentik pada ketiga zona ketinggian. Pada dataran sedang dan rendah, proporsi jentik cenderung lebih tinggi pada kontainer terbuka, tetapi perbedaannya tidak mencapai kemaknaan statistik. Pada dataran tinggi, proporsi jentik justru lebih tinggi pada kontainer tertutup, tetapi jumlah kontainer tertutup relatif sedikit sehingga hasilnya perlu ditafsirkan secara hati-hati. Temuan empiris tersebut tercantum konsisten pada hasil penelitian.

Tidak adanya hubungan bermakna tidak berarti bahwa tindakan menutup kontainer tidak penting. Variabel penutup dalam penelitian ini hanya mengklasifikasikan keadaan visual menjadi tertutup dan terbuka, tanpa mengukur kerapatan, luas celah, frekuensi pembukaan, kesesuaian ukuran penutup, maupun lama penyimpanan air. Kontainer yang terlihat tertutup masih dapat diakses nyamuk apabila penutup tidak rapat, bergeser, berlubang, atau sering dibuka. Sebaliknya, kontainer terbuka belum tentu positif jentik apabila digunakan setiap hari, air sering diganti, atau wadah dibersihkan secara rutin.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa keberadaan penutup secara visual belum cukup menjadi indikator perlindungan biologis terhadap oviposisi *Aedes*. Dalpadado et al. (2022) menunjukkan bahwa kepadatan larva dipengaruhi oleh kualitas air dan karakter habitat (Dalpadado et al., 2022), sedangkan Montini dan Fischer (2024) menjelaskan bahwa kondisi wadah serta akumulasi bahan organik memengaruhi pemilihan tempat bertelur (Montini & Fischer, 2024). Dengan demikian, keberadaan jentik merupakan hasil interaksi antara penutup, fungsi kontainer, lama air tersimpan, kualitas air, letak, dan praktik pembersihan.

Dalam perspektif Susser dan Susser (1996), kondisi penutup merupakan faktor pada tingkat mikro yang pengaruhnya bergantung pada hubungan dengan faktor rumah tangga dan lingkungan yang lebih luas (Susser & Susser, 1996). Dinamika penyakit tular nyamuk tidak dapat dijelaskan melalui satu faktor lingkungan secara

sederhana karena dipengaruhi oleh perilaku penyimpanan air, kondisi perumahan, dan efektivitas tindakan pengendalian.

Temuan ini memiliki implikasi penting terhadap pelaksanaan 3M Plus. Berdasarkan kerangka PRECEDE–PROCEED Green dan Kreuter (2005), perilaku menutup kontainer dipengaruhi oleh faktor predisposisi, pemungkin, dan penguat (Green & Kreuter, 2005). Pengetahuan tentang manfaat menutup wadah merupakan faktor predisposisi; ketersediaan tutup yang sesuai, akses air bersih, dan kemampuan menguras merupakan faktor pemungkin; sedangkan dukungan kader, petugas kesehatan, dan norma lingkungan merupakan faktor penguat. Oleh karena itu, edukasi tidak cukup hanya menyampaikan pesan “menutup tempat penampungan air”. Pesan program harus menekankan menutup rapat tanpa celah, menguras, menyikat dinding kontainer, mengganti air secara teratur, serta tetap memeriksa kontainer yang sudah tertutup. Secara substantif, hasil ini menunjukkan bahwa kualitas pengelolaan kontainer lebih penting daripada keberadaan penutup secara visual semata.

e. Keberadaan kontainer positif jentik pada tingkat rumah tangga

Tabel 3.10 menunjukkan adanya perbedaan bermakna keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga menurut zona ketinggian. Proporsi tertinggi ditemukan pada dataran rendah, diikuti dataran sedang dan dataran tinggi. Meskipun terdapat gradien tersebut, lebih dari separuh rumah tangga pada dataran sedang dan tinggi tetap memiliki minimal satu kontainer positif jentik. Dengan demikian, keberadaan jentik bukan hanya persoalan wilayah rendah atau perkotaan.

Perbedaan tersebut mencerminkan interaksi antara ketinggian dan karakter rumah tangga. Pada dataran rendah, kepadatan permukiman, aktivitas domestik, jumlah wadah artifisial, dan lingkungan luar rumah memperluas peluang terbentuknya habitat. Pada dataran sedang, keberadaan jentik berkaitan dengan penyimpanan air serta barang bekas di sepanjang koridor permukiman. Pada dataran tinggi, jentik bertahan pada mikrohabitat lokal di rumah dan pekarangan yang menyediakan air serta kondisi perlindungan yang memadai.

Hasil pada tingkat rumah tangga ini menguatkan bahwa pengendalian tidak dapat hanya didasarkan pada jumlah kontainer. Satu kontainer produktif dapat menyebabkan sebuah rumah tangga dikategorikan positif dan mempertahankan keberadaan vektor pada

lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, pemeriksaan harus mencakup seluruh wadah potensial, termasuk wadah kecil atau tidak permanen.

f. Penguatan berdasarkan sebaran spasial keberadaan jentik

Gambar 3.7–3.9 memperkuat interpretasi hasil tabular karena memperlihatkan bahwa keberadaan jentik memiliki konfigurasi ruang yang berbeda pada setiap dataran. Menurut Lawson (2013), pemetaan epidemiologi dapat menunjukkan variasi lokasi, kedekatan geografis, jaringan jalan, dan struktur permukiman yang tidak terlihat melalui tabel. Namun, karena analisis pada penelitian ini bersifat deskriptif, pola yang terlihat tidak dapat dinyatakan sebagai klaster statistik (Lawson, 2013).

Pada dataran tinggi, rumah tangga positif jentik terlihat terutama mengikuti koridor permukiman bagian tengah Kecamatan Makale, dari Batupapan dan Lapandan menuju pusat Makale dan Tondon Mamullu, kemudian ke arah Botang. Kelompok titik lain terlihat di sekitar Rante dan Tarongko. Sebaran tersebut menunjukkan beberapa konsentrasi lokal pada kawasan permukiman, sedangkan bagian wilayah yang lebih jarang rumah memiliki titik pengamatan lebih sedikit. Pada dataran sedang, rumah tangga positif jentik membentuk pola memanjang dari bagian barat laut menuju tenggara Kecamatan Rilau Ale. Sebaran mengikuti jaringan jalan dan permukiman yang menghubungkan Bonto Matene, Palampang, Bontobangun, Bontoharu, Batukaropa, Bulolohe, Topanda, dan Harapan. Pola ini menunjukkan bahwa habitat *Aedes* berada pada sejumlah rumah tangga di sepanjang koridor permukiman dan tidak terpusat hanya pada satu desa. Pada dataran rendah, rumah tangga positif jentik tersebar luas mulai dari Rappocini dan Ballaparang di bagian utara, Banta-Bantaeng di bagian barat, Tidung dan Bonto Makkio di bagian tengah, Kassi-Kassi dan Mappala di bagian timur-tengah, hingga Gunung Sari, Karunrung, dan Minasa Upa di bagian selatan. Titik positif dan negatif bercampur dalam kawasan permukiman yang sama dan mengikuti jaringan jalan perkotaan. Sebaran luas tersebut telah tergambar dalam bagian pembahasan spasial pada naskah.

Secara keseluruhan, distribusi tempat perkembangbiakan dan keberadaan jentik menunjukkan karakter yang berbeda pada setiap zona. Dataran tinggi memperlihatkan beberapa konsentrasi lokal yang mengikuti koridor permukiman dan ketersediaan mikrohabitat tertentu. Dataran sedang menunjukkan pola memanjang sepanjang jaringan jalan dan permukiman dengan

dominasi wadah air domestik. Dataran rendah menunjukkan sebaran luas pada lingkungan perkotaan yang ditunjang oleh kontainer domestik, kontainer luar rumah, dan barang bekas.

Temuan pada Tabel 3.3–3.5 dan Tabel 3.7–3.10 menegaskan bahwa keberadaan jentik tidak ditentukan oleh ketinggian atau satu karakteristik kontainer saja. Kategori *breeding* dan letak kontainer merupakan faktor yang membedakan keberadaan jentik secara bermakna, sedangkan keberadaan penutup secara visual belum menunjukkan hubungan yang bermakna. Oleh karena itu, pengendalian *Aedes* perlu menggunakan pendekatan berbasis mikrohabitat dengan menyesuaikan sasaran pemeriksaan dan pengelolaan kontainer terhadap karakter lingkungan setiap zona ketinggian.

3.4.2.2 Indeks Entomologi Menurut Zona Ketinggian

Tujuan khusus kedua adalah menganalisis indeks entomologi berdasarkan zona ketinggian. Tabel 3.6 menunjukkan bahwa dataran rendah memiliki nilai *Container Index*, *House Index*, dan *Breteau Index* tertinggi. Dataran sedang dan dataran tinggi tetap menunjukkan nilai indeks yang penting secara epidemiologis, meskipun lebih rendah dibandingkan dataran rendah. *Container Index* menggambarkan proporsi kontainer yang positif jentik, *House Index* menunjukkan proporsi rumah yang memiliki minimal satu kontainer positif jentik, sedangkan *Breteau Index* menggambarkan jumlah kontainer positif per 100 rumah yang diperiksa. Ketiga indeks tersebut memberikan informasi yang berbeda mengenai tingkat infestasi pada lingkungan rumah tangga.

Pada dataran tinggi, nilai indeks entomologi menunjukkan bahwa lebih dari separuh rumah tangga masih memiliki kontainer positif jentik. Temuan tersebut memperkuat interpretasi Gambar 3.7 bahwa elevasi tinggi tidak menghapus risiko, tetapi distribusinya lebih menonjol pada permukiman tertentu yang mengikuti jaringan jalan dan menyediakan mikrohabitat sesuai. Pada dataran sedang, nilai HI dan BI memperlihatkan bahwa infestasi tetap melibatkan banyak rumah tangga meskipun CI lebih rendah. Kondisi ini dapat terjadi karena jumlah kontainer yang diperiksa cukup besar dan banyak rumah tangga memiliki setidaknya satu wadah positif. Interpretasi tersebut sesuai dengan pola pada Gambar 3.8 yang menunjukkan distribusi titik positif sepanjang koridor permukiman. Pada dataran rendah, tingginya ketiga indeks menunjukkan bahwa infestasi terjadi secara luas, baik pada tingkat kontainer maupun rumah tangga. Pola ini konsisten dengan Gambar 3.9 yang memperlihatkan titik positif tersebar dan bercampur

dengan titik negatif pada hampir seluruh kawasan permukiman yang diperiksa.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Garjito et al. (2020), yang menunjukkan bahwa indeks *Stegomyia* tetap bermanfaat untuk menggambarkan infestasi larva, tetapi tidak selalu berkorelasi langsung dengan kejadian dengue. Indeks larva tidak mengukur kepadatan nyamuk dewasa, tingkat infeksi virus pada vektor, frekuensi gigitan, atau mobilitas manusia (Garjito et al., 2020). Oleh karena itu, nilai CI, HI, dan BI tidak dapat digunakan sebagai prediktor tunggal kejadian dengue. Focks (2004) juga menegaskan pentingnya memahami keterbatasan indikator entomologi berbasis larva. Banyaknya larva tidak selalu berbanding lurus dengan produksi nyamuk dewasa karena produktivitas setiap kontainer berbeda (Dana A. Focks, 2004). Hal ini mendukung penggunaan data jenis kontainer, letak, fungsi, dan produktivitas habitat sebagai pelengkap indeks konvensional. Berdasarkan WHO (2024), penguatan surveilans dengue membutuhkan integrasi berbagai sumber data, termasuk surveilans kasus, laboratorium, vektor, lingkungan, dan informasi spasial (WHO, 2024a). Dengan demikian, indeks entomologi dalam penelitian ini lebih tepat digunakan sebagai indikator kewaspadaan lingkungan yang harus dibaca bersama status NS1 dan pola spasial rumah tangga.

3.4.2.3 Hubungan Status NS1 dengan Keberadaan Kontainer Positif Jentik pada Rumah Tangga

Tujuan khusus ketiga adalah menganalisis hubungan status kasus dengue akut berbasis antigen NS1 dengan keberadaan kontainer positif jentik pada rumah tangga. Tabel 3.11 menunjukkan bahwa rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi memiliki proporsi kontainer positif jentik yang lebih tinggi dibandingkan rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi. Hubungan tersebut bermakna pada analisis keseluruhan. Secara epidemiologis, status NS1 dan keberadaan jentik menggambarkan dua komponen yang berbeda.

Antigen NS1 menunjukkan bukti infeksi dengue akut pada manusia, sedangkan kontainer positif jentik menunjukkan tersedianya habitat perkembangan vektor di lingkungan rumah tangga. Hubungan keduanya dapat dijelaskan melalui interaksi agen, pejamu, vektor, dan lingkungan. Beatty et al. (2015), Glasner et al. (2018), Ghetia et al. (2022), Needs et al. (2022), dan Sasmono et al (2015) menunjukkan bahwa NS1 merupakan biomarker penting pada fase akut infeksi dengue (Beatty et al., 2015; Ghetia et al., 2022; Needs et al., 2022; Sasmono et al., 2015). Penggunaan NS1 dalam penelitian ini memperkuat identifikasi kasus karena tidak hanya didasarkan pada

gejala klinis atau laporan kasus, tetapi menggunakan bukti laboratorium.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Arsin (2013), yang menempatkan keberadaan vektor dan lingkungan perkembangbiakan sebagai komponen penting epidemiologi dengue di Indonesia (Arsin, 2013). Erwin et al. (2024) juga menunjukkan bahwa kejadian dengue pada wilayah endemis dipengaruhi oleh kombinasi faktor rumah tangga dan lingkungan (Erwin et al., 2024). Ishak et al. (2020) di Palopo menegaskan bahwa faktor risiko lingkungan dan efektivitas pengendalian vektor tetap berperan dalam kejadian DBD (Ishak, Aisyah, et al., 2020). Meskipun terdapat hubungan statistik, hasil tersebut tidak dapat ditafsirkan bahwa jentik yang ditemukan pada rumah tangga menyebabkan infeksi dengue pada penghuni rumah tersebut. Pemeriksaan jentik hanya menunjukkan kondisi pada saat survei, sedangkan infeksi dapat diperoleh di sekolah, tempat kerja, pasar, rumah kerabat, atau tempat aktivitas lainnya. Selain itu, jentik yang ditemukan belum tentu berkembang menjadi nyamuk dewasa yang membawa virus dengue.

Tabel 3.12 memperlihatkan variasi hubungan setelah analisis dilakukan menurut dataran. Pada dataran tinggi, hubungan antara status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik bermakna. Perbedaan proporsi antara kelompok NS1 teridentifikasi dan tidak teridentifikasi juga terlihat lebih jelas. Kondisi tersebut dapat berkaitan dengan distribusi habitat yang lebih terlokalisasi sehingga keberadaan jentik lebih membedakan kondisi lingkungan rumah tangga. Pada dataran sedang, seluruh rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi memiliki kontainer positif jentik, tetapi hubungan tidak mencapai kemaknaan statistik. Hasil ini terutama perlu dibaca dengan mempertimbangkan bahwa jumlah rumah tangga NS1 teridentifikasi hanya enam. Ukuran kelompok yang kecil menyebabkan presisi uji menjadi terbatas meskipun secara deskriptif proporsinya mencapai 100%. Pada dataran rendah, proporsi kontainer positif jentik tinggi pada kedua kelompok status NS1. Tingginya prevalensi jentik pada rumah tangga dengan maupun tanpa NS1 teridentifikasi memperkecil perbedaan antarkelompok. Oleh karena itu, ketidakbermaknaan statistik pada dataran rendah tidak menunjukkan bahwa habitat vektor tidak relevan, tetapi dapat mencerminkan luasnya infestasi pada lingkungan perkotaan. Dengan demikian, hasil analisis gabungan dan analisis per dataran perlu dibaca secara bersama. Nilai p tidak boleh ditafsirkan tanpa mempertimbangkan jumlah kasus, proporsi, distribusi sel, dan kondisi ekologis masing-masing wilayah.

3.4.2.4 Sebaran Spasial Status NS1 dan Keberadaan Kontainer Positif Jentik Menurut Zona Ketinggian

Tujuan khusus keempat adalah menganalisis sebaran spasial status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik menurut zona ketinggian. Pendekatan spasial diperlukan karena tabel statistik hanya menjelaskan besarnya distribusi dan hubungan, tetapi tidak menunjukkan bagaimana rumah tangga dengan karakteristik tertentu tersusun dalam ruang. Lawson (2013) menjelaskan bahwa epidemiologi spasial memandang lokasi sebagai bagian dari proses terbentuknya risiko. Rumah tangga yang berdekatan dapat berbagi karakter lingkungan, jaringan jalan, pola penggunaan air, akses pelayanan kesehatan, dan aktivitas sosial. (Lawson, 2013) Oleh karena itu, kedekatan geografis dapat membantu mengidentifikasi wilayah yang memerlukan investigasi lebih lanjut, meskipun tidak membuktikan lokasi penularan (Istiqamah et al., 2020).

a. Pola spasial dataran tinggi

Gambar 3.4 menunjukkan bahwa rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi di dataran tinggi tidak terkumpul pada satu lokasi. Titik-titik tersebut muncul pada beberapa bagian koridor permukiman Kecamatan Makale. Gambar 3.7 menunjukkan bahwa rumah tangga positif jentik juga lebih banyak mengikuti koridor jalan pada bagian tengah wilayah, dengan kelompok lain di sekitar Rante, Tarongko, dan Botang. Gambar 3.10 memperlihatkan bahwa kombinasi status NS1 dan jentik tersusun sebagai beberapa kelompok lokal yang terpisah. Konsentrasi titik relatif lebih menonjol pada koridor dari Batupapan dan Lapandan menuju pusat Makale, Tondon Mamullu, dan Botang. Pola tersebut menunjukkan bahwa risiko lingkungan di dataran tinggi tidak menyebar secara homogen, tetapi lebih menonjol pada permukiman tertentu yang menyediakan mikrohabitat sesuai.

Keberadaan titik dengan NS1 teridentifikasi tetapi tanpa jentik menunjukkan bahwa infeksi tidak selalu berimpit dengan temuan larva pada rumah yang sama. Sebaliknya, rumah tanpa NS1 teridentifikasi tetapi memiliki jentik menunjukkan bahwa habitat vektor juga terdapat di luar rumah kasus. Dengan demikian, investigasi tidak cukup dilakukan hanya pada rumah dengan NS1 teridentifikasi, tetapi perlu mencakup lingkungan dan rumah yang berdekatan.

b. Pola spasial dataran sedang

Gambar 3.5, Gambar 3.8, dan Gambar 3.11 menunjukkan pola yang memanjang dari bagian barat laut menuju tenggara

Kecamatan Rilau Ale. Sebaran rumah tangga mengikuti jaringan jalan dan pusat permukiman dari Bonto Matene dan Palampang menuju Bontobangun, Bontoharu, Batukaropa, Bulolohe, Topanda, dan Harapan. Seluruh rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi juga memiliki kontainer positif jentik. Namun, titik tersebut tidak membentuk satu konsentrasi padat pada satu desa, melainkan tersebar pada beberapa lokasi sepanjang koridor permukiman. Di antara titik tersebut terdapat banyak rumah tangga tanpa NS1 teridentifikasi yang tetap memiliki jentik.

Pola tersebut memperlihatkan bahwa habitat *Aedes* tersebar lebih luas daripada lokasi rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi. Jaringan jalan dan hubungan antardesa kemungkinan membentuk ruang aktivitas masyarakat yang saling terhubung. Meskipun demikian, peta belum memasukkan data mobilitas individu sehingga hubungan antara koridor jalan dan penularan tidak dapat disimpulkan secara langsung.

c. Pola spasial dataran rendah

Gambar 3.6 menunjukkan bahwa rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tersebar di berbagai bagian Kecamatan Rappocini. Gambar 3.9 memperlihatkan distribusi rumah tangga positif jentik yang luas, sedangkan Gambar 3.12 menunjukkan pencampuran empat kombinasi status NS1 dan jentik pada lingkungan perkotaan yang sama. Titik-titik tersebut ditemukan mulai dari Ballaparang dan Rappocini di bagian utara, Banta-Bantaeng di bagian barat, Tidung dan Bonto Makkio di bagian tengah, Kassi-Kassi dan Mappala di bagian timur-tengah, hingga Gunung Sari, Karunrung, dan Minasa Upa di bagian selatan. Tidak terlihat satu pusat distribusi yang mendominasi seluruh wilayah.

Sebaran yang luas dan bercampur menunjukkan bahwa risiko lingkungan pada dataran rendah berada pada skala permukiman perkotaan, bukan hanya rumah kasus. Kepadatan jaringan jalan, kedekatan antarrumah, tingginya mobilitas, serta keberadaan kontainer domestik dan peridomestik memungkinkan indikator risiko ditemukan pada berbagai lokasi. Hasil tersebut sejalan dengan Leandro et al. (2024), yang menunjukkan bahwa dinamika penularan dengue pada kota endemis memiliki struktur spasial pada skala lokal (Leandro et al., 2024). Kolimenakis et al. (2021) juga menegaskan bahwa urbanisasi membentuk habitat *Aedes* melalui perubahan lingkungan, kepadatan manusia, dan peningkatan wadah artifisial (Kolimenakis et al., 2021). Namun, karena pemetaan dalam penelitian ini bersifat deskriptif, pola yang

terlihat tidak boleh disebut sebagai klaster spasial yang terbukti secara statistik.

d. Interpretasi buffer 100 meter

Area *buffer* 100 meter pada Gambar 3.4, 3.4, dan 3.6 digunakan untuk menggambarkan kedekatan geografis di sekitar rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi. Area tersebut bukan batas pasti jarak terbang nyamuk, bukan bukti bahwa penularan terjadi di dalam lingkaran, dan bukan ukuran klaster statistik. Secara programatik, *buffer* dapat digunakan sebagai zona kewaspadaan untuk menentukan prioritas kunjungan rumah, pemeriksaan kontainer, pencarian jentik, edukasi 3M Plus, dan pengendalian sumber larva. Pendekatan tersebut sesuai dengan rekomendasi WHO mengenai surveilans multisumber yakni penggabungan data laboratorium, kasus, vektor, lingkungan, dan informasi spasial untuk mendukung respons yang lebih terarah (WHO, 2024a).

Secara keseluruhan, hasil spasial menunjukkan karakter yang khas pada masing-masing wilayah. Dataran tinggi memperlihatkan beberapa konsentrasi lokal pada koridor permukiman yang terpisah oleh wilayah dengan titik lebih jarang. Dataran sedang menunjukkan distribusi memanjang mengikuti jaringan jalan dan hubungan antardesa. Dataran rendah memperlihatkan distribusi luas, rapat, dan bercampur pada lingkungan perkotaan.

3.4.2.5 Implikasi Hasil terhadap Pengendalian Dengue Berbasis Zona Ketinggian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi pengendalian dengue perlu mempertimbangkan karakter kontainer dan konfigurasi spasial masing-masing dataran. Pendekatan yang seragam berpotensi mengabaikan sumber habitat yang khas pada setiap wilayah. Pada dataran tinggi, pemeriksaan perlu diprioritaskan pada permukiman di sepanjang koridor jalan dan beberapa kelompok lokal yang menunjukkan keberadaan NS1 dan/atau jentik. Sasaran pemeriksaan harus mencakup tempat minum hewan, wadah air di sekitar kandang, ember, bak, barang bekas, dan kontainer semi alami. Pada dataran sedang, intervensi perlu mengikuti koridor permukiman dan jaringan jalan yang menghubungkan beberapa desa. Pengendalian diarahkan pada ember, baskom, bak, dan tempat penyimpanan air domestik serta barang bekas yang berada di sekitar rumah. Pemeriksaan tidak cukup berhenti pada rumah kasus karena habitat jentik juga ditemukan pada rumah lain di sepanjang koridor.

Pada dataran rendah, pengendalian perlu dilakukan dengan cakupan lingkungan yang lebih luas. Pot bunga, tatakan pot, wadah dispenser, ember, barang bekas, botol, kaleng, dan wadah kecil di luar rumah perlu menjadi sasaran utama. Rumah dengan NS1 teridentifikasi dapat digunakan sebagai titik awal investigasi, tetapi pemeriksaan harus diperluas pada rumah dan lingkungan sekitarnya karena distribusi jentik bersifat luas.

Pendekatan ini sesuai dengan kerangka PRECEDE–PROCEED Green dan Kreuter (2005). Intervensi perlu didasarkan pada diagnosis epidemiologis dan lingkungan, kemudian disesuaikan dengan faktor perilaku, sumber daya, dukungan kader, dan kapasitas puskesmas (Green & Kreuter, 2005). sehingga hasil pemetaan tidak berhenti sebagai visualisasi, tetapi digunakan sebagai dasar penetapan prioritas pemeriksaan kontainer, edukasi rumah tangga, dan pengendalian vektor yang sesuai dengan konteks wilayah.

3.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik tempat perkembangbiakan *Aedes* dan keberadaan jentik menunjukkan pola yang berbeda menurut zona ketinggian. Dataran rendah memiliki proporsi kontainer dan rumah tangga positif jentik tertinggi, dataran sedang memiliki jumlah kontainer terbanyak, sedangkan dataran tinggi tetap menyediakan mikrohabitat yang mendukung perkembangbiakan *Aedes*. Kategori *breeding* dan letak kontainer berhubungan secara bermakna dengan keberadaan jentik, sedangkan kondisi penutup tidak menunjukkan hubungan yang bermakna.
2. Nilai indeks entomologi berbeda antarzona ketinggian. Dataran rendah menunjukkan nilai tertinggi, yaitu *Container Index* sebesar 52,2%, *House Index* sebesar 84,0%, dan *Breteau Index* sebesar 154,0, kemudian diikuti oleh dataran sedang dan dataran tinggi. Meskipun nilainya lebih rendah, dataran sedang dan tinggi tetap menunjukkan tingkat infestasi *Aedes* yang penting secara epidemiologis.
3. Status dengue akut berbasis antigen NS1 berhubungan secara bermakna dengan keberadaan kontainer positif jentik pada analisis keseluruhan rumah tangga. Berdasarkan analisis menurut zona ketinggian, hubungan yang bermakna hanya ditemukan pada dataran tinggi, sedangkan pada dataran sedang dan dataran rendah tidak ditemukan hubungan yang bermakna secara statistik.
4. Sebaran spasial status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik menunjukkan pola yang berbeda menurut zona ketinggian. Dataran tinggi memperlihatkan beberapa konsentrasi lokal, dataran sedang menunjukkan pola memanjang mengikuti koridor permukiman dan jaringan jalan,

sedangkan dataran rendah memperlihatkan sebaran yang luas dan rapat pada lingkungan perkotaan. Buffer 100 meter berfungsi sebagai zona prioritas investigasi lingkungan dan bukan sebagai bukti pasti lokasi terjadinya penularan.

5. Gradien ketinggian, karakter permukiman, mikrohabitat, pengelolaan kontainer, keberadaan jentik, dan status NS1 menunjukkan keterkaitan dalam membentuk pola risiko dengue yang berbeda antarwilayah. Oleh karena itu, pengendalian dengue perlu diterapkan pada seluruh zona ketinggian dengan strategi yang disesuaikan dengan karakteristik kontainer, lingkungan permukiman, dan pola spasial pada masing-masing wilayah.

Daftar Pustaka

Ane, R. La, Amboi, W., Ibrahim, E., & Susilawaty, A. (2026). Container-specific pupal productivity for household dengue vector control: A cross-sectional entomological survey in Antang, Makassar, Indonesia. *Diversity: Disease Preventive of Research Integrity*, 117–127. https://doi.org/10.24252/DIVERSITY.V6I2.66072

Arsin, A. A. (2013). Epidemiology of Dengue Fever in Indonesia. In *Masagena Press*.

Arsin, A. A., Istiqamah, S. N. A., Elisafitri, R., & Nurdin. (2020). Correlational study of climate factor, mobility and the incidence of dengue Hemorrhagic Fever in Kendari, Indonesia. *Enfermería Clínica*, *30*, 280–284. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.06.064

Beatty, P. R., Puerta-Guardo, H., Killingbeck, S. S., Glasner, D. R., Hopkins, K., & Harris, E. (2015). Dengue Virus NS1 Triggers Endothelial Permeability And Vascular Leak That Is Prevented By NS1 Vaccination. *Science Translational Medicine*, *7*(304), 304ra141-304ra141.

Colón-González, F. J., Gibb, R., Khan, K., Watts, A., Lowe, R., & Brady, O. J. (2023). Projecting the future incidence and burden of dengue in Southeast Asia. *Nature Communications 2023 14:1*, *14*(1), 5439-. https://doi.org/10.1038/s41467-023-41017-y

Cuschieri, S. (2019). The STROBE guidelines. *Saudi Journal of Anaesthesia*, *13*(Suppl 1), S31–S34. https://doi.org/10.4103/SJA.SJA_543_18

Dalpadado, R., Amarasinghe, D., & Gunathilaka, N. (2022). Water quality characteristics of breeding habitats in relation to the density of Aedes aegypti and Aedes albopictus in domestic settings in Gampaha district of Sri Lanka. *Acta Tropica*, *229*, 106339. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106339

Dana A. Focks. (2004). A Review Of Entomological Sampling Methods And Indicators For Dengue Vectors. In *World Health Organization on behalf of the Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases*. https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/79a94926-61df-40fd-a84b-2aa54ecf9a4c/content

Dwicahya, B., Arsunan Arsin, A., Ishak, H., Hamid, F., & Mallongi, A. (2023). Aedes Sp. Mosquito Resistance and the Effectiveness of Biolarvicides on Dengue Vector Mortality. *Pharmacognosy Journal*, *15*(4), 541–546. https://doi.org/10.5530/pj.2023.15.116

Erwin, A. S. N., Noor, N. N., Wahiddudin, Arsin, A. A., Ishak, H., & Junus, A. J. (2024). Risk Factors Dengue Fever in an Endemic Area in Sikka, Indonesia; A Case-Control Study. *National Journal of Community Medicine*, *15*(08), 676–684. https://doi.org/10.55489/NJCM.150820244213

Garjito, T. A., Hidajat, M. C., Kinansi, R. R., Setyaningsih, R., Anggraeni, Y. M., Mujiyanto, Trapsilowati, W., Jastal, Ristiyanto, Satoto, T. B. T., Gavotte, L., Manguin, S., & Frutos, R. (2020). Stegomyia Indices and Risk of Dengue Transmission: A Lack of Correlation. *Frontiers in Public Health*, *8*, 328. https://doi.org/10.3389/FPUBH.2020.00328

Ghetia, C., Bhatt, P., & Mukhopadhyay, C. (2022). Association Of Dengue Virus Non-Structural-1 Protein With Disease Severity: A Brief Review. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, *116*(11), 986–995.

Glasner, D. R., Puerta-Guardo, H., Beatty, P. R., & Harris, E. (2018). The Good, The Bad, And The Shocking: The Multiple Roles Of Dengue Virus Nonstructural Protein 1 In Protection And Pathogenesis. *Annual Review of Virology*, *5*, 227–253.

Green, L. W., & Kreuter, M. (2005). *Health Program Planning: An Educational and Ecological Approach* (4th ed.). McGraw-Hill. https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1091767

Herath, J. M., De Silva, W. A., Weeraratne, T. C., & Karunaratne, S. H. P. (2024). Breeding Habitat Preference of the Dengue Vector Mosquitoes Aedes aegypti and Aedes albopictus from Urban, Semiurban, and Rural Areas in Kurunegala District, Sri Lanka. *Journal of Tropical Medicine*.

Herath, J. M. M. K., De Silva, W. A. P. P., Weeraratne, T. C., & Karunaratne, S. H. P. P. (2024). Breeding Habitat Preference of the Dengue Vector Mosquitoes Aedes aegypti and Aedes albopictus from Urban, Semiurban, and Rural Areas in Kurunegala District, Sri Lanka. *Journal of Tropical Medicine*, *2024*(1), 4123543. https://doi.org/10.1155/2024/4123543

Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, Aedes Aegypti. *Climatic Change*, *48*(2–3), 441–463. https://doi.org/10.1023/A:1010717502442/METRICS

Ichsan, M., Ishak, H., Ibrahim, E., Amqam, H., Wahid, I., Syahribulan, Sudirman, R., & Mallongi, A. (2023). Habitat Characteristics of Aedes Sp Larval Containers and Density of Container Index (CI) In the Area Endemic and Non-Endemic to DHF In Makassar City. *Pharmacognosy Journal*, *15*(3), 290. https://doi.org/10.5530/PJ.2023.15.77

Ishak, H., Aisyah, A. S., Mallongi, A., & Astuti, R. D. P. (2020). Risk factors and fogging effectiveness of dengue hemorrhagic fever incidence in the Pontap Public Health Center area in Palopo City, Indonesia. *Enfermería Clínica*, *30*, 294–297. https://doi.org/10.1016/J.ENFCLI.2019.10.087

Ishak, H., Fiawan, M. J., Abdullah, M. T., & Mallongi, A. (2020). Relationship of the container type and material with the density of Aedes aegypti larvae in Gowa and Maros Regency. *Enfermería Clínica*, *30*, 399–402. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2019.10.109

Ishak, H., Toding, N., Natsir, M., & Amqam, H. (2019). Description of Aedes aegypti Larva Density Based on Mosquito Breeding Eradication Action in the Dengue Endemic Rappocini Sub-District Makassar. *3rd International Conference on Environmental Risks and Public Health (ICER-PH 2018)*, 178–184. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4108/eai.26-10-2018.2288868

Istiqamah, S. N. A., Arsin, A. A., Salmah, A. U., & Mallongi, A. (2020). Correlation Study Between Elevation, Population Density, And Dengue Hemorrhagic Fever In Kendari City In 2014–2018. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *8*(T2), 63–66.

Kolimenakis, A., Heinz, S., Wilson, M. L., Winkler, V., Yakob, L., Michaelakis, A.,

Papachristos, D., Richardson, C., & Horstick, O. (2021). The role of urbanisation in the spread of Aedes mosquitoes and the diseases they transmit—A systematic review. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *15*(9), e0009631. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009631

Kraemer, M. U. G., Reiner, R. C., Brady, O. J., Messina, J. P., Gilbert, M., Pigott, D. M., Yi, D., Johnson, K., Earl, L., Marczak, L. B., Shirude, S., Davis Weaver, N., Bisanzio, D., Perkins, T. A., Lai, S., Lu, X., Jones, P., Coelho, G. E., Carvalho, R. G., … Golding, N. (2019). Past and future spread of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus. *Nature Microbiology 2019 4:5*, *4*(5), 854–863. https://doi.org/10.1038/s41564-019-0376-y

Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., Moore, C. G., Carvalho, R. G., Coelho, G. E., & Van Bortel, W. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Ae. albopictus. *Elife*, *4*, e08347. https://doi.org/10.3390/insects14010049

Lawson, A. B. (2013). Statistical Methods in Spatial Epidemiology: Second Edition. In *Statistical Methods in Spatial Epidemiology: Second Edition* (2nd ed.). Wiley Blackwell. https://doi.org/10.1002/9780470035771

Leandro, A. S., Chiba de Castro, W. A., Garey, M. V., & Maciel-de-Freitas, R. (2024). Spatial analysis of dengue transmission in an endemic city in Brazil reveals high spatial structuring on local dengue transmission dynamics. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/S41598-024-59537-Y

Liu-Helmersson, J., Stenlund, H., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2014). Vectorial Capacity of Aedes aegypti: Effects of Temperature and Implications for Global Dengue Epidemic Potential. *PLoS ONE*, *9*(3), e89783. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0089783

Messina, J. P., Brady, O. J., Golding, N., Kraemer, M. U. G., Wint, G. R. W., Ray, S. E., Pigott, D. M., Shearer, F. M., Johnson, K., Earl, L., Marczak, L. B., Shirude, S., Davis Weaver, N., Gilbert, M., Velayudhan, R., Jones, P., Jaenisch, T., Scott, T. W., Reiner, R. C., & Hay, S. I. (2019). The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*, *4*(9), 1508–1515. https://doi.org/10.1038/S41564-019-0476-8

Monintja, T. C. N., Arsin, A. A., Syafar, M., & Amiruddin, R. (2022). Relationship Between Rainfall And Rainy Days With Dengue Hemorrhagic Fever Incidence In Manado City, North Sulawesi, Indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *10*(E), 840–843.

Montini, P., & Fischer, S. (2024). Oviposition site selection and subsequent offspring performance of Aedes aegypti in short- and long-term detritus accumulation conditions. *Acta Tropica*, *255*, 107222. https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2024.107222

Mwakutwaa, A. S., Ngugi, H. N., Ndenga, B. A., Krystosik, A., Ngari, M., Abubakar, L. U., Yonge, S., Kitron, U., LaBeaud, A. D., & Mutuku, F. M. (2023). Pupal productivity of larval habitats of Aedes aegypti in Msambweni, Kwale County, Kenya. *Parasitology Research 2023 122:3*, *122*(3), 801–814. https://doi.org/10.1007/S00436-022-07777-0

Natsir, N., Arsin, A. A., Ishak, H., Alimuddin, I., Masni, M., Massi, M. N., & Mallongi, A. (2024). Transmission of Four Serotypes of Dengue Virus in Several Asian Countries Literature Review. *Pharmacognosy Journal*, *15*(6s), 1244–1249. https://doi.org/10.5530/pj.2023.15.225

Needs, S. H., Sirivisoot, S., Jegouic, S., Prommool, T., Luangaram, P., Srisawat, C., Sriraksa, K., Limpitikul, W., Mairiang, D., & Malasit, P. (2022). Smartphone

Multiplex Microcapillary Diagnostics Using Cygnus: Development And Evaluation Of Rapid Serotype-Specific NS1 Detection With Dengue Patient Samples. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *16*(4), e0010266.

Ridha, M. R., Tazkiah, M., Yudhastuti, R., Yahya, Y., Hidayah, N., Indriati, L., Nisa, K., Budidarma, A., Isnawati, I., & Pahruddin, M. (2026). Breeding Habitat Preferences Of Aedes aegypti As A Dengue Vector In Urban Areas Of Banjarmasin, Indonesia. *Serangga*, *31*(1), 81–103. https://doi.org/10.17576/serangga-2026-3101-05

Ryan, S. J., Carlson, C. J., Mordecai, E. A., & Johnson, L. R. (2019). Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *13*(3), e0007213. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0007213

Sasmono, R. T., Wahid, I., Trimarsanto, H., Yohan, B., Wahyuni, S., Hertanto, M., Yusuf, I., Mubin, H., Ganda, I. J., Latief, R., Bifani, P. J., Shi, P. Y., & Schreiber, M. J. (2015). Genomic analysis and growth characteristic of dengue viruses from Makassar, Indonesia. *Infection, Genetics and Evolution*, *32*, 165–177. https://doi.org/10.1016/j.meegid.2015.03.006

Seid, M., Aklilu, E., & Animut, A. (2024). Spatio-temporal occurrence and habitat characteristics of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) larvae in Southern Afar region, Ethiopia. *Tropical Medicine and Health*, *52*(1), 51. https://doi.org/10.1186/S41182-024-00612-5

South Sulawesi Provincial Health Office. (2025). *Dengue hemorrhagic fever surveillance report in South Sulawesi Province 2024*. Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan. South Sulawesi Provincial Health Office archive

Susser, M., & Susser, E. (1996). Choosing a future for epidemiology: II. From black box to Chinese boxes and eco-epidemiology. *American Journal of Public Health*, *86*(5), 674. https://doi.org/10.2105/AJPH.86.5.674

Wang, X., & Cheng, Z. (2020). Cross-Sectional Studies: Strengths, Weaknesses, and Recommendations. *Chest*, *158*(1), S65–S71. https://doi.org/10.1016/J.CHEST.2020.03.012

Wang, Y., Zhao, S., Wei, Y., Li, K., Jiang, X., Li, C., Ren, C., Yin, S., Ho, J., Ran, J., Han, L., Zee, B. C. ying, & Chong, K. C. (2023). Impact of climate change on dengue fever epidemics in South and Southeast Asian settings: A modelling study. *Infectious Disease Modelling*, *8*(3), 645–655. https://doi.org/10.1016/J.IDM.2023.05.008

WHO. (2016, March 14). *Entomological surveillance for Aedes spp. in the context of Zika virus: interim guidance for entomologists*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-ZIKV-VC-16.2

WHO. (2024a). *Dengue: Global situation, surveillance and progress – 2024 update*. World Health Organization.

WHO. (2024b). *Indonesia takes decisive, pioneering action to strengthen multisource collaborative surveillance for dengue*. https://www.who.int/indonesia/news/detail/30-07-2024-indonesia-takes-decisive--pioneering-action-to-strengthen-multisource-collaborative-surveillance-for-dengue

WHO. (2025). *Dengue: Global Situation, Surveillance and Progress – 2024 Update* (pp. 665–678). https://www.who.int/publications/i/item/who-wer10052-665-678

BAB IV
TOPIK PENELITIAN III
Hubungan Pengetahuan, Perilaku Pencegahan, Penggunaan 3M Plus, dan Penyuluhan Kesehatan dengan Status Antigen NS1 Dengue pada Berbagai Gradien Ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan

4.1. Abstrak

Latar Belakang: Dengue masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia dan telah ditemukan pada berbagai zona ketinggian. Selain kondisi lingkungan, perilaku masyarakat berperan dalam menentukan risiko infeksi. Namun, bukti mengenai hubungan determinan promosi kesehatan dengan infeksi dengue akut berbasis antigen NS1 menurut gradien ketinggian masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan gradien ketinggian dengan status antigen NS1 dengue di Provinsi Sulawesi Selatan. **Metode:** Penelitian observasional analitik dengan desain potong lintang dilakukan pada dataran rendah, sedang, dan tinggi. Sampel terdiri atas 300 responden rumah tangga, masing-masing 100 responden pada setiap zona. Data pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan dikumpulkan menggunakan kuesioner terstruktur, sedangkan infeksi dengue akut ditentukan berdasarkan hasil pemeriksaan antigen NS1. Analisis menggunakan uji *Chi-square* atau *Fisher's Exact*, analisis stratifikasi menurut ketinggian, dan regresi logistik biner. **Hasil:** Antigen NS1 teridentifikasi pada 53 responden (17,7%). Analisis bivariat menunjukkan bahwa pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan ketinggian wilayah berhubungan dengan status NS1. Setelah dikontrol bersama, pengetahuan kurang (AOR=6,13; 95%CI=1,60–23,81), penggunaan 3M Plus kurang (AOR=14,29; 95%CI=4,57–45,45), dan tidak pernah menerima penyuluhan kesehatan (AOR=9,26; 95%CI=2,64–32,26) tetap berhubungan dengan status NS1, sedangkan pencegahan primer tidak lagi bermakna secara statistik. Penggunaan 3M Plus merupakan determinan paling dominan. Analisis stratifikasi menunjukkan variasi determinan menurut ketinggian: pengetahuan, 3M Plus, dan penyuluhan menonjol di dataran rendah; 3M Plus dan penyuluhan di dataran sedang; serta seluruh determinan perilaku menunjukkan hubungan kuat di dataran tinggi. **Kesimpulan:** Determinan promosi kesehatan berhubungan dengan status antigen NS1 dengue, dengan penggunaan 3M Plus sebagai determinan paling dominan. Pengendalian dengue perlu menekankan praktik 3M Plus yang konsisten, penyuluhan berkelanjutan, peningkatan pengetahuan, dan strategi promosi kesehatan yang disesuaikan dengan gradien ketinggian.

Kata kunci: determinan promosi kesehatan; infeksi dengue akut; antigen NS1; perilaku pencegahan dengue; gradien ketinggian.

4.2. Pendahuluan

4.2.1 Latar Belakang

Dengue masih menjadi tantangan utama kesehatan masyarakat karena pencegahannya sangat bergantung pada kemampuan individu, keluarga, dan komunitas menjalankan tindakan protektif secara konsisten

(Banik et al., 2023; Erwin et al., 2024; Hossain et al., 2021) . WHO melaporkan bahwa pada tahun 2024 dengue mencapai tingkat transmisi global yang sangat tinggi, dengan 14.434.584 kasus yang dilaporkan, termasuk 7.718.585 kasus terkonfirmasi laboratorium, 52.738 kasus berat, dan 11.201 kematian (WHO, 2024). Besarnya beban tersebut menunjukkan bahwa pengendalian dengue tidak cukup hanya bertumpu pada pelayanan klinis dan tindakan pengendalian vektor setelah kasus meningkat. Pengendalian dengue perlu diperkuat melalui promosi kesehatan, perubahan perilaku pencegahan, serta keterlibatan rumah tangga dalam mengurangi risiko penularan sebelum infeksi terjadi (Rakhmani & Zuhriyah, 2024; Shafique et al., 2022; W. X. Zhang et al., 2025) .

Dengue memiliki karakter epidemiologis yang sulit dikendalikan karena sebagian infeksi dapat berlangsung tanpa gejala atau hanya menimbulkan gejala ringan (Arfan et al., 2025; Dayananda et al., 2023; S.-X. Zhang et al., 2024). Infeksi dengue dapat muncul tanpa gejala, tetapi pada kasus bergejala dapat menimbulkan demam tinggi, nyeri kepala, nyeri otot, mual, ruam, dan pada sebagian kasus berkembang menjadi dengue berat (Asish et al., 2023; Nasir et al., 2024; Natsir et al., 2024). Kondisi tersebut membuat pendekatan surveilans berbasis gejala saja berpotensi tidak sepenuhnya menggambarkan beban infeksi di masyarakat. Oleh karena itu, penelitian dengue memerlukan indikator yang lebih objektif untuk mengenali infeksi akut, terutama ketika penelitian bertujuan menguji hubungan antara faktor perilaku dan status infeksi pada tingkat rumah tangga (Montenegro-Quiñonez et al., 2023).

Pemeriksaan antigen non-structural protein 1 atau NS1 memiliki peran penting dalam mendeteksi infeksi dengue pada fase awal penyakit. Pillay et al. (2025) menjelaskan bahwa pemeriksaan laboratorium, termasuk NS1, RT-PCR, dan IgM ELISA, berperan dalam memperkuat diagnosis dengue akut. Dalam penelitian epidemiologi, status antigen NS1 memberikan dasar pengukuran outcome yang lebih kuat dibandingkan riwayat demam, diagnosis klinis semata, atau laporan subjektif responden (Pillay et al., 2025). Pada penelitian ini, NS1 diposisikan sebagai bukti biologis infeksi dengue akut, sehingga hubungan pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan tidak hanya dinilai terhadap persepsi atau praktik responden, tetapi terhadap indikator infeksi akut yang lebih objektif. Dengan demikian, penggunaan NS1 pada penelitian ini relevan karena status infeksi dengue akut dinilai melalui indikator mikrobiologis (Liu et al., 2025).

Indonesia masih menghadapi beban dengue yang tinggi dan berulang. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melaporkan 114.720 kasus DBD dengan 894 kematian pada tahun 2023, kemudian meningkat menjadi 210.644 kasus dengan 1.239 kematian hingga minggu ke-43 tahun 2024. Kementerian Kesehatan juga melaporkan bahwa kasus tersebut tersebar di 259 kabupaten/kota pada 32 provinsi, sehingga dengue tidak dapat dipandang sebagai masalah yang terbatas pada wilayah tertentu (Kemenkes RI, 2024). Peningkatan kasus tersebut memperlihatkan bahwa program pengendalian dengue di Indonesia memerlukan strategi pencegahan yang lebih kuat pada tingkat keluarga, rumah tangga, dan komunitas, karena pencegahan dengue sangat bergantung pada keterlibatan masyarakat secara berkelanjutan dalam pengendalian vektor dan perubahan perilaku pencegahan (Arfan et al., 2024; Lusno et al., 2024).

Strategi pencegahan dengue di Indonesia menempatkan 3M Plus sebagai pendekatan utama berbasis masyarakat. Kementerian Kesehatan menekankan tindakan menguras tempat penampungan air, menutup tempat penampungan air, dan memanfaatkan kembali atau mendaur ulang barang bekas yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk sebagai bagian penting pencegahan DBD (Kemenkes RI, 2024). Namun, keberhasilan 3M tidak hanya ditentukan oleh pengetahuan masyarakat tentang dengue. Praktik 3M membutuhkan kebiasaan yang berulang, pembagian peran dalam keluarga, persepsi risiko yang memadai, serta dukungan penyuluhan kesehatan yang berkelanjutan (Arfan et al., 2024; WHO, 2024)

Pengetahuan masyarakat tentang dengue tetap menjadi faktor penting karena pengetahuan memengaruhi kemampuan seseorang mengenali penyebab, gejala, cara penularan, dan tindakan pencegahan. Masyarakat yang memahami mekanisme penularan dengue diharapkan lebih mampu mengenali risiko di sekitar rumah dan melakukan tindakan pencegahan secara tepat (Chng et al., 2022; Rakhmani & Zuhriyah, 2024; Selvarajoo et al., 2020). Namun, hubungan antara pengetahuan dan tindakan pencegahan tidak selalu berjalan linear. Kumaran et al. (2018) menunjukkan bahwa pengetahuan, sikap, dan praktik masyarakat berhubungan dengan pengendalian vektor berbasis komunitas, tetapi praktik pencegahan tetap memerlukan keterlibatan sosial dan penguatan perilaku yang berkelanjutan (Kumaran et al., 2018). Temuan tersebut penting karena masyarakat dapat mengetahui pesan 3M, tetapi belum tentu melakukan 3M secara teratur, benar, dan menyeluruh pada semua sumber risiko di rumah tangga.

Perilaku pencegahan dengue perlu dianalisis sebagai rangkaian tindakan yang lebih luas daripada sekadar mengetahui bahaya penyakit. Praktik pencegahan mencakup pemeriksaan tempat penampungan air, pengurasan kontainer, penutupan wadah, pengelolaan barang bekas, pencegahan gigitan nyamuk, dan respons cepat ketika anggota keluarga mengalami demam (Rakhmani & Zuhriyah, 2024; Sulistyawati et al., 2019; WHO, 2024). Dalam kerangka precede-proceed, perilaku kesehatan dipengaruhi oleh faktor predisposisi, faktor pendukung, dan faktor penguat; pengetahuan termasuk faktor predisposisi, sedangkan penyuluhan kesehatan dan dukungan petugas kesehatan dapat berperan sebagai faktor penguat (Kim et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menilai apakah responden mengetahui dengue, tetapi juga menguji apakah pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M, dan penyuluhan kesehatan berhubungan dengan status antigen NS1 dengue.

Penyuluhan kesehatan memiliki posisi penting dalam pengendalian dengue karena berfungsi sebagai media komunikasi risiko antara petugas kesehatan dan masyarakat. WHO menekankan bahwa pengendalian dengue memerlukan keterlibatan masyarakat, komunikasi risiko, dan tindakan pencegahan yang dilakukan secara terpadu (WHO, 2024). Dalam konteks promosi kesehatan, penyuluhan yang baik tidak hanya menyampaikan definisi dengue, tetapi juga menjelaskan cara melakukan 3M secara benar, waktu pemeriksaan tempat penampungan air, pengelolaan barang bekas, pencegahan gigitan nyamuk, tanda bahaya dengue, dan pentingnya pemeriksaan dini (Lusno et al., 2024; Rakhmani & Zuhriyah, 2024). Oleh karena itu, paparan penyuluhan kesehatan perlu diuji hubungannya dengan status NS1 karena penyuluhan yang efektif seharusnya mendorong perilaku protektif yang dapat menurunkan peluang infeksi akut.

Sulawesi Selatan merupakan wilayah yang relevan untuk mengkaji determinan perilaku dengue karena memiliki variasi topografi, kepadatan permukiman, pola mobilitas, dan karakter sosial masyarakat yang berbeda antarwilayah. Kota Makassar mewakili dataran rendah dengan kepadatan permukiman dan mobilitas penduduk yang tinggi. Kabupaten Bulukumba mewakili dataran sedang dengan karakter permukiman yang memadukan lingkungan semiurban dan pedesaan. Kabupaten Tana Toraja mewakili dataran tinggi dengan kondisi ekologi dan pola kehidupan rumah tangga yang berbeda dari wilayah pesisir dan perkotaan. Kajian lintas gradien ketinggian diperlukan karena risiko dengue tidak dapat lagi dibatasi pada asumsi bahwa penularan hanya dominan di dataran rendah atau wilayah perkotaan (Colón-González et al., 2021; Messina, Brady, Golding, Kraemer, Wint, Ray, Pigott, Shearer, Johnson, & Earl, 2019). Beberapa penelitian di Indonesia menemukan

bahwa *elevasi memengaruhi dinamika penularan dengue*, sehingga analisis lintas gradien ketinggian diperlukan untuk pemetaan risiko yang lebih akurat (Heriawati et al., 2020; Istiqamah et al., 2020; Mindra Jaya et al., 2020) .

Pada penelitian ini, gradien ketinggian tidak ditempatkan sebagai penyebab tunggal, tetapi sebagai kerangka perbandingan epidemiologis untuk membaca variasi hubungan perilaku dengan status NS1. Perilaku pencegahan pada dataran rendah, sedang, dan tinggi dapat berbeda karena variasi persepsi risiko, pengalaman keluarga terhadap DBD, akses penyuluhan kesehatan, pola penyimpanan air, serta kebiasaan pengelolaan lingkungan rumah tangga. Penelitian dengue di Sulawesi Selatan dan wilayah Indonesia bagian timur menunjukkan bahwa kejadian DBD dipengaruhi oleh faktor iklim, lingkungan, pengendalian vektor, dan dinamika wilayah. Salam et al. (2021) mengembangkan model sistem dinamis untuk memprediksi kejadian DBD di Kabupaten Maros dan menegaskan bahwa dengue tidak berdiri sebagai peristiwa tunggal, melainkan sebagai hasil interaksi antara faktor lingkungan, populasi rentan, keberadaan vektor, dan perubahan waktu (Salam et al., 2021). Ishak et al. (2020) meneliti faktor risiko dan efektivitas fogging terhadap kejadian DBD di Kota Palopo, yang memperlihatkan pentingnya pengendalian vektor dan tindakan protektif masyarakat dalam menekan penularan (Ishak et al., 2020). Meskipun demikian, kajian yang menghubungkan determinan promosi kesehatan dengan status infeksi dengue akut berbasis antigen NS1 pada dataran rendah, sedang, dan tinggi masih terbatas, khususnya dalam konteks rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang perlu dijawab. Pertama, banyak penelitian dengue masih menggunakan data kasus klinis atau data surveilans rutin sebagai outcome, sedangkan penelitian ini menggunakan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi akut. Kedua, penelitian promosi kesehatan dengue sering menilai pengetahuan atau praktik pencegahan sebagai hasil akhir perilaku, tetapi belum banyak menghubungkannya dengan status infeksi yang dikonfirmasi secara laboratorium. Ketiga, kajian perilaku dengue pada berbagai gradien ketinggian masih terbatas, terutama di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki karakter dataran rendah, sedang, dan tinggi dalam satu kerangka penelitian. Keempat, analisis spasial sering dipakai untuk memetakan kasus dengue, tetapi dalam penelitian ini spasial diposisikan secara proporsional sebagai pendukung deskriptif untuk memperjelas distribusi rumah tangga berdasarkan status NS1.

Kebaruan utama penelitian ini terletak pada pengujian hubungan pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M, dan penyuluhan kesehatan dengan status antigen NS1 dengue sebagai indikator infeksi akut pada berbagai gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini berbeda dari kajian yang hanya menilai pengetahuan atau praktik sebagai luaran perilaku, karena variabel promosi kesehatan dan perilaku pencegahan dihubungkan langsung dengan bukti mikrobiologis infeksi dengue. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini memperkuat posisi epidemiologi perilaku dengue karena menilai apakah determinan yang dapat dimodifikasi pada tingkat rumah tangga benar-benar berkaitan dengan status infeksi akut. Pemetaan spasial digunakan sebagai pendukung deskriptif untuk menggambarkan sebaran rumah tangga NS1 positif pada dataran rendah, sedang, dan tinggi, sedangkan analisis statistik menjadi dasar utama untuk menilai hubungan antarvariabel.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan program pengendalian dengue untuk bergerak dari edukasi umum menuju promosi kesehatan yang lebih berbasis bukti. Kementerian Kesehatan menempatkan 3M Plus sebagai strategi utama pencegahan DBD, tetapi efektivitas strategi tersebut perlu dipahami melalui data perilaku dan outcome epidemiologis yang lebih objektif. Apabila pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M, atau penyuluhan kesehatan berhubungan dengan status NS1, maka program promosi kesehatan dapat diarahkan pada penguatan faktor perilaku yang paling relevan. Sebaliknya, apabila variabel tertentu tidak menunjukkan hubungan dengan status NS1, maka pendekatan promosi kesehatan perlu dievaluasi dari sisi isi pesan, metode penyuluhan, intensitas, sasaran, dan keberlanjutan kegiatan.

Secara ilmiah, penelitian ini memperkuat penerapan epidemiologi perilaku dalam kajian dengue berbasis indikator mikrobiologis. Secara praktis, penelitian ini dapat membantu puskesmas dan pemerintah daerah menilai apakah pesan promosi kesehatan, praktik 3M, dan perilaku pencegahan telah berkaitan dengan rendahnya risiko infeksi akut. Secara metodologis, penelitian ini menempatkan statistik sebagai alat uji hubungan utama dan spasial sebagai pendukung deskriptif, sehingga analisis tetap fokus pada promosi kesehatan tanpa mengabaikan konteks epidemiologi wilayah.

4.2.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pengetahuan masyarakat tentang dengue berhubungan dengan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan?
2. Apakah pencegahan primer dengue berhubungan dengan status

antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan?

3. Apakah penggunaan 3M Plus berhubungan dengan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan?
4. Apakah penyuluhan kesehatan tentang dengue berhubungan dengan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan?
5. Apakah hubungan pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan dengan status antigen NS1 berbeda menurut gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan?

4.2.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hubungan pengetahuan masyarakat tentang dengue dengan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Menganalisis hubungan pencegahan primer dengue dengan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan.
3. Menganalisis hubungan penggunaan 3M Plus dengan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan.
4. Menganalisis hubungan penyuluhan kesehatan tentang dengue dengan status antigen NS1 sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan.
5. Menganalisis perbedaan hubungan pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan dengan status antigen NS1 menurut gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan.

4.3. Metode

4.3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi potong lintang (*cross-sectional study*) dengan pendekatan epidemiologi perilaku, promosi kesehatan, mikrobiologi, dan spasial deskriptif. Desain potong lintang dipilih karena penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara pengetahuan masyarakat tentang dengue, perilaku pencegahan dengue, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan dengan status antigen NS1 dengue pada rumah tangga dalam satu periode pengamatan. Pada desain potong lintang, variabel paparan dan variabel luaran diukur pada waktu yang relatif bersamaan sehingga desain ini sesuai untuk menilai distribusi variabel serta hubungan antarvariabel pada populasi tertentu.

Pendekatan epidemiologi perilaku digunakan karena fokus utama penelitian ini adalah menilai faktor perilaku yang dapat dimodifikasi pada tingkat rumah tangga. Variabel yang dikaji meliputi pengetahuan masyarakat tentang dengue, perilaku pencegahan dengue, penggunaan 3M, dan paparan penyuluhan kesehatan. Keempat variabel tersebut diposisikan sebagai determinan promosi kesehatan yang berpotensi berhubungan dengan status infeksi dengue akut. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menggambarkan apakah masyarakat mengetahui dengue atau pernah menerima penyuluhan, tetapi juga menganalisis apakah faktor-faktor tersebut berhubungan dengan status antigen NS1 dengue.

Pendekatan promosi kesehatan digunakan karena pencegahan dengue di masyarakat sangat bergantung pada kemampuan rumah tangga menerapkan perilaku pencegahan secara berulang dan konsisten. Praktik 3M lus, perilaku mengurangi risiko gigitan nyamuk, pengelolaan lingkungan rumah, dan respons terhadap gejala dengue merupakan bentuk tindakan pencegahan yang dipengaruhi oleh pengetahuan, persepsi risiko, pengalaman keluarga, akses informasi, dan penyuluhan kesehatan. Oleh karena itu, variabel promosi kesehatan dalam penelitian ini dianalisis sebagai faktor yang dapat diperkuat melalui program kesehatan masyarakat.

Pendekatan mikrobiologi digunakan melalui pemeriksaan antigen NS1 dengue sebagai indikator infeksi akut. Status antigen NS1 digunakan sebagai variabel dependen karena memberikan dasar pengukuran yang lebih objektif dibandingkan riwayat demam atau laporan subjektif responden. Rumah tangga dikategorikan memiliki status NS1 teridentifikasi sebagai indikator infeksi dengue akut apabila terdapat responden atau anggota rumah tangga yang teridentifikasi positif berdasarkan pemeriksaan antigen NS1 sesuai prosedur penelitian. Penggunaan NS1 memperkuat validitas luaran penelitian karena infeksi dengue dinilai berdasarkan indikator biologis pada fase akut.

Pendekatan spasial digunakan sebagai pendukung deskriptif untuk menggambarkan sebaran rumah tangga berdasarkan status antigen NS1 dan determinan promosi kesehatan pada tiga gradien ketinggian. Analisis spasial dalam penelitian ini tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan kausal, tetapi untuk memperkuat interpretasi epidemiologi perilaku melalui visualisasi distribusi rumah tangga NS1 positif, kategori pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M, dan penyuluhan kesehatan. Dengan demikian, desain penelitian ini menghasilkan informasi statistik sekaligus gambaran geografis deskriptif yang mendukung interpretasi risiko dengue berbasis rumah tangga.

4.3.2. Alur Penelitian



Gambar 4.1. Alur Penelitian

4.3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Provinsi Sulawesi Selatan pada Agustus 2024 sampai Juli 2025 pada tiga wilayah yang merepresentasikan gradien ketinggian berbeda. Wilayah dataran rendah diwakili oleh Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, dengan kategori ketinggian kurang dari 100 meter di atas permukaan laut. Wilayah dataran sedang diwakili oleh Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba, dengan kategori ketinggian 100–500 meter di atas permukaan laut. Wilayah dataran tinggi diwakili oleh Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja, dengan kategori ketinggian lebih dari 500 meter di atas permukaan laut.

Pemilihan lokasi berdasarkan gradien ketinggian dilakukan karena penelitian ini ingin membaca variasi hubungan determinan promosi kesehatan dengan status antigen NS1 dalam konteks wilayah yang berbeda. Kota Makassar menggambarkan wilayah dataran rendah dengan karakter urban, kepadatan penduduk tinggi, dan mobilitas masyarakat yang besar. Kabupaten Bulukumba menggambarkan wilayah dataran sedang dengan karakter semiurban dan pedesaan. Kabupaten Tana Toraja menggambarkan wilayah dataran tinggi dengan karakter ekologi, sosial, dan pola permukiman yang berbeda dari wilayah pesisir dan perkotaan.

Pengumpulan data lapangan dilakukan dalam periode penelitian yang sama dengan Topik II agar konsistensi antarwilayah tetap terjaga. Data yang dikumpulkan meliputi data kuesioner mengenai pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, status antigen NS1 dengue, kategori ketinggian, serta koordinat rumah tangga. Pengukuran dilakukan pada rumah tangga sampel sehingga unit analisis penelitian ini adalah rumah tangga.

3.3.4. Penetapan Status Ns1 Dengue

Status infeksi dengue dalam penelitian ini ditetapkan berdasarkan hasil pemeriksaan *rapid diagnostic test* dengue yang dilakukan di fasilitas pelayanan kesehatan pada wilayah penelitian. Pemeriksaan menggunakan VIROTEC® Dengue Combo (IgG/IgM & NS1) berbentuk *cassette*, yaitu uji imunokromatografi kualitatif yang dapat mendeteksi antigen NS1, antibodi IgM, dan antibodi IgG.

VIROTEC® Dengue Combo digunakan sesuai pemeriksaan rutin yang tersedia di puskesmas. Penggunaan alat kombinasi dipertimbangkan karena pasien suspek dengue dapat datang pada fase penyakit yang berbeda. Antigen NS1 lebih relevan untuk mendeteksi infeksi dengue pada fase akut awal, sedangkan IgM dan IgG memberikan informasi tambahan mengenai respons antibodi pasien. Meskipun ketiga

penanda diperiksa menggunakan alat yang sama, dasar utama penetapan kasus dalam penelitian ini adalah hasil antigen NS1 positif. Hasil IgM dan IgG dicatat sebagai informasi laboratorium pendukung pada setiap pasien.

Pasien yang dimasukkan dalam penelitian merupakan kasus baru dengan hasil antigen NS1 positif yang teridentifikasi selama periode pengumpulan data. Kasus baru didefinisikan sebagai pasien suspek dengue yang datang berobat ke puskesmas dengan episode demam akut, menjalani pemeriksaan dengue, dan memperoleh hasil antigen NS1 positif pada episode penyakit yang sedang berlangsung. Penelitian tidak memasukkan pasien kontrol ulang, pasien yang tercatat sebagai kasus lama, atau pasien yang datang kembali tanpa episode demam akut baru.

Penetapan pasien suspek dengue dilakukan oleh dokter atau tenaga kesehatan berdasarkan hasil anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pertimbangan klinis. Gejala klinis setiap pasien dicatat secara individual berdasarkan rekam medis, register pelayanan, atau lembar pemeriksaan pasien di puskesmas. Gejala yang dicatat meliputi demam, sakit kepala, nyeri retro-orbital, nyeri otot, nyeri sendi, mual, muntah, lemah, penurunan nafsu makan, ruam kulit, nyeri perut, serta manifestasi perdarahan seperti petekie, mimisan, atau perdarahan gusi. Tanda peringatan dengue, seperti muntah persisten, nyeri perut berat, perdarahan mukosa, letargi, gelisah, sesak, dan tanda gangguan sirkulasi, juga dicatat apabila ditemukan.

Data klinis tidak diasumsikan sama pada seluruh pasien. Setiap gejala dicatat sebagai ada, tidak ada, atau tidak tercatat, sesuai informasi yang tersedia dalam dokumen pelayanan kesehatan. Data yang tidak tersedia tidak dikategorikan sebagai tidak ada. Pendekatan ini digunakan untuk mencegah kesalahan klasifikasi terhadap manifestasi klinis pasien. Informasi hari demam saat pemeriksaan juga dicatat apabila tersedia. Hari demam dihitung sejak hari pertama pasien mengalami demam sampai hari pemeriksaan laboratorium dilakukan. Informasi tersebut digunakan untuk mendukung interpretasi hasil antigen NS1 dan IgM karena kedua penanda dapat muncul pada fase penyakit yang berbeda. Namun, hari demam tidak digunakan sebagai kriteria tunggal dalam penetapan kasus penelitian.

Pemeriksaan laboratorium dilakukan oleh tenaga laboratorium puskesmas sesuai prosedur operasional dan petunjuk penggunaan kit. Sampel pasien diteteskan pada *cassette rapid test*, kemudian hasil dibaca setelah waktu inkubasi sesuai ketentuan produsen. Pemeriksaan dinyatakan valid apabila garis kontrol muncul. Hasil antigen NS1

dinyatakan positif apabila garis uji pada area NS1 muncul bersama garis kontrol. Hasil NS1 dinyatakan negatif apabila hanya garis kontrol yang muncul tanpa garis uji NS1. Pemeriksaan dinyatakan tidak valid apabila garis kontrol tidak muncul, sehingga pemeriksaan harus diulang sesuai prosedur laboratorium. Status IgM dinyatakan positif apabila garis uji IgM muncul bersama garis kontrol. Status IgM dinyatakan negatif apabila garis uji IgM tidak muncul dan garis kontrol tetap terlihat. Status IgG ditentukan dengan prinsip interpretasi yang sama. Apabila hasil IgM atau IgG tidak tersedia dalam register atau rekam medis, status tersebut dicatat sebagai **tidak tersedia**, bukan sebagai hasil negatif.

Berdasarkan kombinasi hasil pemeriksaan, pasien dapat memiliki pola NS1 positif–IgM positif, NS1 positif–IgM negatif, atau NS1 positif dengan status IgM tidak tersedia. Meskipun status IgM dicatat dan dideskripsikan pada setiap pasien, seluruh pasien yang menjadi dasar penetapan rumah tangga indeks tetap harus memiliki hasil antigen NS1 positif. Dengan demikian, IgM berfungsi sebagai penanda laboratorium pendukung, bukan sebagai dasar utama inklusi kasus. Karakteristik klinis dan hasil laboratorium setiap pasien dicatat dalam lembar pengumpulan data individual yang memuat kode pasien, wilayah, usia, jenis kelamin, hari demam, gejala klinis, tanda peringatan, status NS1, status IgM, status IgG, serta diagnosis klinis apabila tersedia. Setiap pasien diberi kode penelitian untuk menjaga kerahasiaan identitas. Nama, nomor rekam medis, dan informasi identitas langsung tidak ditampilkan dalam laporan penelitian.

Pada wilayah dataran rendah, data pasien diperoleh dari Puskesmas Kassi-Kassi, Puskesmas Ballaparang, Puskesmas Minasa Upa, dan Puskesmas Mangasa di Kecamatan Rappocini, Kota Makassar. Pada wilayah dataran sedang, data diperoleh dari Puskesmas Bontobangun di Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba. Pada wilayah dataran tinggi, data diperoleh dari Puskesmas Makale di Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja.

Pasien dengan hasil antigen NS1 positif digunakan sebagai dasar penentuan rumah tangga indeks. Rumah tangga indeks didefinisikan sebagai rumah tangga tempat tinggal pasien dengan NS1 teridentifikasi. Setelah alamat pasien ditelusuri, peneliti melakukan observasi lingkungan rumah tangga, pemeriksaan kontainer, identifikasi keberadaan jentik, dan pencatatan titik koordinat rumah. Penggunaan hasil antigen NS1 positif, status IgM, dan data klinis individual memperkuat validitas penetapan kasus karena pasien tidak hanya diidentifikasi berdasarkan gejala klinis atau laporan rutin. Namun, rumah tangga yang tidak tercatat memiliki pasien NS1 positif tidak dinyatakan sebagai rumah tangga negatif dengue secara klinis.

3.3.5. Populasi dan Sampel

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh rumah tangga yang berada pada wilayah dengan gradien ketinggian berbeda di Provinsi Sulawesi Selatan. Populasi terjangkau meliputi rumah tangga yang berada di Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, sebagai representasi dataran rendah; Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba, sebagai representasi dataran sedang; dan Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja, sebagai representasi dataran tinggi.

Sampel penelitian merupakan rumah tangga terpilih yang berada pada ketiga zona ketinggian, memenuhi kriteria penelitian, bersedia memberikan izin pemeriksaan lingkungan, dan dapat dilakukan pemeriksaan terhadap seluruh kontainer yang ditemukan di dalam maupun di sekitar rumah. Unit pengamatan utama penelitian adalah rumah tangga, sedangkan kontainer yang ditemukan pada setiap rumah tangga menjadi unit pengamatan entomologi.

Jumlah rumah tangga yang diperiksa ditetapkan secara operasional sebanyak 100 rumah tangga pada setiap zona ketinggian, sehingga keseluruhan sampel penelitian berjumlah 300 rumah tangga. Penetapan jumlah tersebut tidak didasarkan pada perhitungan besar sampel untuk mengestimasi prevalensi populasi, tetapi mengacu pada pendekatan surveilans entomologi Aedes yang menggunakan rumah dan kontainer sebagai unit pemeriksaan serta menstandardisasi *Breteau Index* sebagai jumlah kontainer positif per 100 rumah yang diperiksa. WHO mendefinisikan *House Index* sebagai persentase rumah yang ditemukan memiliki larva atau pupa, *Container Index* sebagai persentase kontainer berisi air yang positif larva atau pupa, dan *Breteau Index* sebagai jumlah kontainer positif per 100 rumah yang diperiksa.

Penggunaan 100 rumah tangga pada setiap zona juga memberikan denominator yang sama dalam penghitungan dan perbandingan *House Index*, *Container Index*, dan *Breteau Index* antara dataran rendah, sedang, dan tinggi. Alokasi yang seimbang diperlukan karena penelitian ini berfokus pada perbandingan pola ekologis, karakteristik tempat perkembangbiakan Aedes, keberadaan jentik, dan distribusi indikator entomologi antargradien ketinggian, bukan untuk menghasilkan estimasi prevalensi yang mewakili seluruh rumah tangga pada masing-masing kecamatan.

Pendekatan tersebut sejalan dengan pedoman surveilans entomologi WHO yang menempatkan survei larva dan pupa sebagai metode operasional untuk memantau distribusi dan kepadatan relatif Aedes, mengevaluasi tindakan pengendalian, serta mendukung penentuan intervensi. Pemilihan metode dan cakupan survei perlu disesuaikan dengan tujuan pengamatan, kondisi infestasi, ketersediaan

tenaga, dan sumber daya lapangan. Pedoman operasional WHO/TDR juga menjelaskan bahwa pemeriksaan dilakukan di dalam dan sekitar rumah untuk mengidentifikasi rumah serta kontainer yang mengandung larva atau pupa dan untuk menilai produktivitas habitat perkembangbiakan Aedes(WHO, 2016). Dengan demikian, distribusi sampel penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Distribusi Rumah Tangga yang Diperiksa Menurut Zona Ketinggian

Zona ketinggian	Lokasi penelitian	Sampel digunakan
Dataran tinggi	Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja	100
Dataran sedang	Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba	100
Dataran rendah	Kecamatan Rappocini, Kota Makassar	100
Total	Tiga zona ketinggian	300

Dalam penelitian ini, koreksi populasi terbatas tidak mengubah kebutuhan sampel secara bermakna karena hasil koreksi tetap berada pada kisaran 95–96 rumah tangga per zona. Oleh karena itu, jumlah sampel dibulatkan menjadi 100 rumah tangga pada setiap zona ketinggian untuk menjaga kecukupan dan keseimbangan sampel antarstrata. Alokasi sampel dilakukan secara seimbang pada setiap zona ketinggian karena tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan distribusi tempat perkembangbiakan Aedes, keberadaan jentik, indeks entomologi, dan status NS1 antargradien ketinggian. Dalam penelitian komparatif antarstrata, alokasi seimbang dapat digunakan untuk memastikan setiap strata memiliki ukuran sampel yang memadai untuk analisis deskriptif, analisis hubungan, perbandingan indeks entomologi, dan pemetaan spasial. Apabila alokasi dilakukan secara proporsional berdasarkan jumlah populasi rumah tangga, wilayah dengan populasi terbesar akan mendominasi sampel, sedangkan wilayah dengan populasi lebih kecil dapat memiliki jumlah sampel yang terbatas untuk dibandingkan. Oleh karena itu, alokasi seimbang lebih sesuai dengan tujuan penelitian yang mnekankan perbandingan ekologis antarzona ketinggian.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah rumah tangga yang berada di wilayah penelitian, memiliki penghuni dewasa yang dapat memberikan informasi, bersedia mengikuti wawancara kuesioner, memiliki data status antigen NS1 sesuai prosedur penelitian, dan bersedia dilakukan pencatatan titik koordinat rumah tangga. Kriteria eksklusi

adalah rumah tangga yang tidak dapat ditemui setelah kunjungan ulang, menolak memberikan persetujuan, tidak dapat memberikan informasi utama penelitian, menolak prosedur pemeriksaan yang diperlukan, atau memiliki data utama yang tidak lengkap sehingga tidak dapat dianalisis.

4.3.6. Teknik Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel berbasis strata ketinggian dengan pendekatan purposif epidemiologis. Tiga zona ketinggian ditetapkan sebagai strata penelitian, yaitu dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Pada setiap strata, ditetapkan 100 rumah tangga sebagai sampel penelitian. Penetapan jumlah yang sama pada setiap strata dilakukan untuk menjaga keseimbangan jumlah pengamatan dan memungkinkan interpretasi hasil menurut konteks ketinggian.

Rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi dijadikan rumah tangga indeks karena menunjukkan adanya infeksi dengue akut berbasis antigen NS1. Rumah tangga pembanding dipilih dari rumah tangga sekitar atau rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi dalam kerangka data penelitian dan memiliki kedekatan ekologis dengan rumah tangga indeks, terutama dalam radius sekitar 100 meter, dengan tetap mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi. Pendekatan ini digunakan agar rumah tangga yang dibandingkan berada dalam konteks lingkungan dan sosial yang relatif berdekatan.

Apabila terdapat lebih dari satu rumah tangga dengan status antigen NS1 positif pada lokasi yang berdekatan, rumah tangga tersebut tetap dimasukkan sebagai sampel apabila memenuhi kriteria penelitian. Keputusan ini dilakukan karena setiap rumah tangga dengan status NS1 positif merupakan unit epidemiologi penting yang menggambarkan keberadaan infeksi dengue akut pada wilayah pengamatan. Rumah tangga lain yang dijumpai saat survei lapangan juga dapat dimasukkan apabila berada pada wilayah penelitian, memenuhi kriteria inklusi, dan bersedia mengikuti seluruh prosedur penelitian.

Dengan pendekatan tersebut, sampel penelitian tidak diposisikan sebagai sampel acak proporsional dari seluruh rumah tangga di setiap kecamatan, tetapi sebagai sampel berbasis strata ketinggian dan kedekatan epidemiologis dengan kasus NS1 teridentifikasi. Oleh karena itu, interpretasi hasil penelitian diarahkan pada analisis hubungan, distribusi, dan pola deskriptif rumah tangga yang diteliti, bukan pada estimasi prevalensi populasi secara murni.

4.3.7. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Definisi operasional disusun untuk memberikan batasan konseptual dan operasional terhadap setiap variabel yang diteliti sehingga pengukuran dilakukan secara konsisten dan objektif. Selain itu, kriteria objektif ditetapkan sebagai acuan dalam proses pengukuran, pengelompokan, dan analisis data sesuai dengan tujuan penelitian. Definisi operasional dan kriteria objektif masing-masing variabel disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
1	Zona ketinggian	Pengelompokan wilayah penelitian berdasarkan ketinggian tempat dari permukaan laut yang mewakili gradien ekologis dengue di Provinsi Sulawesi Selatan.	Ordinal	1 = Dataran rendah (<100 mdpl), Kecamatan Rappocini Kota Makassar; 2 = Dataran sedang (100–500 mdpl), Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba; 3 = Dataran tinggi (>500 mdpl), Kecamatan Makale Kabupaten Tana Toraja.
2	Status NS1	Ada atau tidaknya infeksi dengue akut yang teridentifikasi berdasarkan hasil pemeriksaan antigen NS1 pada responden atau anggota rumah tangga sesuai prosedur penelitian.	Nominal	0 = NS1 tidak teridentifikasi; 1 = NS1 teridentifikasi.
3	Pengetahuan masyarakat tentang dengue	Tingkat pemahaman responden mengenai penyebab dengue, vektor penular, cara penularan, gejala, tanda bahaya, pencegahan, dan pengendalian dengue.	Ordinal	Baik = skor ≥ median; Kurang = skor < median. Apabila tersedia cut-off baku dari instrumen, kategori mengikuti cut-off tersebut.

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
4	Perilaku pencegahan dengue	Tindakan rumah tangga dalam mencegah penularan dengue, termasuk pemeriksaan tempat penampungan air, pembersihan lingkungan, pencegahan gigitan nyamuk, pengelolaan barang bekas, dan respons terhadap gejala dengue.	Ordinal	Baik = skor ≥ 62,5% Kurang = skor < 62,5%
5	Penggunaan 3M Plus	Praktik rumah tangga dalam melakukan upaya pemberantasan sarang nyamuk melalui kegiatan menguras tempat penampungan air, menutup tempat penampungan air, memanfaatkan kembali atau mendaur ulang barang bekas, serta tindakan tambahan seperti menggunakan kelambu, obat antinyamuk, larvasida, memelihara ikan pemakan jentik, atau menghindari gigitan nyamuk.	Ordinal	Baik = melakukan minimal 2 dari 3 komponen utama 3M secara rutin, yaitu menguras, menutup, dan memanfaatkan/mendaur ulang barang bekas, dengan atau tanpa tindakan plus. Kurang = melakukan kurang dari 2 komponen utama 3M atau tidak melakukannya secara rutin.
6	Penyuluhan kesehatan dengue	Riwayat responden pernah menerima edukasi atau	Nominal	Tidak = tidak pernah menerima penyuluhan kesehatan tentang DBD

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala Ukur	Kriteria Objektif
		penyampaian informasi terstruktur mengenai pencegahan DBD, baik melalui petugas kesehatan, puskesmas, posyandu, dinas kesehatan, sekolah, kelurahan, maupun kegiatan edukasi masyarakat lainnya. atan masyarakat.		Ya = pernah menerima penyuluhan kesehatan tentang DBD
7	Koordinat rumah tangga	Titik lokasi geografis rumah tangga sampel yang dicatat dalam bentuk lintang dan bujur untuk keperluan pemetaan spasial.	Rasio/ spasial	Koordinat rumah tangga dalam bentuk latitude dan longitude.
8	Distribusi spasial indikator promosi kesehatan dan NS1	Sebaran geografis rumah tangga berdasarkan status antigen NS1 dan risiko perilaku pada setiap zona ketinggian.	Nominal/ spasial	Ditampilkan dalam bentuk peta sebaran rumah tangga berdasarkan status NS1, dan overlay risiko perilaku Dengue dengan status NS1 teridentifikasi pada zona ketinggian.

4.3.8. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah kuesioner terstruktur untuk mengukur pengetahuan masyarakat tentang dengue, perilaku pencegahan dengue, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Kuesioner disusun berdasarkan indikator promosi kesehatan dengue, pedoman pencegahan DBD, dan kebutuhan variabel penelitian. Kuesioner digunakan karena variabel utama Topik III berhubungan dengan informasi, pengalaman, dan perilaku responden yang tidak seluruhnya dapat diperoleh melalui observasi langsung.

Bagian pengetahuan memuat pertanyaan mengenai penyebab dengue, vektor penular, cara penularan, gejala, tanda bahaya, waktu mencari pertolongan, pencegahan, dan pengendalian dengue. Setiap jawaban benar diberi skor 1, sedangkan jawaban salah atau tidak tahu

diberi skor 0. Skor total pengetahuan dihitung dengan menjumlahkan seluruh jawaban benar, kemudian dikategorikan menjadi pengetahuan baik dan kurang berdasarkan cut-off yang ditetapkan.

Bagian perilaku pencegahan memuat pertanyaan mengenai tindakan responden dalam mencegah dengue, seperti membersihkan tempat penampungan air, memeriksa lingkungan rumah, mengelola barang bekas, menggunakan pelindung dari gigitan nyamuk, menjaga kebersihan lingkungan, dan mencari pertolongan saat terdapat gejala yang mengarah pada dengue. Jawaban perilaku dapat menggunakan skala bertingkat, misalnya selalu, sering, kadang-kadang, dan tidak pernah. Skor total dihitung dengan menjumlahkan nilai setiap item, kemudian dikategorikan menjadi perilaku pencegahan baik dan kurang.

Bagian penggunaan 3M Plus menilai praktik menguras, menutup, dan memanfaatkan kembali atau mendaur ulang barang bekas. Variabel ini dinilai secara khusus karena merupakan inti pesan pencegahan dengue berbasis rumah tangga. Penilaian dilakukan berdasarkan jumlah komponen 3M Plus yang dilakukan dan keteraturan pelaksanaannya. Apabila rumah tangga melakukan minimal dua komponen 3M Plus secara rutin, maka dikategorikan baik. Apabila rumah tangga hanya melakukan satu komponen, tidak melakukan 3M Plus, atau tidak melakukannya secara rutin, maka dikategorikan kurang.

Bagian penyuluhan kesehatan menilai apakah responden pernah menerima informasi atau edukasi tentang dengue, sumber informasi, waktu terakhir memperoleh penyuluhan, serta bentuk penyuluhan apabila data tersedia. Sumber penyuluhan dapat berasal dari petugas kesehatan, kader, puskesmas, sekolah, media cetak, media elektronik, media sosial, atau kegiatan masyarakat. Variabel utama penyuluhan dikategorikan menjadi pernah dan tidak pernah menerima penyuluhan dalam periode yang ditetapkan.

Lembar pencatatan status NS1 digunakan untuk merekam status antigen NS1 dengue pada rumah tangga sampel. Data status NS1 diperoleh dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di puskesmas wilayah penelitian oleh tenaga laboratorium. Pemeriksaan dengue di puskesmas menggunakan VIROTEC® Dengue Combo (IgG/IgM & NS1), yaitu rapid diagnostic test dengue kombinasi berbentuk cassette yang dapat mendeteksi antigen NS1, antibodi IgM, dan antibodi IgG. Namun, dalam penelitian ini hanya komponen antigen NS1 yang digunakan sebagai outcome penelitian, karena NS1 menunjukkan infeksi dengue akut. Hasil antigen NS1 positif dikategorikan sebagai NS1 teridentifikasi, sedangkan rumah tangga yang tidak tercatat memiliki kasus NS1 dalam data

penelitian dikategorikan sebagai NS1 tidak teridentifikasi.

Untuk menjaga konsistensi data, status NS1 dicatat berdasarkan kode rumah tangga yang sama dengan data kuesioner dan data spasial. Identitas pribadi responden tidak dicantumkan dalam laporan penelitian. Instrumen spasial berupa perangkat GPS atau aplikasi pemetaan digunakan untuk mencatat koordinat rumah tangga dalam bentuk latitude dan longitude. Data koordinat hanya digunakan untuk pemetaan deskriptif dan tidak ditampilkan dalam bentuk yang dapat mengidentifikasi identitas responden.

Sebelum digunakan dalam pengumpulan data utama, kuesioner perlu melalui uji validitas isi oleh pakar kesehatan masyarakat, epidemiologi, promosi kesehatan, atau pengendalian dengue. Uji coba terbatas dapat dilakukan pada responden dengan karakteristik serupa di luar sampel penelitian untuk memastikan setiap pertanyaan dapat dipahami dengan baik. Reliabilitas instrumen berskala skor dapat diuji menggunakan Cronbach's alpha. Nilai Cronbach's alpha ≥0,70 menunjukkan konsistensi internal yang baik. Apabila nilai berada pada rentang 0,60–0,69, instrumen masih dapat dipertimbangkan dengan evaluasi butir pertanyaan dan pertimbangan teori.

4.3.9.Prosedur Pengelolaan Data

Pengelolaan data dilakukan secara bertahap untuk memastikan data yang diperoleh dari lapangan lengkap, konsisten, dan siap dianalisis. Data penelitian berasal dari kuesioner, pencatatan hasil pemeriksaan antigen NS1, dan pengambilan titik koordinat rumah tangga. Seluruh data diperiksa sebelum dilakukan pengkodean, penginputan, pembersihan, dan analisis.

a. Editing Data

Editing data dilakukan untuk memeriksa kelengkapan dan kesesuaian data dari kuesioner dan lembar pencatatan lapangan. Pemeriksaan meliputi identitas kode rumah tangga, zona ketinggian, status antigen NS1, jawaban pengetahuan, jawaban perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, riwayat penyuluhan kesehatan, dan koordinat rumah tangga. Data yang tidak lengkap atau tidak konsisten diperiksa kembali berdasarkan catatan lapangan. Apabila data utama tidak dapat diverifikasi, maka data tersebut tidak dimasukkan dalam analisis utama.

b. Coding Data

Coding dilakukan dengan memberikan kode numerik pada setiap kategori variabel. Status antigen NS1 dikodekan menjadi 0 untuk NS1

tidak teridentifikasi dan 1 untuk NS1 teridentifikasi. NS1 tidak teridentifikasi bukan berarti pasti bebas dengue secara klinis, tetapi tidak tercatat sebagai kasus NS1 dalam data penelitianPengetahuan dikodekan menjadi 0 untuk kurang dan 1 untuk baik. Perilaku pencegahan dikodekan menjadi 0 untuk kurang dan 1 untuk baik. Penggunaan 3M Plus dikodekan menjadi 0 untuk kurang dan 1 untuk baik. Penyuluhan kesehatan dikodekan menjadi 0 untuk tidak pernah dan 1 untuk pernah. Zona ketinggian dikodekan menjadi 1 untuk dataran rendah, 2 untuk dataran sedang, dan 3 untuk dataran tinggi

c. Entry Data

Entry data dilakukan dengan memasukkan seluruh data ke dalam lembar kerja elektronik dan perangkat lunak statistik. Pada penelitian ini, data disusun pada tingkat rumah tangga, yaitu setiap baris data merepresentasikan satu rumah tangga. Variabel yang dimasukkan meliputi kode rumah tangga, zona ketinggian, status antigen NS1, skor pengetahuan, kategori pengetahuan, skor perilaku pencegahan, kategori perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, serta koordinat latitude dan longitude.

d. Cleaning Data

Cleaning data dilakukan untuk memastikan tidak terdapat kesalahan input, duplikasi data, kode variabel yang tidak sesuai, nilai kosong pada variabel utama, atau ketidaksesuaian antara data kuesioner dan data NS1. Pemeriksaan dilakukan dengan menelusuri jumlah rumah tangga pada setiap zona ketinggian, jumlah total rumah tangga, jumlah rumah tangga NS1 positif dan negatif, serta distribusi setiap variabel independen. Data akhir yang digunakan dalam analisis terdiri atas 300 rumah tangga, yaitu 100 rumah tangga pada dataran rendah, 100 rumah tangga pada dataran sedang, dan 100 rumah tangga pada dataran tinggi.

e. Scoring Data

Scoring dilakukan pada variabel pengetahuan dan perilaku pencegahan. Skor pengetahuan dihitung berdasarkan jumlah jawaban benar pada seluruh item pengetahuan. Skor perilaku pencegahan dihitung berdasarkan nilai jawaban pada item perilaku. Setelah skor total diperoleh, data diperiksa distribusinya. Apabila tidak terdapat cut-off baku dan distribusi skor tidak normal, maka nilai median digunakan sebagai dasar kategorisasi. Responden dengan skor ≥ median dikategorikan baik, sedangkan responden dengan skor < median dikategorikan kurang.

f. Kategorisasi Variabel

Kategorisasi variabel dilakukan sebelum analisis bivariat. Status antigen NS1 dikategorikan menjadi positif/teridentifikasi dan negatif/tidak

teridentifikasi. Pengetahuan dikategorikan menjadi baik dan kurang. Perilaku pencegahan dikategorikan menjadi baik dan kurang. Penggunaan 3M Plus dikategorikan menjadi baik dan kurang berdasarkan jumlah komponen 3M Plus yang dilakukan secara rutin. Penyuluhan kesehatan dikategorikan menjadi pernah dan tidak pernah. Zona ketinggian dikategorikan menjadi dataran rendah, sedang, dan tinggi.

g. Penyusunan Data untuk Analisis Statistik

Data statistik disusun sesuai kebutuhan analisis. Karena unit analisis Topik III adalah rumah tangga, setiap baris data merepresentasikan satu rumah tangga. Variabel dependen adalah status antigen NS1 dengue. Variabel independen utama adalah pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Zona ketinggian digunakan sebagai variabel konteks atau variabel kontrol apabila dimasukkan dalam analisis multivariat.

h. Penyusunan Data untuk Analisis Spasial

Data spasial disusun dengan menghubungkan kode rumah tangga, koordinat geografis, status antigen NS1, dan kategori variabel promosi kesehatan. Setiap rumah tangga memiliki titik koordinat dalam bentuk latitude dan longitude. Data ini digunakan untuk membuat peta distribusi rumah tangga berdasarkan status NS1, kategori pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian.

i. Validasi Konsistensi Data

Validasi konsistensi dilakukan dengan membandingkan data kuesioner, data NS1, dan data koordinat. Kode rumah tangga harus sama pada seluruh basis data. Jumlah rumah tangga pada setiap zona harus sesuai dengan alokasi sampel. Kategori variabel harus mengikuti kriteria objektif yang telah ditetapkan. Validasi juga dilakukan untuk memastikan tidak ada rumah tangga yang memiliki koordinat ganda atau status NS1 yang tidak sesuai dengan catatan lapangan.

j. Data Akhir Siap Analisis

Setelah melalui proses editing, coding, entry, cleaning, scoring, kategorisasi, penyusunan data statistik, penyusunan data spasial, dan validasi konsistensi, data akhir dinyatakan siap untuk dianalisis. Data akhir terdiri atas basis data rumah tangga yang memuat 300 baris pengamatan. Basis data tersebut digunakan untuk analisis univariat, bivariat, multivariat, dan spasial deskriptif sesuai tujuan penelitian.

4.3.10. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara bertahap sesuai dengan tujuan penelitian, unit analisis, dan jenis variabel yang digunakan. Unit analisis penelitian ini adalah rumah tangga. Variabel dependen adalah status antigen NS1 dengue, sedangkan variabel independen utama adalah pengetahuan masyarakat tentang dengue, perilaku pencegahan dengue, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan.

a. Analisis univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi setiap variabel penelitian. Variabel yang dianalisis meliputi zona ketinggian, status antigen NS1, pengetahuan masyarakat tentang dengue, perilaku pencegahan dengue, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Variabel kategorik disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase. Apabila skor pengetahuan dan skor perilaku disajikan sebagai variabel numerik, maka data disajikan dalam bentuk rerata dan standar deviasi jika berdistribusi normal, atau median dan rentang interkuartil jika tidak berdistribusi normal.

Analisis univariat dilakukan pada total 300 rumah tangga dan dapat disajikan menurut zona ketinggian. Penyajian menurut zona ketinggian digunakan untuk menggambarkan variasi deskriptif antara dataran rendah, sedang, dan tinggi. Namun, interpretasi utama tetap diarahkan pada hubungan variabel promosi kesehatan dengan status antigen NS1 dengue.

b. Analisis bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk menilai hubungan antara masing-masing variabel independen dengan status NS1 teridentifikasi sebagai variabel dependen. Variabel yang diuji meliputi hubungan pengetahuan dengan status NS1 teridentifikasi, hubungan perilaku pencegahan dengan status NS1 teridentifikas, hubungan penggunaan 3M Plus dengan status NS1 teridentifikas, dan hubungan penyuluhan kesehatan dengan status NS1 teridentifikas. Karena variabel dependen dan variabel independen utama berbentuk kategorik, uji statistik yang digunakan adalah uji Chi-square.

Uji Chi-square digunakan apabila syarat uji terpenuhi, terutama apabila nilai harapan pada setiap sel memadai. Apabila terdapat sel dengan nilai harapan kurang dari 5, maka digunakan Fisher’s Exact Test. Penggunaan Fisher’s Exact Test terutama dipertimbangkan pada analisis per zona ketinggian karena jumlah NS1 positif teridentifikasi pada masing-masing strata dapat kecil.

Hasil analisis bivariat disajikan dalam bentuk tabel silang, nilai p, odds ratio, dan interval kepercayaan 95% apabila memenuhi syarat.

Interpretasi hasil bivariat tidak hanya didasarkan pada nilai p. Arah hubungan, besar proporsi, nilai odds ratio, interval kepercayaan, dan relevansi epidemiologi perilaku tetap diperhatikan. Apabila suatu variabel tidak bermakna secara statistik tetapi menunjukkan arah hubungan yang sesuai teori, hasil tetap dibahas secara hati-hati dengan mempertimbangkan jumlah kasus NS1 teridentifikas dan kekuatan uji.

c. Analisis menurut zona ketinggian

Analisis menurut zona ketinggian dilakukan untuk membandingkan distribusi variabel promosi kesehatan dan status antigen NS1 pada dataran rendah, sedang, dan tinggi. Analisis ini mencakup distribusi pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan status NS1 pada masing-masing zona. Tujuan analisis ini adalah memperlihatkan konteks epidemiologis wilayah, bukan menjadikan ketinggian sebagai satu-satunya faktor penyebab.

Analisis stratifikasi juga dapat dilakukan untuk melihat pola hubungan antara variabel promosi kesehatan dan status NS1 pada masing-masing zona ketinggian. Namun, hasil analisis per strata ditafsirkan secara hati-hati karena jumlah NS1 teridentifikasi pada setiap zona dapat tidak seimbang. Apabila jumlah kasus kecil, hasil uji statistik per strata tidak dipaksakan sebagai bukti kuat ada atau tidaknya hubungan, tetapi digunakan sebagai informasi pendukung untuk membaca variasi pola antarwilayah.

d. Ukuran hubungan

Ukuran hubungan disajikan dalam bentuk odds ratio (OR) dengan interval kepercayaan 95% pada analisis bivariat. OR digunakan untuk memperkirakan besar peluang status NS1 positif pada rumah tangga dengan kategori paparan tertentu dibandingkan kategori pembanding. Misalnya, OR dapat digunakan untuk membandingkan peluang NS1 positif pada rumah tangga dengan pengetahuan kurang dibandingkan rumah tangga dengan pengetahuan baik.

Interpretasi OR harus memperhatikan arah pengkodean variabel. Apabila kategori pembanding dalam output statistik berlawanan dengan arah narasi epidemiologis, maka peneliti perlu menyesuaikan interpretasi agar tidak terjadi salah tafsir. Narasi hasil

harus selalu kembali pada distribusi data aktual dalam tabel silang. Dengan demikian, interpretasi tidak hanya bergantung pada angka OR, tetapi juga pada proporsi NS1 teridentifikasi dalam setiap kategori variabel.

e. Analisis Multivariat

Analisis multivariat dapat dilakukan menggunakan regresi logistik biner karena variabel dependen berupa status antigen NS1 dengue dengan dua kategori, yaitu NS1 teridentifikasi dan NS1 tidak teridentifikasi. Model regresi logistik digunakan untuk menilai hubungan antara variabel independen utama dengan status NS1 setelah mempertimbangkan variabel lain dalam model. Variabel yang dapat dimasukkan ke dalam model meliputi pengetahuan, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian sebagai variabel konteks atau kontrol.

Seleksi variabel kandidat dilakukan berdasarkan kombinasi antara dasar teori dan hasil analisis bivariat. Variabel dengan nilai p <0,25 pada analisis bivariat dapat dipertimbangkan masuk ke model multivariat. Namun, variabel yang secara teori penting tetap dapat dipertahankan meskipun nilai p pada analisis bivariat lebih dari 0,25. Pendekatan ini digunakan agar model tidak hanya mengikuti hasil statistik, tetapi juga tetap sesuai dengan kerangka epidemiologi perilaku dan promosi kesehatan dengue.

Hasil analisis multivariat disajikan dalam bentuk adjusted odds ratio (AOR), interval kepercayaan 95%, dan nilai p. Kelayakan model dinilai menggunakan Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test, nilai -2 Log Likelihood, pseudo R-square, dan tabel klasifikasi model. Multikolinearitas antarvariabel independen perlu diperiksa, terutama antara perilaku pencegahan dan penggunaan 3M Plus karena kedua variabel tersebut dapat memiliki kedekatan konsep. Pemeriksaan multikolinearitas dapat dilakukan dengan melihat nilai tolerance dan variance inflation factor (VIF). Apabila ditemukan multikolinearitas, pemilihan variabel dalam model dilakukan berdasarkan kekuatan teori dan relevansi substantif.

Karena jumlah kejadian NS1 positif dalam penelitian ini terbatas, jumlah variabel dalam model multivariat perlu dibatasi agar model stabil. Apabila jumlah NS1 positif adalah 53 rumah tangga, maka model akhir sebaiknya tidak memasukkan terlalu banyak variabel secara bersamaan. Prinsip kecukupan jumlah kejadian per variabel perlu diperhatikan agar estimasi AOR tidak menjadi tidak stabil. Apabila model penuh tidak memenuhi syarat, maka analisis

multivariat dapat dibuat dalam beberapa model, misalnya model determinan pengetahuan dan penyuluhan, model determinan perilaku dan 3M Plus, serta model akhir yang hanya memasukkan variabel paling relevan secara teori dan statistik.

f. Analisis spasial Deskriptif

Analisis spasial dilakukan untuk menggambarkan pola sebaran rumah tangga berdasarkan status antigen NS1 dan determinan promosi kesehatan menurut zona ketinggian. Data koordinat rumah tangga digunakan sebagai dasar pemetaan. Peta yang dapat disusun meliputi peta sebaran rumah tangga berdasarkan status NS1, peta sebaran rumah tangga berdasarkan kategori pengetahuan, peta sebaran rumah tangga berdasarkan perilaku pencegahan, peta penggunaan 3M Plus, dan peta paparan penyuluhan kesehatan pada dataran rendah, sedang, dan tinggi.

Analisis spasial dalam penelitian ini bersifat deskriptif. Tujuannya adalah memperlihatkan pola sebaran rumah tangga dan membantu interpretasi hasil statistik dalam konteks wilayah. Pemetaan tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan kausal antara lokasi rumah tangga dan status NS1. Peta digunakan sebagai alat bantu visual untuk menunjukkan apakah rumah tangga dengan NS1 positif atau determinan promosi kesehatan tertentu cenderung tersebar, mengelompok, atau berada pada area tertentu dalam wilayah penelitian.

g. Tingkat kemaknaan statistik

Tingkat kemaknaan statistik ditetapkan pada nilai $\alpha = 0,05$. Hasil uji statistik dinyatakan bermakna apabila nilai $p < 0,05$. Namun, interpretasi hasil tetap mempertimbangkan konteks epidemiologi, besar proporsi, ukuran hubungan, dan kecukupan jumlah observasi pada setiap kategori. Pada analisis dengan jumlah kasus kecil, terutama pada stratifikasi per zona ketinggian, nilai p ditafsirkan secara hati-hati agar tidak menghasilkan kesimpulan yang berlebihan.

h. Penyajian Hasil analisis

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, narasi, dan peta. Tabel digunakan untuk menyajikan distribusi variabel, hasil uji hubungan, nilai OR, AOR, interval kepercayaan 95%, dan nilai p. Narasi digunakan untuk menjelaskan pola temuan secara epidemiologis dan menghindari interpretasi yang hanya berfokus pada nilai p. Peta digunakan untuk menyajikan sebaran spasial rumah tangga berdasarkan status antigen NS1, pengetahuan,

perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian. Penyajian hasil dilakukan dengan membedakan secara jelas antara analisis utama statistik dan analisis spasial deskriptif.

4.3.11. Etika Penilitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip etika penelitian kesehatan yang melibatkan manusia sebagai subjek penelitian. Prinsip etik yang digunakan meliputi penghormatan terhadap otonomi responden, manfaat, tidak merugikan, keadilan, dan kerahasiaan data. Sebelum pengumpulan data dilakukan, responden diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian, prosedur penelitian, manfaat penelitian, potensi risiko, hak untuk menolak atau menghentikan partisipasi, serta jaminan kerahasiaan informasi.

Persetujuan responden diperoleh melalui lembar persetujuan setelah penjelasan (*informed consent*). Responden yang bersedia berpartisipasi menandatangani lembar persetujuan atau memberikan persetujuan sesuai prosedur yang disetujui oleh komite etik. Responden yang menolak tidak diberikan tekanan dan tetap dihormati haknya.

Kerahasiaan identitas responden dijaga dengan menggunakan kode rumah tangga, bukan nama pribadi. Data kuesioner, hasil pemeriksaan antigen NS1, dan koordinat rumah tangga hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Data koordinat tidak ditampilkan dalam bentuk yang memungkinkan identifikasi langsung terhadap responden atau keluarga. Seluruh data disimpan secara aman dan hanya dapat diakses oleh peneliti atau pihak yang diberi kewenangan sesuai ketentuan etik.

Apabila ditemukan responden dengan status antigen NS1 positif atau gejala yang mengarah pada dengue, responden diarahkan untuk melakukan pemeriksaan lanjutan atau memperoleh pelayanan kesehatan di fasilitas kesehatan terdekat sesuai prosedur yang berlaku. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etika Penelitian Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin dengan nomor 1996/UN4.14.1/TP.01.02/2024.

4.4. Hasil dan Pembahasan

4.4.1 Hasil

Hasil penelitian disajikan secara bertahap untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai karakteristik responden, karakteristik kasus dengue dengan status antigen NS1 teridentifikasi, distribusi variabel penelitian, serta hubungan antara determinan promosi

kesehatan dengan status antigen NS1 pada berbagai gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. Penyajian hasil diawali dengan deskripsi karakteristik responden sebagai gambaran umum populasi penelitian, kemudian dilanjutkan dengan distribusi variabel penelitian dan analisis statistik yang meliputi analisis bivariat, multivariat, serta analisis spasial deskriptif untuk mendukung interpretasi hasil penelitian.

4.4.1.1. Karakteristik Responden

Karakteristik responden disajikan untuk memberikan gambaran umum mengenai profil rumah tangga yang menjadi sampel penelitian. Karakteristik yang dideskripsikan pada tabel 4.3. yang meliputi kelompok umur, jenis kelamin, pekerjaan, dan sumber informasi mengenai dengue. Deskripsi ini diperlukan untuk memahami komposisi responden yang menjadi dasar interpretasi hasil analisis pada tahap selanjutnya.

Tabel 4.3. Distribusi Karakteristik Responden

Karakteristik Responden	Kategori	n	%
Umur (Tahun)	12–18	52	17,3
	19–25	41	13,7
	26–32	36	12,0
	33–39	36	12,0
	40–46	39	13,0
	47–53	39	13,0
	54–60	37	12,3
	61–67	10	3,3
	68–75	10	3,3
Jenis kelamin	Laki-laki	115	38,3
	Perempuan	185	61,7
Pekerjaan	Ibu rumah tangga	94	31,3
	ASN/TNI/POLRI	7	2,3
	Swasta	34	11,3
	Wiraswasta	63	21,0
	Petani/Pekebun/Nelayan	16	5,3
	Pelajar/Mahasiswa	69	23,0
	Tidak bekerja	17	5,7
Sumber media informasi	Tenaga/fasilitas kesehatan	62	20,7
	Keluarga/tetangga/teman	77	25,7
	Institusi pendidikan/pemerintahan	31	10,3

Karakteristik Responden	Kategori	n	%
	Media massa/media sosial	87	29,0
	Lainnya	43	14,3

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa responden penelitian memiliki rentang umur 12–75 tahun. Kelompok umur terbanyak adalah 12–18 tahun, yaitu 52 responden (17,3%), sedangkan kelompok umur paling sedikit adalah 61–67 tahun dan 68–75 tahun, masing-masing sebanyak 10 responden (3,3%). Distribusi umur responden relatif tersebar pada beberapa kelompok usia, terutama kelompok usia produktif.

Berdasarkan jenis kelamin, sebagian besar responden adalah perempuan, yaitu sebanyak 185 orang (61,7%), sedangkan responden laki-laki sebanyak 115 orang (38,3%). Berdasarkan pekerjaan, kelompok terbesar adalah ibu rumah tangga sebanyak 94 orang (31,3%), diikuti pelajar atau mahasiswa sebanyak 69 orang (23,0%) dan wiraswasta sebanyak 63 orang (21,0%). Sementara itu, proporsi terkecil berasal dari kelompok ASN/TNI/POLRI, yaitu sebanyak 7 orang (2,3%).

Sumber informasi mengenai dengue yang paling banyak diperoleh responden berasal dari media massa atau media sosial, yaitu sebanyak 87 orang (29,0%). Selanjutnya, informasi diperoleh dari keluarga, tetangga, atau teman sebanyak 77 orang (25,7%) serta tenaga atau fasilitas kesehatan sebanyak 62 orang (20,7%). Sumber informasi yang paling sedikit berasal dari institusi pendidikan atau pemerintahan, yaitu sebanyak 31 orang (10,3%).

4.4.1.2. Karakteristik Kasus Dengue dengan Status Antigen NS1 Teridentifikasi

Selain karakteristik responden, penelitian ini juga mendeskripsikan karakteristik klinis dan hasil pemeriksaan laboratorium pada pasien dengan status antigen NS1 teridentifikasi yang menjadi dasar penetapan rumah tangga indeks. Penyajian karakteristik ini penting untuk memberikan gambaran mengenai kondisi klinis dan konfirmasi laboratorium pada seluruh kasus dengue akut yang digunakan sebagai outcome penelitian sebelum dilakukan analisis hubungan

dengan determinan promosi kesehatan. Karakteristik tersebut disajikan pada tabel 4.4. berikut :

Tabel 4.4. Karakteristik Klinis dan Hasil Pemeriksaan Laboratorium Pasien dengan Status Antigen NS1 Teridentifikasi Menurut Gradien Ketinggian

Karakteristik	Dataran Rendah n=29)	Dataran Sedang (n=6)	Dataran Tinggi (n=18)	Total (n=53)
Demam akut	29	6	18	53
NS1 positif	29	6	18	53
IgM positif	29	6	18	53
IgG negatif	29	6	18	53

Keterangan: Data gejala klinis yang terdokumentasi dalam register pelayanan puskesmas hanya berupa demam sebagai keluhan utama pasien saat dilakukan pemeriksaan dengue. Gejala klinis lainnya tidak tersedia secara individual sehingga tidak dianalisis dalam penelitian ini**.**

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa seluruh pasien yang menjadi rumah tangga indeks datang ke fasilitas pelayanan kesehatan dengan keluhan demam akut dan menunjukkan hasil antigen NS1 positif. Seluruh pasien juga memiliki hasil pemeriksaan IgM positif dan IgG negatif. Pola hasil pemeriksaan tersebut menunjukkan bahwa seluruh kasus berada pada fase infeksi dengue akut saat dilakukan pemeriksaan laboratorium dan konsisten dengan respons imun awal terhadap infeksi dengue. Oleh karena itu, status antigen NS1 digunakan sebagai dasar penetapan outcome penelitian, yaitu rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi.

4.4.1.3 Distribusi Variabel Penelitian

Distribusi variabel penelitian disajikan pada tabel 44.5 untuk menggambarkan kondisi setiap variabel yang dianalisis pada seluruh responden penelitian. Variabel yang dideskripsikan meliputi pengetahuan tentang dengue, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, status antigen NS1, dan gradien ketinggian. Penyajian distribusi ini memberikan gambaran awal mengenai karakteristik variabel penelitian sebelum dilakukan analisis bivariat dan multivariat untuk menguji hubungan antarvariabel.

Tabel 4.5. Distribusi Variabel Penelitian pada Responden

Variabel	Kategori	n	%
Pengetahuan	Kurang	188	62,7
	Baik	112	37,3
Pencegahan primer	Kurang	138	46,0
	Baik	162	54,0
Penggunaan 3M Plus	Kurang	152	50,7
	Baik	148	49,3
Penyuluhan kesehatan	Tidak	132	44,0
	Ya	168	56,0
Ketinggian wilayah	Dataran rendah	100	33,3
	Dataran sedang	100	33,3
	Dataran tinggi	100	33,3
Status NS1	Teridentifikasi	53	17,7
	Tidak teridentifikasi	247	82,3

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa dari 300 responden, sebagian besar memiliki tingkat pengetahuan tentang dengue dalam kategori kurang, yaitu sebanyak 188 responden (62,7%), sedangkan responden dengan pengetahuan baik sebanyak 112 orang (37,3%). Pada variabel pencegahan primer, sebagian besar responden berada pada kategori baik, yaitu sebanyak 162 orang (54,0%), sementara 138 responden (46,0%) berada pada kategori kurang.

Berdasarkan penggunaan 3M Plus, responden dengan kategori kurang sedikit lebih banyak, yaitu 152 orang (50,7%), dibandingkan responden dengan kategori baik sebanyak 148 orang (49,3%). Pada variabel penyuluhan kesehatan, sebanyak 168 responden (56,0%) pernah memperoleh penyuluhan kesehatan, sedangkan 132 responden (44,0%) tidak pernah memperoleh penyuluhan kesehatan.

Berdasarkan ketinggian wilayah, jumlah responden tersebar secara merata pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi, masing-masing sebanyak 100 responden (33,3%). Sementara itu, berdasarkan status antigen NS1, sebanyak 53 responden atau rumah tangga indeks (17,7%) memiliki status NS1 teridentifikasi, sedangkan 247 responden

atau rumah tangga (82,3%) memiliki status NS1 tidak teridentifikasi.

Secara deskriptif, hasil ini menunjukkan bahwa pengetahuan responden masih didominasi kategori kurang, meskipun sebagian besar responden telah memiliki pencegahan primer yang baik dan pernah memperoleh penyuluhan kesehatan. Penggunaan 3M Plus masih relatif seimbang antara kategori baik dan kurang, dengan proporsi kategori kurang sedikit lebih besar. Distribusi ini menjadi dasar untuk analisis bivariat dan multivariat guna menilai hubungan masing-masing variabel dengan status antigen NS1.

4.4.1.4 Analisis Bivariat Faktor Perilaku dan Ketinggian Wilayah dengan Status Antigen NS1

Analisis bivariat dilakukan untuk menilai hubungan antara faktor perilaku yang meliputi pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan serta ketinggian wilayah dengan status antigen NS1. Besarnya hubungan disajikan dalam bentuk *odds ratio* (OR), interval kepercayaan 95%, dan nilai *p*. Hasil analisis bivariat disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.6. Hubungan Faktor Perilaku dan Ketinggian Wilayah dengan Status Antigen NS1 pada Rumah Tangga Menurut Hasil Analisis Bivariat

Variabel	Kategori	NS1 teridentifikasi n (%)	NS1 tidak teridentifikasi n (%)	OR	95% CI	p-value*
Pengetahuan	Kurang	50 (26,6)	138 (73,4)	13,164	3,998 – 43,350	<0,001
	Baik	3 (2,7)	109 (97,3)	Ref		
Pencegahan primer	Kurang	45 (32,6)	93 (67,4)	9,315	4,207 – 20,624	<0,001
	Baik	8 (4,9)	154 (95,1)	Ref		
Penggunaan 3M Plus	Kurang	49 (32,2)	103 (67,8)	17,126	5,992 – 48,946	<0,001

Variabel	Kategori	NS1 teridentifikasi n (%)	NS1 tidak teridentifikasi n (%)	OR	95% CI	p-value*
	Baik	4 (2,7)	144 (97,3)	Ref		
Penyuluhan kesehatan	Tidak	47 (35,6)	85 (64,4)	14,929	6,135 – 36,330	<0,001
	Ya	6 (3,6)	162 (96,4)	Ref		
Ketinggian	Dataran rendah	6 (6,0)	94 (94,0)	—	—	<0,001
	Dataran sedang	18 (18,0)	82 (82,0)	—	—	
	Dataran tinggi	29 (29,0)	71 (71,0)	—	—	

Sumber : Data Primer, 2026

***** Uji Pearson Chi-square; OR diperoleh dari *Risk Estimate*; signifikan pada $p<0,05$.

Keterangan: OR = *Odds Ratio*; CI = *Confidence Interval* 95%; Ref = kategori referensi.

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa seluruh faktor perilaku dan ketinggian wilayah memiliki hubungan yang bermakna secara statistik dengan status antigen NS1 pada rumah tangga.

Pada variabel pengetahuan, proporsi rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi lebih tinggi pada responden yang memiliki pengetahuan kurang, yaitu 50 orang (26,6%), dibandingkan responden dengan pengetahuan baik, yaitu 3 orang (2,7%). Hasil uji Pearson Chi-square menunjukkan hubungan yang bermakna antara pengetahuan dan status antigen NS1 ($p<0,001$). Responden dengan pengetahuan kurang mempunyai odds 13,164 kali lebih besar untuk berada pada rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi dibandingkan responden dengan pengetahuan baik (OR=13,164; 95% CI: 3,998–43,350).

Pada variabel pencegahan primer, status NS1 teridentifikasi ditemukan pada 45 responden (32,6%) dengan pencegahan primer kurang dan 8 responden (4,9%) dengan pencegahan primer baik. Terdapat hubungan yang bermakna antara pencegahan primer dan status antigen NS1 ($p<0,001$). Responden dengan pencegahan primer kurang mempunyai odds 9,315 kali lebih besar untuk berada pada rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi dibandingkan

responden dengan pencegahan primer baik (OR=9,315; 95% CI: 4,207–20,624).

Penggunaan 3M Plus juga menunjukkan hubungan yang bermakna dengan status antigen NS1 (p<0,001). Proporsi status NS1 teridentifikasi pada responden dengan penggunaan 3M Plus kurang sebesar 32,2%, sedangkan pada responden dengan penggunaan 3M Plus baik hanya sebesar 2,7%. Responden dengan penggunaan 3M Plus kurang mempunyai odds 17,126 kali lebih besar untuk berada pada rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi dibandingkan responden dengan penggunaan 3M Plus baik (OR=17,126; 95% CI: 5,992–48,946). Nilai OR ini merupakan yang terbesar di antara faktor perilaku yang dianalisis secara bivariat.

Pada variabel penyuluhan kesehatan, rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi lebih banyak ditemukan pada responden yang tidak pernah memperoleh penyuluhan kesehatan, yaitu 47 orang (35,6%), dibandingkan responden yang pernah memperoleh penyuluhan, yaitu 6 orang (3,6%). Terdapat hubungan yang bermakna antara penyuluhan kesehatan dan status antigen NS1 (p<0,001). Responden yang tidak pernah memperoleh penyuluhan kesehatan mempunyai odds 14,929 kali lebih besar untuk berada pada rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi dibandingkan responden yang pernah memperoleh penyuluhan kesehatan (OR=14,929; 95% CI: 6,135–36,330).

Berdasarkan ketinggian wilayah, proporsi rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi meningkat dari dataran rendah sebesar 6,0%, menjadi 18,0% pada dataran sedang, dan 29,0% pada dataran tinggi. Hasil uji Pearson Chi-square menunjukkan adanya perbedaan proporsi status antigen NS1 yang bermakna menurut ketinggian wilayah (p<0,001). Temuan ini menunjukkan bahwa distribusi status NS1 tidak sama pada ketiga gradien ketinggian.

Secara keseluruhan, hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan ketinggian wilayah berhubungan secara signifikan dengan status antigen NS1. Namun, karena hasil ini masih merupakan hubungan kasar, penentuan faktor yang paling dominan harus didasarkan pada analisis multivariat setelah pengaruh variabel lain dikendalikan.

4.4.1.5 Hubungan Faktor Perilaku dan Ketinggian Wilayah dengan Status Antigen NS1 pada Rumah Tangga Menurut Hasil Analisis Bivaria Analisis Stratifikasi Hubungan Variabel

Hubungan antara faktor perilaku dan status antigen NS1 selanjutnya dianalisis berdasarkan zona ketinggian yang terdiri atas dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Analisis berstrata

dilakukan untuk mengidentifikasi variasi hubungan faktor perilaku pada masing-masing zona ketinggian, mengingat perbedaan karakteristik lingkungan, ekologi vektor, dan perilaku masyarakat berpotensi memengaruhi risiko infeksi dengue. Variabel yang dianalisis meliputi pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Hubungan setiap variabel dengan status antigen NS1 diuji menggunakan uji Pearson Chi-square atau Fisher's Exact Test sesuai dengan pemenuhan asumsi analisis, sedangkan besarnya kekuatan hubungan dinyatakan dalam nilai *odds ratio* (OR) beserta *95% confidence interval* (95% CI). Hasil analisis bivariat berdasarkan zona ketinggian disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.7. Analisis Stratifikasi Hubungan Variabel Perilaku dengan Status NS1 Berdasarkan Zona Ketinggian Wilayah di Sulawesi Selatan

Zona ketinggian	Variabel	Kategori berisiko	NS1 teridentifikasi, n/N (%)	OR	95% CI	p-value
Dataran tinggi	Pengetahuan	Kurang	27/76 (35,5)	6,061	1,323–27,764	0,010
	Pencegahan primer	Kurang	25/47 (53,2)	13,920	4,324–44,816	<0,001
	Penggunaan 3M Plus	Kurang	27/66 (40,9)	11,077	2,446–50,166	<0,001
	Penyuluhan kesehatan	Tidak	25/48 (52,1)	13,043	4,062–41,885	<0,001
Dataran sedang	Pengetahuan	Kurang	17/79 (21,5)	5,484	0,686–43,843	0,110*
	Pencegahan primer	Kurang	18/72 (25,0)	—	—	0,003
	Penggunaan 3M Plus	Kurang	16/47 (34,0)	13,161	2,832–61,162	<0,001
	Penyuluhan kesehatan	Tidak	18/70 (25,7)	—	—	0,001
Dataran rendah	Pengetahuan	Kurang	6/33 (18,2)	—	—	0,001*
	Pencegahan primer	Kurang	2/19 (10,5)	2,265	0,383–13,386	0,319*
	Penggunaan 3M Plus	Kurang	6/39 (15,4)	—	—	0,003*
	Penyuluhan kesehatan	Tidak	4/14 (28,6)	16,800	2,723–103,647	0,003*

Sumber: Data primer, 2026.

Keterangan:

OR = *odds ratio*; CI = *confidence interval*; tanda (—) menunjukkan bahwa OR dan 95% CI tidak dapat diestimasi secara stabil karena terdapat sel dengan frekuensi nol. *Nilai *p* berdasarkan Fisher's Exact Test karena terdapat sel dengan *expected count* kurang dari 5. Nilai *p* lainnya berdasarkan Pearson Chi-square.

Tabel 4.7. menunjukkan bahwa pola hubungan antara perilaku pencegahan dan status NS1 tidak sama pada setiap gradien ketinggian. Pada dataran rendah, hubungan paling menonjol terlihat pada pengetahuan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Pada dataran sedang, penggunaan 3M Plus kurang dan tidak adanya penyuluhan kesehatan berhubungan kuat dengan status NS1. Pada dataran tinggi, hampir seluruh variabel perilaku menunjukkan hubungan bermakna dengan NS1, terutama pencegahan primer kurang, penggunaan 3M Plus kurang, dan tidak menerima penyuluhan kesehatan. Secara kesehatan masyarakat, hasil ini menunjukkan bahwa dataran tinggi memerlukan penguatan intervensi perilaku yang lebih intensif karena proporsi NS1 positif lebih tinggi pada kelompok dengan praktik pencegahan yang kurang.

Berdasarkan analisis bivariat menurut zona ketinggian, pada dataran tinggi variabel dengan hubungan terkuat terhadap status antigen NS1 adalah pencegahan primer (OR=13,920; 95% CI: 4,324–44,816; *p*<0,001). Pada dataran sedang, hubungan terkuat berdasarkan OR yang dapat diestimasi ditemukan pada penggunaan 3M Plus (OR=13,161; 95% CI: 2,832–61,162; *p*<0,001). Sementara itu, pada dataran rendah, hubungan terkuat ditemukan pada penyuluhan kesehatan (OR=16,800; 95% CI: 2,723–103,647; *p*=0,003).

4.4.1.5 Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan menggunakan regresi logistik biner pada seluruh sampel penelitian yang mencakup responden dari dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi untuk mengidentifikasi faktor yang berhubungan secara independen dengan status antigen NS1 setelah pengaruh variabel lain dikendalikan secara simultan. Variabel independen yang dimasukkan ke dalam model meliputi pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian, sedangkan status antigen NS1 ditetapkan sebagai variabel dependen. Model multivariat utama dianalisis secara gabungan karena jumlah kejadian NS1 pada setiap strata tidak sama dan pada beberapa zona relatif terbatas, terutama pada dataran rendah yang hanya memiliki enam kejadian. Kondisi tersebut tidak memadai untuk membangun model regresi logistik multivariat secara terpisah pada setiap dataran dengan estimasi yang stabil.

Pemodelan per strata berisiko menghasilkan estimasi yang tidak presisi, interval kepercayaan yang sangat lebar, serta kegagalan estimasi akibat adanya sel dengan frekuensi nol. Oleh

karena itu, zona ketinggian dimasukkan ke dalam model gabungan sebagai variabel pengendali untuk memperhitungkan kemungkinan perbedaan risiko NS1 antarwilayah, sedangkan analisis bivariat berstrata digunakan untuk memperlihatkan variasi pola hubungan pada masing-masing zona ketinggian. Hasil analisis multivariat disajikan dalam bentuk koefisien regresi, nilai *p*, *adjusted odds ratio* (AOR), dan 95% *confidence interval* (95% CI), sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.8. Analisis Multivariat Regresi Logistik Biner Faktor yang Berhubungan dengan Status Antigen NS1 Dengue pada Rumah Tangga di Sulawesi Selatan

Variabel	B	SE	Wald	p-value	AOR	95%CI AOR
Zona ketinggian			7,006	0,030		
Dataran sedang vs dataran rendah	-1,198	0,707	2,871	0,090	0,302	0,075–1,207
Dataran tinggi vs dataran rendah	-0,014	0,649	0,000	0,983	0,986	0,276–3,520
Pengetahuan kurang vs baik	—	—	6,969	0,008	6,13	1,60–23,81
Pencegahan primer kurang vs baik	—	—	3,700	0,054	3,40	0,98–11,76
Penggunaan 3M Plus kurang vs baik	—	—	20,862	<0,001	14,29	4,57–45,45
Tidak menerima penyuluhan vs menerima penyuluhan	—	—	12,027	0,001	9,26	2,64–32,26

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa setelah seluruh variabel dianalisis secara simultan, faktor yang tetap berhubungan secara bermakna dengan status antigen NS1 adalah pengetahuan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian. Penggunaan 3M Plus kurang merupakan faktor yang menunjukkan hubungan paling kuat dengan status antigen NS1 (AOR=14,29), diikuti oleh tidak menerima penyuluhan kesehatan (AOR=9,26) dan pengetahuan kurang (AOR=6,13). Pencegahan primer kurang menunjukkan kecenderungan meningkatkan odds teridentifikasinya antigen NS1, tetapi hubungan tersebut belum bermakna secara statistik karena nilai *p*=0,054 dan 95% CI melintasi angka 1. Temuan multivariat tersebut selanjutnya diperdalam melalui analisis spasial untuk menggambarkan pola persebaran status antigen NS1 berdasarkan faktor risiko perilaku pada setiap zona ketinggian. Analisis ini

memberikan gambaran mengenai lokasi konsentrasi rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi serta keterkaitannya dengan karakteristik perilaku masyarakat pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.

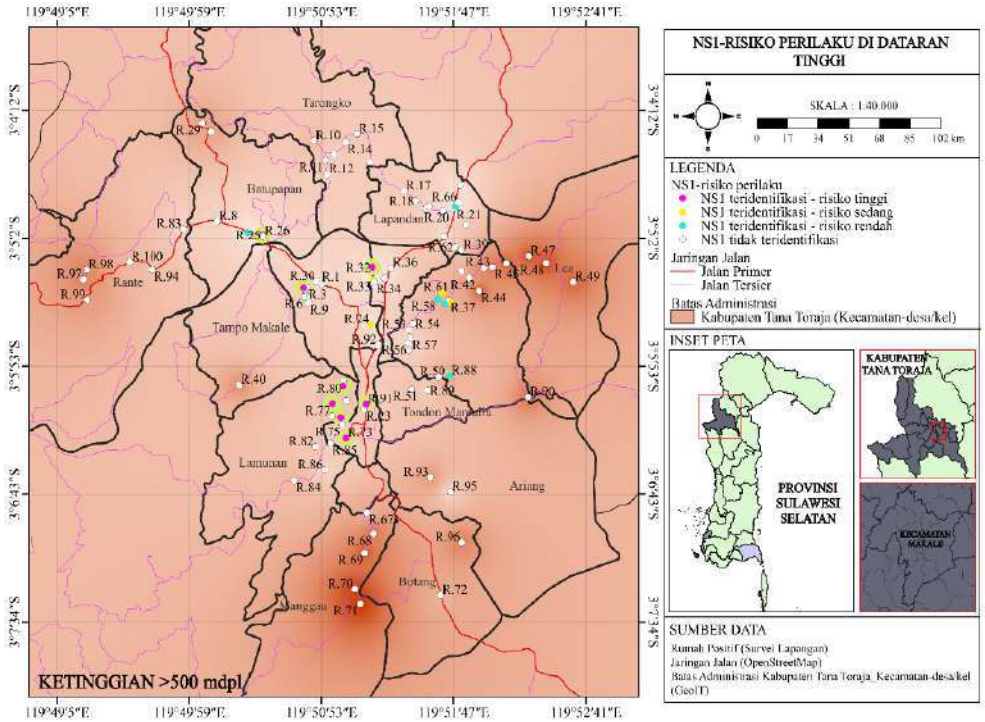
4.4.1.5 Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku pada Berbagai Gradien Ketinggian

Analisis spasial pada dataran tinggi dilakukan untuk menggambarkan persebaran rumah tangga berdasarkan status antigen NS1 dan tingkat risiko perilaku. Setiap titik pada peta merepresentasikan lokasi rumah tangga sampel, sedangkan perbedaan warna menunjukkan kombinasi status NS1 dan kategori risiko perilaku. Simbol berwarna merah muda menunjukkan rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi dan risiko perilaku tinggi, warna kuning menunjukkan NS1 teridentifikasi dengan risiko perilaku sedang, warna hijau menunjukkan NS1 teridentifikasi dengan risiko perilaku rendah, sedangkan simbol putih menunjukkan rumah tangga dengan NS1 tidak teridentifikasi.

a) Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku Pada Dataran Tinggi

Analisis spasial pada dataran tinggi dilakukan untuk menggambarkan persebaran rumah tangga berdasarkan status antigen NS1 dan tingkat risiko perilaku pada wilayah transisi (>500 mdpl). Pemetaan ini digunakan untuk melihat pola konsentrasi, kedekatan, dan penyebaran rumah tangga berisiko pada wilayah dataran tinggi, sebagaimana disajikan pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 menunjukkan distribusi spasial status NS1 berdasarkan risiko perilaku pada dataran tinggi (>500 mdpl) di Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja. Secara umum, rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tampak tersebar pada beberapa wilayah, terutama di sekitar Tampo Makale, Bombongan, Tondon Mamullu, Lapandan, Lea, dan sebagian area di sekitar Rante serta Batupapan. Sebaran ini memperlihatkan bahwa pada dataran tinggi, keberadaan kasus NS1 tidak hanya muncul di satu titik, tetapi berada pada beberapa kantong permukiman yang terhubung dengan jaringan jalan dan aktivitas rumah tangga.



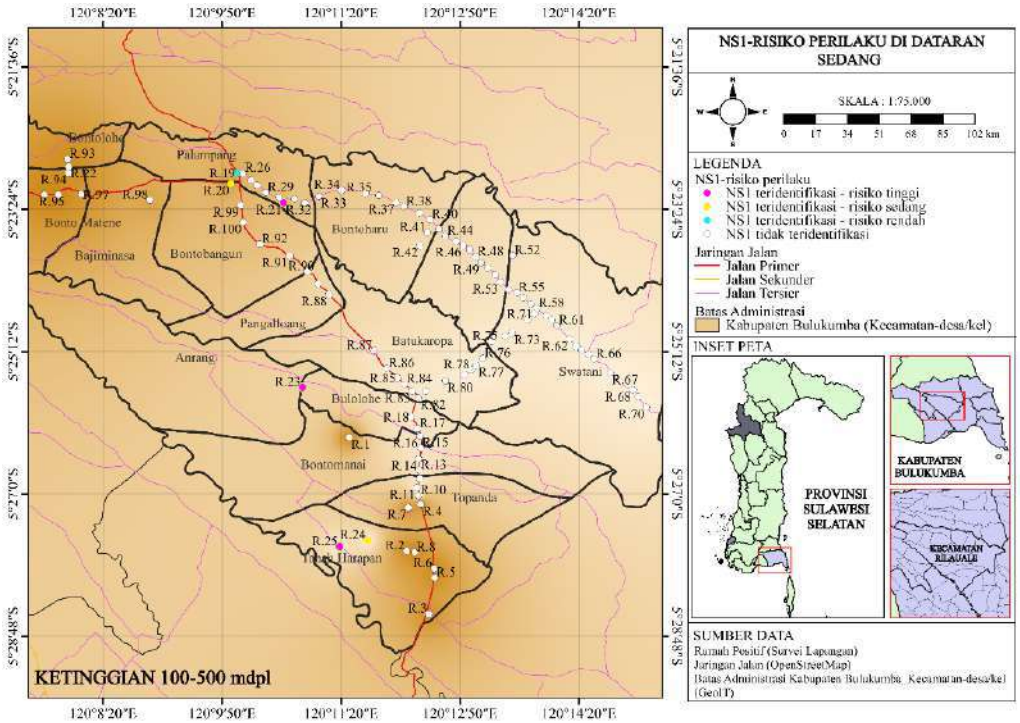
Gambar 4.2 Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku pada Dataran Tinggi

Pola tersebut mengindikasikan bahwa risiko dengue pada dataran tinggi cenderung bersifat lokal dan terbentuk pada mikrohabitat rumah tangga tertentu. Keberadaan rumah tangga NS1 teridentifikasi yang berdekatan dengan rumah tangga berisiko perilaku sedang dan tinggi menunjukkan bahwa perilaku pencegahan tetap penting meskipun wilayah berada pada ketinggian >500 mdpl. Dengan demikian, peta ini memberikan gambaran awal bahwa wilayah dataran tinggi seperti Makale dan sekitarnya tetap memerlukan penguatan 3M Plus, pemantauan kontainer, serta peningkatan persepsi risiko masyarakat karena dengue masih dapat bertahan pada lingkungan rumah tangga yang mendukung perkembangan Aedes.

b) Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku Pada Dataran Sedang

Analisis spasial pada dataran sedang dilakukan untuk menggambarkan persebaran rumah tangga berdasarkan status antigen NS1 dan tingkat risiko perilaku pada wilayah transisi (100–500 mdpl). Interpretasi simbol dan warna mengikuti legenda

yang sama seperti pada Gambar 4.2. Hasil pemetaan pada dataran sedang disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku pada Dataran Sedang.

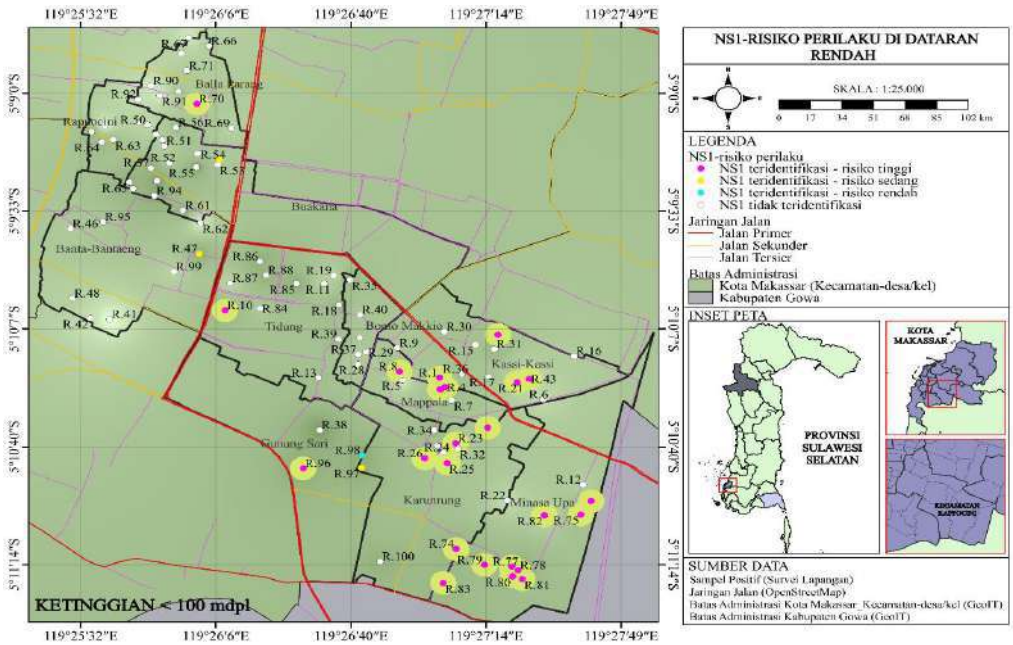
Gambar 4.3 menunjukkan distribusi spasial status NS1 berdasarkan risiko perilaku pada dataran sedang (100–500 mdpl) di Kecamatan Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba. Secara umum, rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tampak tersebar pada beberapa wilayah, terutama di sekitar Bontomanai, Bonto Mate'ne, Palampang, Bontobangun, Karama, Bulu Lohe, Topanda, Batukaropa, Bontharu, dan Swatani. Sebaran tersebut memperlihatkan bahwa keberadaan kasus NS1 pada dataran sedang tidak terkonsentrasi pada satu lokasi, tetapi muncul pada beberapa area permukiman yang saling terhubung melalui jaringan jalan lokal.

Pola ini menunjukkan bahwa pada dataran sedang, distribusi risiko perilaku cenderung mengikuti karakter wilayah transisi antara permukiman semiurban dan pedesaan. Keberadaan rumah tangga NS1 teridentifikasi yang berada di sekitar rumah tangga dengan risiko perilaku sedang dan tinggi mengindikasikan bahwa wilayah seperti Bontobangun, Bulu

Lohe, Karama, Palampang, dan Topanda perlu menjadi perhatian dalam penguatan 3M Plus, pemantauan kontainer, dan edukasi pencegahan. Dengan demikian, peta ini memberikan gambaran awal bahwa risiko dengue pada dataran sedang tidak hanya terkait dengan keberadaan kasus, tetapi juga dengan konteks perilaku masyarakat dan lingkungan rumah tangga di sekitar wilayah permukiman

c) Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku Pada Dataran Rendah

Analisis spasial pada dataran rendah dilakukan untuk menggambarkan persebaran rumah tangga berdasarkan status antigen NS1 dan tingkat risiko perilaku pada wilayah dengan ketinggian <100 mdpl. Interpretasi simbol dan warna mengikuti legenda yang sama seperti pada Gambar 4.2, yaitu menunjukkan kombinasi antara status antigen NS1 dan kategori risiko perilaku pada setiap rumah tangga sampel. Pemetaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola persebaran, konsentrasi, dan kedekatan spasial rumah tangga dengan status NS1 berdasarkan tingkat risiko perilaku pada wilayah dataran rendah. Hasil pemetaan pada dataran rendah disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Distribusi Spasial Status NS1 Berdasarkan Risiko Perilaku pada Dataran Rendah

Gambar 4.4 menunjukkan distribusi spasial status NS1 berdasarkan risiko perilaku pada wilayah dataran rendah dengan ketinggian <100 mdpl di Kecamatan Rappocini, Kota Makassar. Secara umum, rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tampak tersebar pada beberapa titik permukiman, terutama di sekitar wilayah Mappala, Kassi-Kassi, Karunrung, Minasa Upa, dan Rappocini. Pola ini menunjukkan bahwa risiko dengue pada dataran rendah tidak terkonsentrasi hanya pada satu titik, tetapi cenderung menyebar mengikuti karakter permukiman urban yang padat, jaringan jalan, dan kedekatan antar-rumah tangga.

Sebaran titik NS1 teridentifikasi dengan risiko perilaku tinggi terlihat pada beberapa lokasi yang berdekatan dengan rumah tangga lain yang memiliki status NS1 tidak teridentifikasi, baik dengan risiko perilaku sedang maupun tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa risiko perilaku pada dataran rendah tidak hanya berkaitan dengan rumah tangga yang telah memiliki status NS1 teridentifikasi, tetapi juga dapat ditemukan pada rumah tangga di sekitarnya. Dengan demikian, wilayah sekitar rumah tangga NS1 teridentifikasi perlu dipandang sebagai zona prioritas pemantauan perilaku pencegahan, pemeriksaan kontainer, dan penguatan 3M Plus.

4.4.1.6. Sintesis Pola Sebaran Risiko Perilaku dan Status NS1 Menurut Gradien Ketinggian

Analisis spasial menunjukkan bahwa distribusi status antigen NS1 dan risiko perilaku memiliki pola yang berbeda pada setiap gradien ketinggian wilayah. Pada dataran tinggi, ditemukan jumlah rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi yang relatif lebih banyak dibandingkan dua wilayah lainnya. Titik-titik rumah dengan NS1 teridentifikasi cenderung mengelompok pada beberapa area tertentu dan didominasi oleh kategori risiko perilaku tinggi. Pola tersebut menunjukkan terbentuknya fokus-fokus lokal risiko dengue (*micro-foci*), yang mengindikasikan bahwa keberadaan infeksi dengue akut pada dataran tinggi tidak lagi tersebar secara sporadis, tetapi terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu.

Pada dataran sedang, distribusi rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi cenderung mengikuti koridor jalan utama dan jalur permukiman. Pola ini menunjukkan adanya konsentrasi rumah tangga berisiko pada wilayah yang memiliki konektivitas relatif tinggi antarpermukiman. Sebagian besar rumah dengan status NS1 teridentifikasi juga berada pada

kategori risiko perilaku tinggi dan sedang, yang mengindikasikan bahwa perilaku pencegahan yang belum optimal tetap menjadi faktor penting dalam pembentukan risiko infeksi dengue pada wilayah transisi ketinggian.

Pada dataran rendah, rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi ditemukan tersebar pada beberapa lokasi permukiman dan cenderung membentuk pola menyebar (*diffuse pattern*). Sebagian besar rumah dengan status NS1 teridentifikasi berada pada kategori risiko perilaku tinggi dan sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan infeksi dengue akut tidak terkonsentrasi pada satu lokasi tertentu, tetapi tersebar mengikuti distribusi permukiman penduduk.

Secara keseluruhan, ketiga peta menunjukkan bahwa rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi lebih banyak ditemukan pada kategori risiko perilaku tinggi dan sedang dibandingkan kategori risiko rendah. Pola spasial juga memperlihatkan variasi antargradien ketinggian, yaitu kecenderungan mengelompok pada dataran tinggi, mengikuti koridor permukiman pada dataran sedang, dan menyebar pada dataran rendah. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa faktor perilaku rumah tangga berkaitan dengan distribusi infeksi dengue akut pada seluruh zona ketinggian, meskipun karakteristik pola spasialnya berbeda pada setiap wilayah.

2.4.2. Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi dengue akut berbasis antigen non-structural protein 1 (NS1) masih ditemukan pada seluruh gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan, yaitu dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah. Dari 300 rumah tangga yang diteliti, sebanyak 53 rumah tangga memiliki status antigen NS1 teridentifikasi, yang menunjukkan bahwa penularan dengue tidak lagi terbatas pada wilayah dataran rendah atau kawasan perkotaan, tetapi juga telah terjadi pada wilayah transisi dan dataran tinggi. Hasil tersebut memperkuat perubahan epidemiologi dengue yang saat ini dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor lingkungan, perilaku masyarakat, mobilitas penduduk, adaptasi vektor, serta perubahan iklim, sehingga distribusi penyakit menjadi semakin luas dan heterogen.

Berbeda dengan sebagian besar penelitian sebelumnya yang menggunakan data kasus klinis atau laporan surveilans rutin sebagai indikator kejadian dengue, penelitian ini menggunakan status antigen NS1 sebagai luaran utama sehingga mampu menggambarkan infeksi

dengue akut berdasarkan bukti laboratorium. Pendekatan tersebut meningkatkan validitas epidemiologi karena outcome penelitian tidak bergantung pada persepsi responden ataupun diagnosis klinis semata. Antigen NS1 merupakan protein virus yang dapat dideteksi sejak fase awal infeksi, sehingga sangat bermanfaat dalam mengidentifikasi kasus akut sebelum terbentuknya respons antibodi yang lebih kuat. Oleh karena itu, hubungan antara faktor perilaku dan status NS1 dalam penelitian ini merepresentasikan hubungan dengan infeksi dengue akut yang telah dikonfirmasi secara biologis, bukan hanya hubungan dengan riwayat penyakit yang dilaporkan responden. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi WHO (2025) serta penelitian Wahid, et.al (2015), Pillay et al. (2025) dan Liu et al. (2025) yang menempatkan NS1 sebagai salah satu indikator laboratorium yang andal untuk deteksi dini infeksi dengue akut (Liu-Helmersson et al., 2014; Pillay et al., 2025; Wahid et al., 2015; WHO, 2025a).

Karakteristik laboratorium penelitian menunjukkan bahwa seluruh 53 pasien dengan antigen NS1 positif juga memiliki hasil IgM positif dan IgG negatif. Hasil antigen NS1 positif menunjukkan adanya infeksi virus dengue akut karena antigen NS1 terutama dapat terdeteksi selama tujuh hari pertama perjalanan penyakit. Sementara itu, antibodi IgM umumnya mulai terdeteksi pada hari ketiga hingga kelima setelah onset gejala dan mendukung adanya infeksi dengue yang baru atau sedang berlangsung. Kombinasi NS1 positif, IgM positif, dan IgG negatif menunjukkan bahwa pasien diperiksa pada fase akut ketika antigen virus masih terdeteksi dan respons antibodi IgM telah berkembang. Pola tersebut konsisten dengan respons imun awal yang mengarah pada kemungkinan infeksi dengue primer, tetapi tidak digunakan sebagai satu-satunya dasar untuk menetapkan status infeksi primer atau sekunder. Penetapan rumah tangga indeks tetap didasarkan pada hasil antigen NS1 positif, sedangkan hasil IgM dan IgG digunakan sebagai informasi laboratorium pendukung (CDC, 2025; WHO, 2025b).

Dari perspektif epidemiologi, keberadaan kasus NS1 pada seluruh zona ketinggian menunjukkan bahwa elevasi bukan lagi merupakan faktor pembatas mutlak bagi transmisi dengue. Ketinggian lebih tepat dipahami sebagai faktor ekologis yang memodifikasi hubungan antara manusia, vektor, dan lingkungan. Perubahan suhu, kelembapan, kepadatan permukiman, pola penyimpanan air, serta mobilitas penduduk pada setiap gradien ketinggian akan menghasilkan karakteristik risiko yang berbeda. Konsep tersebut sejalan dengan paradigma eco-epidemiology yang dikemukakan oleh Susser dan Susser (1996), yang menjelaskan bahwa kejadian penyakit merupakan hasil interaksi berbagai determinan biologis, lingkungan, sosial, dan

perilaku pada berbagai tingkat organisasi (Susser & Susser, 1996). Dalam konteks dengue, perubahan kondisi lingkungan akibat urbanisasi, perubahan penggunaan lahan, dan perubahan iklim turut memengaruhi distribusi vektor *Aedes aegypti* sehingga wilayah yang sebelumnya dianggap berisiko rendah kini mulai menunjukkan transmisi yang berkelanjutan.

Hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa distribusi status NS1 tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik ekologis wilayah, tetapi juga berkaitan dengan faktor perilaku rumah tangga. Analisis bivariat, stratifikasi menurut gradien ketinggian, serta regresi logistik menunjukkan bahwa pengetahuan masyarakat, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan berhubungan dengan status antigen NS1, sedangkan besarnya hubungan bervariasi pada setiap zona ketinggian. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perilaku masyarakat merupakan determinan yang dapat dimodifikasi (*modifiable determinant*) sehingga memiliki nilai strategis dalam pengendalian dengue berbasis masyarakat. Hasil ini sejalan dengan model PRECEDE–PROCEED dari Green dan Kreuter (2005), yang menjelaskan bahwa perilaku kesehatan dipengaruhi oleh faktor predisposisi, faktor pemungkin (*enabling factors*), dan faktor penguat (*reinforcing factors*) (Green & Kreuter, 2005). Dalam penelitian ini, pengetahuan berperan sebagai faktor predisposisi, sedangkan penyuluhan kesehatan merupakan faktor penguat yang mendukung terbentuknya perilaku pencegahan, termasuk praktik 3M Plus secara konsisten.

Temuan penelitian ini konsisten dengan berbagai penelitian terdahulu. Pengendalian dengue di Sulawesi Selatan memerlukan pendekatan yang mengintegrasikan faktor lingkungan, perilaku masyarakat, dan pengendalian vektor karena perubahan salah satu komponen saja tidak cukup untuk menurunkan risiko penularan. Penelitian Ishak et al. (2020) di Kota Palopo juga menunjukkan bahwa efektivitas pengendalian dengue dipengaruhi oleh kombinasi faktor lingkungan, perilaku masyarakat, dan intervensi pengendalian vektor, sehingga upaya promotif dan preventif tetap menjadi bagian penting dalam strategi pengendalian dengue (Ishak et al., 2020). Secara internasional, Messina et al. (2019), Colón-González et al. (2021), Chng et al. (2022), Hossain et al. (2021), Banik et al. (2023), serta WHO (2024) menunjukkan bahwa perubahan distribusi dengue tidak hanya ditentukan oleh faktor iklim dan keberadaan vektor, tetapi juga oleh perilaku masyarakat dalam mengelola lingkungan rumah tangga dan menerapkan tindakan pencegahan secara berkelanjutan (Banik et al., 2023; Chng et al., 2022; Colón-González et al., 2023; Islam et al., 2021; Messina, Brady, Golding, Kraemer, Wint, Ray, Pigott, Shearer, Johnson,

& Earl, 2019; WHO, 2025a).

Dari sudut pandang kesehatan lingkungan, temuan penelitian ini memperkuat bahwa rumah tangga tetap merupakan unit epidemiologi yang paling penting dalam pengendalian dengue. Sebagian besar tempat perkembangbiakan *Aedes* berada di lingkungan domestik sehingga kualitas pengelolaan kontainer, kebersihan lingkungan, dan konsistensi pelaksanaan 3M Plus menjadi faktor yang secara langsung memengaruhi peluang terjadinya infeksi. Oleh karena itu, keberhasilan program pengendalian dengue tidak cukup bergantung pada intervensi sektoral seperti fogging atau larvasidasi, tetapi memerlukan perubahan perilaku yang berkelanjutan pada tingkat rumah tangga.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi dengue akut merupakan fenomena multifaktorial yang dipengaruhi oleh interaksi antara faktor biologis, perilaku, lingkungan, dan karakteristik wilayah. Pendekatan yang mengintegrasikan pemeriksaan laboratorium berbasis NS1, determinan promosi kesehatan, dan analisis spasial pada berbagai gradien ketinggian memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai epidemiologi dengue di Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan sintesis tersebut, pembahasan selanjutnya disusun sesuai dengan tujuan khusus penelitian, yaitu hubungan pengetahuan masyarakat, perilaku pencegahan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan distribusi spasial dengan status antigen NS1 dengue sebagai indikator infeksi akut pada berbagai gradien ketinggian.

4.4.2.1 Hubungan Pengetahuan Masyarakat tentang Dengue dengan Status Antigen NS1 Dengue sebagai Indikator Infeksi Dengue Akut

Pengetahuan masyarakat tentang dengue merupakan faktor predisposisi yang membentuk kemampuan individu dan keluarga dalam mengenali sumber risiko, memahami mekanisme penularan, serta menentukan tindakan pencegahan yang perlu dilakukan di lingkungan rumah tangga. Dalam penelitian ini, hubungan pengetahuan dengan status antigen NS1 tidak hanya menunjukkan perbedaan kemampuan responden dalam menjawab pertanyaan mengenai dengue, tetapi menggambarkan perbedaan kapasitas rumah tangga dalam menerjemahkan informasi kesehatan menjadi kewaspadaan dan tindakan protektif. Hal ini penting karena luaran yang digunakan bukan riwayat dengue berdasarkan ingatan responden, melainkan antigen NS1 sebagai indikator biologis infeksi dengue akut.

Hasil analisis bivariat pada Tabel 4.4 memperlihatkan bahwa pengetahuan berhubungan dengan status antigen NS1. Rumah tangga dengan pengetahuan kurang memiliki odds status NS1 teridentifikasi sebesar 13,164 kali dibandingkan rumah tangga dengan pengetahuan baik. Interval kepercayaan 95% sebesar 3,998–43,350 dan nilai p<0,001 menunjukkan bahwa hubungan tersebut bermakna secara statistik, meskipun rentang interval kepercayaan yang cukup lebar mengindikasikan adanya variasi ketepatan estimasi yang dipengaruhi oleh distribusi kasus NS1 pada masing-masing kategori pengetahuan.

Hubungan tersebut tetap ditemukan setelah pengetahuan dianalisis bersama penggunaan 3M Plus, pencegahan primer, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian. Sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.6, rumah tangga dengan pengetahuan kurang memiliki adjusted odds ratio sebesar 6,13 setelah faktor lain dikendalikan. Temuan ini menunjukkan bahwa pengetahuan mempunyai kontribusi independen terhadap status NS1, tetapi kekuatan hubungannya berkurang setelah dimasukkan bersama variabel perilaku lainnya. Penurunan nilai OR dari analisis bivariat ke analisis multivariat mengindikasikan bahwa sebagian hubungan pengetahuan dengan status NS1 dijelaskan melalui variabel lain, terutama penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan. Dengan kata lain, pengetahuan tidak bekerja secara langsung dan terpisah, tetapi sebagian pengaruhnya berlangsung melalui terbentuknya perilaku pencegahan yang lebih konkret. Analisis multivariat juga menempatkan penggunaan 3M Plus sebagai faktor paling dominan, diikuti penyuluhan kesehatan dan pengetahuan.

Temuan tersebut sesuai dengan PRECEDE–PROCEED Model, yang menempatkan pengetahuan sebagai faktor predisposisi dalam pembentukan perilaku kesehatan. Pengetahuan menyediakan dasar kognitif bagi individu untuk mengenali masalah, menilai kerentanan, memahami konsekuensi penyakit, dan mempertimbangkan manfaat tindakan pencegahan. Namun, pengetahuan tidak selalu otomatis menghasilkan perilaku apabila tidak didukung oleh faktor pemungkin, seperti ketersediaan sarana, kemampuan mengelola kontainer, akses terhadap pelayanan kesehatan, dan kondisi lingkungan; serta faktor penguat, seperti penyuluhan, dukungan petugas kesehatan, keluarga, dan komunitas. Efektivitas PRECEDE–PROCEED dalam menjelaskan perubahan perilaku kesehatan juga didukung oleh tinjauan sistematis Kim et al. (2022), yang menunjukkan bahwa intervensi berbasis model ini dapat memperbaiki pengetahuan sekaligus perilaku ketika faktor predisposisi, pemungkin, dan penguat ditangani secara terpadu (Kim et al., 2022).

Makna hubungan pengetahuan dengan NS1 dapat dijelaskan melalui tahapan yang saling berkaitan. Masyarakat yang memahami bahwa *Aedes* berkembang biak pada wadah berisi air bersih yang terdapat di dalam maupun di sekitar rumah lebih mungkin melakukan pemeriksaan kontainer secara berkala. Pengetahuan mengenai waktu aktivitas menggigit nyamuk juga dapat memengaruhi penggunaan perlindungan diri pada pagi dan sore hari. Pemahaman mengenai tanda awal dan tanda bahaya dengue dapat mempercepat pencarian pelayanan kesehatan, sehingga infeksi akut dapat dikenali lebih dini. Sebaliknya, masyarakat yang hanya mengetahui bahwa dengue ditularkan oleh nyamuk, tetapi tidak memahami lokasi perindukan, siklus perkembangan vektor, atau tindakan pencegahan yang tepat, belum memiliki literasi risiko yang cukup untuk melindungi rumah tangganya.

Hubungan pengetahuan dengan status NS1 juga memperlihatkan variasi menurut gradien ketinggian. Berdasarkan Tabel 4.5, pada dataran rendah seluruh rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi berada pada kelompok pengetahuan kurang, yaitu 6 dari 33 rumah tangga, dan hubungan tersebut bermakna berdasarkan Fisher's Exact Test dengan p=0,001. Nilai OR tidak dapat dihitung karena terdapat sel nol pada kelompok pembanding. Kondisi ini tidak berarti bahwa besarnya hubungan tidak ada, tetapi menunjukkan bahwa distribusi data mengalami pemisahan sempurna, sehingga estimasi OR menjadi tidak stabil dan tidak dapat diperoleh menggunakan perhitungan konvensional.

Pada dataran rendah, hubungan pengetahuan yang kuat dapat dipahami dalam konteks permukiman urban yang padat dan risiko paparan yang tersebar. Masyarakat perkotaan mungkin telah lebih sering menerima informasi mengenai dengue, tetapi paparan informasi tidak selalu menghasilkan pemahaman yang mendalam dan tindakan yang konsisten. Pesan kesehatan dapat menjadi terlalu umum, berulang, dan kehilangan daya dorong apabila tidak disertai pemeriksaan lingkungan atau umpan balik mengenai risiko nyata di sekitar rumah. Dalam kondisi tersebut, rumah tangga yang masih memiliki pengetahuan kurang menjadi kelompok yang lebih rentan karena mereka hidup pada lingkungan dengan kedekatan antar-rumah, mobilitas tinggi, dan banyak kontainer kecil yang dapat luput dari pengawasan. Pola spasial dataran rendah pada Gambar 4.2 juga memperlihatkan bahwa rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi tersebar pada beberapa kawasan permukiman, sehingga edukasi tidak cukup diarahkan hanya kepada satu rumah kasus, tetapi perlu mencakup rumah tangga di sekitarnya sebagai satu kesatuan wilayah

risiko.

Pada dataran sedang, 17 dari 79 rumah tangga dengan pengetahuan kurang memiliki status NS1 teridentifikasi. Nilai OR sebesar 5,484 menunjukkan arah hubungan yang meningkatkan odds status NS1, tetapi interval kepercayaan 95% sebesar 0,686–43,843 melintasi angka satu dan nilai p=0,110 menunjukkan bahwa hubungan tersebut belum bermakna secara statistik. Hasil ini tidak dapat langsung diartikan bahwa pengetahuan tidak penting di dataran sedang. Interval kepercayaan yang sangat lebar menunjukkan ketidakpastian estimasi, terutama karena jumlah rumah tangga NS1 teridentifikasi dan distribusi kelompok pengetahuan baik relatif terbatas. Arah OR yang tetap berada di atas satu mengindikasikan kemungkinan adanya hubungan, tetapi penelitian ini belum memiliki presisi yang cukup untuk memastikan besar hubungan tersebut secara spesifik pada strata dataran sedang.

Tidak bermaknanya hubungan pengetahuan pada dataran sedang juga menunjukkan bahwa pengetahuan mungkin tidak menjadi faktor yang paling menentukan apabila tidak diwujudkan dalam tindakan. Wilayah dataran sedang memiliki karakter transisi antara permukiman semiurban dan pedesaan, pola penyimpanan air yang berbeda, konektivitas antardesa melalui jaringan jalan, serta akses informasi kesehatan yang tidak selalu merata. Dalam konteks tersebut, rumah tangga dapat mengetahui dengue tetapi tetap mempertahankan praktik penyimpanan air atau pengelolaan kontainer yang memungkinkan perkembangan *Aedes*. Hal ini sejalan dengan hasil stratifikasi yang menunjukkan bahwa penggunaan 3M Plus memiliki hubungan yang lebih kuat daripada pengetahuan pada dataran sedang. Pola spasial pada Gambar 4.3 juga memperlihatkan bahwa rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi mengikuti koridor permukiman dan jaringan jalan, sehingga risiko tidak hanya ditentukan oleh pengetahuan individu, tetapi juga oleh interaksi antara mobilitas, lingkungan rumah tangga, dan praktik pengendalian vektor pada kawasan yang saling terhubung.

Pada dataran tinggi, 27 dari 76 rumah tangga dengan pengetahuan kurang memiliki status NS1 teridentifikasi. Rumah tangga dengan pengetahuan kurang memiliki odds status NS1 teridentifikasi sebesar 6,061 kali dibandingkan rumah tangga dengan pengetahuan baik, dengan nilai p=0,010. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa pengetahuan menjadi faktor penting pada wilayah yang sebelumnya sering dipersepsikan memiliki risiko dengue lebih rendah. Persepsi bahwa suhu yang lebih dingin atau ketinggian wilayah secara otomatis melindungi masyarakat dari dengue dapat menurunkan kewaspadaan

terhadap kontainer rumah tangga, tempat minum hewan, pot tanaman, barang bekas, dan tempat penyimpanan air yang dapat menjadi mikrohabitat *Aedes*.

Pada dataran tinggi, pengetahuan mempunyai fungsi tambahan sebagai pembentuk persepsi risiko baru. Masyarakat tidak hanya perlu memahami cara penularan dengue, tetapi juga perlu mengubah anggapan bahwa dengue terbatas pada dataran rendah atau wilayah perkotaan. Ketika perubahan lingkungan, mobilitas manusia, dan adaptasi vektor memungkinkan penularan terjadi pada elevasi yang lebih tinggi, keterlambatan pembaruan pengetahuan dapat menyebabkan tindakan pencegahan tidak berkembang secepat perubahan risiko epidemiologis. Pola pada Gambar 4.4, yang memperlihatkan keberadaan beberapa kantong rumah tangga NS1 teridentifikasi pada wilayah dataran tinggi, mendukung kebutuhan edukasi yang diarahkan pada lokasi mikro berisiko, bukan hanya penyuluhan umum pada tingkat kecamatan.

Perbedaan pola tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pengetahuan bersifat kontekstual. Pada dataran rendah, pengetahuan berperan dalam lingkungan urban dengan risiko yang menyebar. Pada dataran sedang, hubungan pengetahuan cenderung dilemahkan oleh dominannya praktik lingkungan dan 3M Plus dalam konteks wilayah transisi. Pada dataran tinggi, pengetahuan kembali menjadi penting karena masyarakat menghadapi perubahan pola risiko yang mungkin belum sepenuhnya dikenali. Oleh karena itu, nilai pengetahuan tidak hanya ditentukan oleh jumlah informasi yang dimiliki, tetapi oleh kesesuaian informasi tersebut dengan karakter lingkungan, sumber risiko lokal, serta kemampuan masyarakat menerapkannya.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Chng et al. (2022) di Singapura yang menunjukkan bahwa wilayah dengan transmisi dengue berulang tidak selalu memiliki praktik pencegahan yang lebih baik. Paparan informasi dan pengalaman terhadap dengue dapat meningkatkan kesadaran, tetapi belum tentu menghasilkan pengendalian kontainer yang konsisten, sebagaimana terlihat pada penelitian ini bahwa pengetahuan perlu diterjemahkan menjadi perilaku nyata (Chng et al., 2022). Selvarajoo et al. (2020) di Malaysia menemukan hubungan antara pengetahuan, sikap, praktik pencegahan, dan seroprevalensi dengue. Penelitian tersebut menegaskan bahwa indikator perilaku perlu dikaitkan dengan bukti biologis infeksi, sejalan dengan penelitian ini yang menggunakan antigen NS1 sebagai indikator infeksi akut pada berbagai gradien ketinggian (Selvarajoo et al., 2020). Hasil ini juga mendukung temuan

Banik et al. (2023) di pedesaan Bangladesh yang menunjukkan adanya kesenjangan antara pengetahuan masyarakat tentang dengue dan praktik pencegahan yang dilakukan (Banik et al., 2023). Penelitian ini memperkuat bahwa pengetahuan menjadi lebih efektif apabila diikuti penerapan 3M Plus dan pengelolaan lingkungan rumah tangga. Hossain et al. (2021) di Bangladesh menunjukkan bahwa pengetahuan dan praktik pencegahan dengue berbeda menurut karakteristik wilayah dan sosial masyarakat. Hal ini sejalan dengan penelitian ini bahwa pengaruh pengetahuan tidak bersifat seragam pada setiap kondisi ekologis, terlihat dari perbedaan hubungan antarwilayah ketinggian (Hossain et al., 2021).

Kumaran et al. (2018) di Kamboja juga menemukan bahwa peningkatan pengetahuan dan sikap belum cukup untuk menghasilkan pengendalian vektor yang efektif tanpa dukungan mobilisasi komunitas dan perubahan praktik (Kumaran et al., 2018). Temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa pengetahuan merupakan faktor awal yang perlu diperkuat oleh faktor pemungkin dan penguat. Rakhmani dan Zuhriyah (2024) pada kader kesehatan di Malang menunjukkan bahwa pengetahuan kader berperan penting dalam edukasi dengue, tetapi perlu ditingkatkan menjadi kemampuan operasional dalam pemeriksaan kontainer dan pengendalian habitat *Aedes* (Rakhmani & Zuhriyah, 2024). Hal ini memperkuat pentingnya peran kader dalam menerjemahkan informasi menjadi tindakan pencegahan. Arsin et al. (2020) di Kendari menunjukkan bahwa kejadian dengue dipengaruhi oleh interaksi faktor iklim, lingkungan, dan mobilitas penduduk (Arsin et al., 2020). Temuan tersebut mendukung bahwa pengetahuan masyarakat bekerja dalam sistem epidemiologi yang lebih luas, sehingga pengetahuan baik belum menjamin rendahnya risiko apabila kondisi lingkungan mendukung transmisi. Erwin et al. (2024) di Sikka melalui desain kasus-kontrol menemukan bahwa faktor lingkungan dan perilaku rumah tangga berperan terhadap risiko dengue (Erwin et al., 2024). Penelitian tersebut memperkuat bahwa risiko infeksi tidak dapat dipisahkan dari kondisi rumah tangga, meskipun tidak secara langsung menguji hubungan pengetahuan dengan antigen NS1. Ishak et al. (2020) di Kota Palopo menunjukkan bahwa pengendalian dengue tidak cukup bergantung pada fogging, tetapi membutuhkan pengendalian sumber vektor melalui perbaikan perilaku dan lingkungan (Ishak et al., 2020). Temuan ini mendukung bahwa pengetahuan memiliki nilai pencegahan apabila mendorong praktik pengendalian *Aedes* secara nyata.

Berdasarkan keseluruhan temuan, pengetahuan masyarakat dapat diposisikan sebagai fondasi literasi risiko dengue, tetapi bukan sebagai intervensi tunggal. Kebermaknaan pengetahuan dalam model multivariat menunjukkan bahwa peningkatan literasi tetap diperlukan, sedangkan penurunan besar OR setelah variabel lain dikendalikan menegaskan bahwa edukasi harus dihubungkan dengan tindakan yang terukur. Materi promosi kesehatan perlu disusun menurut kondisi setiap dataran. Pada dataran rendah, edukasi perlu menekankan pemeriksaan menyeluruh terhadap kontainer kecil dan tersembunyi pada permukiman padat. Pada dataran sedang, materi perlu dikaitkan dengan pola penyimpanan air dan pengendalian kontainer di sepanjang koridor permukiman. Pada dataran tinggi, edukasi perlu terlebih dahulu mengoreksi persepsi bahwa elevasi memberikan perlindungan mutlak terhadap dengue, kemudian mengarahkan masyarakat mengenali mikrohabitat lokal yang mendukung *Aedes*.

Dengan demikian, kontribusi pengetahuan terhadap pencegahan dengue tidak terletak pada banyaknya informasi yang disampaikan, tetapi pada kemampuan informasi tersebut membentuk persepsi risiko yang benar, memandu identifikasi sumber bahaya, dan mendorong tindakan rumah tangga yang konsisten. Temuan ini menegaskan bahwa strategi promosi kesehatan dengue perlu bergerak dari edukasi umum menuju literasi risiko yang spesifik, kontekstual, dan berbasis karakter ekologis setiap gradien ketinggian.

4.4.2.2 Pencegahan Primer dan Status Antigen NS1 Dengue sebagai Indikator Infeksi Dengue Akut

Pencegahan primer merupakan upaya yang dilakukan sebelum infeksi terjadi dengan tujuan memutus rantai penularan penyakit melalui pengurangan faktor risiko pada tingkat individu, rumah tangga, maupun lingkungan. Dalam konteks dengue, pencegahan primer mencakup berbagai tindakan yang bertujuan mengurangi peluang kontak antara manusia dengan nyamuk *Aedes*, seperti menghilangkan tempat perkembangbiakan nyamuk, menghindari gigitan nyamuk, menjaga kebersihan lingkungan, menggunakan pelindung diri, serta melakukan pengelolaan kontainer secara rutin. Berbeda dengan pengetahuan yang bersifat kognitif, pencegahan primer lebih merepresentasikan implementasi perilaku sebelum terjadinya infeksi. Oleh karena itu, hubungan antara pencegahan primer dan status antigen NS1 dalam penelitian ini memberikan gambaran mengenai sejauh mana tindakan preventif rumah tangga berhubungan dengan kejadian infeksi dengue akut yang dibuktikan melalui pemeriksaan laboratorium.

Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa pencegahan primer berhubungan bermakna dengan status antigen NS1. Rumah tangga dengan praktik pencegahan primer yang kurang memiliki odds status NS1 teridentifikasi yang lebih tinggi dibandingkan rumah tangga dengan praktik pencegahan primer yang baik. Namun, setelah dilakukan pengendalian terhadap variabel pengetahuan, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian melalui regresi logistik biner, hubungan tersebut tidak lagi mencapai tingkat signifikansi statistik (AOR belum bermakna; p=0,054).

Perubahan tersebut memiliki makna epidemiologis yang penting. Hilangnya signifikansi pada analisis multivariat tidak menunjukkan bahwa pencegahan primer menjadi tidak penting, tetapi menunjukkan bahwa konsep pencegahan primer memiliki ruang lingkup yang luas sehingga sebagian komponennya telah diwakili oleh variabel perilaku yang lebih spesifik, terutama penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan. Dari sudut pandang biostatistik, kondisi ini menggambarkan adanya overlap konseptual atau *shared variance* antarvariabel independen. Ketika beberapa variabel mengukur aspek perilaku yang saling berkaitan, sebagian pengaruh pencegahan primer terhadap status NS1 dapat dijelaskan oleh variabel lain yang secara operasional lebih spesifik. Oleh karena itu, hasil analisis multivariat lebih tepat diinterpretasikan sebagai proses identifikasi komponen perilaku yang paling berkontribusi terhadap risiko infeksi dengue akut, bukan sebagai penghapusan makna pencegahan primer.

Interpretasi tersebut sesuai dengan teori PRECEDE–PROCEED Model, yang memandang perilaku kesehatan sebagai hasil interaksi antara faktor predisposisi, faktor pemungkin, dan faktor penguat. Pencegahan primer bukan merupakan satu tindakan tunggal, tetapi kumpulan berbagai perilaku yang dipengaruhi oleh pengetahuan, akses terhadap sarana, dukungan keluarga, penyuluhan kesehatan, dan lingkungan sosial. Dengan demikian, ketika penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan dimasukkan ke dalam model statistik, sebagian besar pengaruh pencegahan primer secara konseptual telah tercermin melalui kedua variabel tersebut. Kim et al. (2022) menjelaskan bahwa perubahan perilaku kesehatan akan lebih efektif apabila seluruh komponen dalam PRECEDE–PROCEED bekerja secara bersamaan, sehingga keberhasilan program tidak hanya bergantung pada satu jenis intervensi (Kim et al., 2022).

Dari perspektif epidemiologi penyakit menular, pencegahan primer bekerja dengan mengintervensi komponen host dan environment dalam segitiga epidemiologi. Virus dengue sebagai *agent*

tidak akan berpindah tanpa keberadaan vektor, sedangkan keberadaan vektor dipengaruhi oleh kondisi lingkungan rumah tangga dan perilaku masyarakat dalam mengelola lingkungan tersebut. Oleh karena itu, setiap tindakan yang mampu mengurangi peluang berkembangnya *Aedes spp.* atau mengurangi kontak manusia dengan nyamuk akan menurunkan probabilitas terjadinya infeksi dengue akut. Hubungan tersebut menjadi lebih bermakna dalam penelitian ini karena outcome yang digunakan adalah antigen NS1 sebagai indikator infeksi akut, bukan sekadar riwayat penyakit berdasarkan ingatan responden.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Ishak et al. (2020) yang menunjukkan bahwa pengendalian dengue tidak cukup mengandalkan fogging, karena kejadian dengue tetap dipengaruhi oleh kondisi lingkungan rumah tangga dan perilaku masyarakat dalam mengendalikan tempat perkembangbiakan nyamuk (Ishak et al., 2020). Hasil tersebut memperkuat bahwa pencegahan primer melalui pengelolaan lingkungan dan perubahan perilaku harus menjadi dasar pengendalian dengue, sedangkan fogging hanya berperan sebagai tindakan tambahan. Erwin et al. (2024) di Kabupaten Sikka menemukan bahwa faktor lingkungan dan perilaku masyarakat merupakan determinan penting kejadian dengue di wilayah endemis (Erwin et al., 2024). Temuan ini sejalan dengan penelitian ini bahwa risiko dengue terbentuk melalui interaksi antara lingkungan, perilaku rumah tangga, dan keberadaan vektor, serta diperkuat melalui penggunaan antigen NS1 sebagai indikator infeksi akut.

Secara internasional, Arfan et al. (2025) melalui systematic review di Asia Selatan dan Asia Tenggara menunjukkan bahwa tantangan utama pengendalian dengue bukan hanya ketersediaan strategi pencegahan, tetapi keberlanjutan implementasi, kepatuhan masyarakat, koordinasi lintas sektor, dan evaluasi program (Arfan et al., 2024). Hal ini mendukung hasil penelitian bahwa efektivitas pencegahan primer sangat bergantung pada konsistensi penerapan perilaku pencegahan dalam kehidupan sehari-hari. Kumaran et al. (2018) di Kamboja menunjukkan bahwa peningkatan pengetahuan masyarakat belum cukup menghasilkan pengendalian vektor yang efektif tanpa dukungan sosial, partisipasi komunitas, dan pengawasan berkelanjutan (Kumaran et al., 2018). Temuan tersebut diperkuat oleh Shafique et al. (2022) yang menunjukkan bahwa pendekatan *positive deviance* dapat meningkatkan praktik pencegahan dengue dengan mengidentifikasi dan memperluas perilaku pencegahan yang telah berhasil dilakukan Masyarakat (Shafique et al., 2022).

Analisis stratifikasi menurut gradien ketinggian menunjukkan bahwa peran pencegahan primer berbeda pada setiap zona. Pada dataran rendah, hubungan pencegahan primer dengan status NS1 tidak bermakna secara statistik (OR=2,265; p=0,319). Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada wilayah urban dengan kepadatan penduduk tinggi, pencegahan primer secara umum mungkin belum cukup membedakan risiko infeksi apabila tidak diwujudkan dalam tindakan yang lebih spesifik seperti pelaksanaan 3M Plus secara konsisten. Dengan kata lain, konsep pencegahan primer yang bersifat umum belum mampu menangkap variasi risiko pada lingkungan yang memiliki kepadatan kontainer dan mobilitas penduduk yang tinggi.

Sebaliknya, pada dataran sedang, hubungan pencegahan primer kembali bermakna berdasarkan Fisher's Exact Test, meskipun nilai OR tidak dapat dihitung akibat adanya sel dengan frekuensi nol. Dari sudut pandang statistik, kondisi tersebut menunjukkan adanya pemisahan sempurna (*complete separation*), sehingga estimasi odds ratio menjadi tidak stabil. Namun, hasil tersebut tetap memberikan informasi bahwa praktik pencegahan primer memiliki hubungan dengan status NS1 pada wilayah transisi yang memiliki karakteristik semiurban dan pedesaan.

Pada dataran tinggi, hubungan pencegahan primer tampak paling kuat dibandingkan dua zona lainnya. Rumah tangga dengan praktik pencegahan primer yang kurang memiliki odds status NS1 sebesar 13,920 kali dibandingkan rumah tangga dengan praktik pencegahan yang baik (95%CI=4,324–44,816; p<0,001). Temuan ini menunjukkan bahwa ketika dengue mulai muncul pada wilayah yang sebelumnya dianggap berisiko rendah, tindakan pencegahan primer menjadi komponen yang sangat menentukan dalam mencegah terbentuknya fokus penularan lokal. Masyarakat dataran tinggi mungkin belum memiliki pengalaman panjang menghadapi dengue sehingga persepsi risikonya masih rendah. Akibatnya, perilaku preventif belum menjadi kebiasaan yang melekat seperti pada wilayah endemis dataran rendah.

Dari perspektif kesehatan masyarakat, hasil ini menunjukkan bahwa desain intervensi tidak dapat diseragamkan pada seluruh gradien ketinggian. Pada dataran rendah, program perlu menitikberatkan pada peningkatan kualitas implementasi 3M Plus karena konsep pencegahan primer telah relatif dikenal masyarakat. Pada dataran sedang, intervensi perlu diarahkan pada penguatan perilaku rumah tangga di sepanjang koridor permukiman dan wilayah transisi. Sementara itu, pada dataran tinggi, prioritas utama adalah meningkatkan persepsi risiko masyarakat bahwa wilayah pegunungan

tidak lagi bebas dari ancaman dengue serta memperkuat tindakan pencegahan sebelum terbentuk klaster penularan yang lebih luas.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pencegahan primer tetap merupakan komponen penting dalam pengendalian dengue, meskipun pada analisis multivariat pengaruhnya sebagian dijelaskan oleh penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pencegahan primer bukan sekadar konsep teoritis, tetapi kerangka perilaku yang harus diwujudkan melalui tindakan operasional yang spesifik, konsisten, dan disesuaikan dengan karakteristik epidemiologi setiap gradien ketinggian. Dengan demikian, strategi pengendalian dengue di Provinsi Sulawesi Selatan sebaiknya tidak hanya meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pencegahan primer, tetapi juga memastikan bahwa pengetahuan tersebut diterjemahkan menjadi praktik yang terukur dan berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari.

4.4.2.3 Penggunaan 3M Plus sebagai Faktor Dominan terhadap Status Antigen NS1 Dengue sebagai Indikator Infeksi Dengue Akut

Penggunaan 3M Plus merupakan perilaku pencegahan yang secara langsung menargetkan pemutusan siklus hidup *Aedes spp.* melalui pengelolaan tempat perkembangbiakan nyamuk di lingkungan rumah tangga. Berbeda dengan pengetahuan yang berfungsi sebagai landasan kognitif dan pencegahan primer yang mencakup berbagai tindakan preventif secara umum, praktik 3M Plus merupakan bentuk perilaku operasional yang secara langsung memengaruhi keberadaan habitat larva dan kepadatan vektor. Oleh karena itu, hubungan antara penggunaan 3M Plus dengan status antigen NS1 dalam penelitian ini memberikan gambaran mengenai efektivitas perilaku rumah tangga dalam mengurangi peluang terjadinya infeksi dengue akut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan 3M Plus merupakan faktor perilaku yang memiliki hubungan paling kuat dengan status antigen NS1. Pada analisis bivariat (Tabel 4.4), rumah tangga dengan penggunaan 3M Plus yang kurang memiliki odds status NS1 teridentifikasi sebesar 17,126 kali dibandingkan rumah tangga dengan praktik 3M Plus yang baik (95%CI=5,992–48,946; p<0,001). Setelah dikontrol bersama variabel pengetahuan, pencegahan primer, penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian, penggunaan 3M Plus tetap menjadi determinan paling dominan dengan adjusted odds ratio sebesar 14,29, lebih tinggi dibandingkan pengetahuan maupun penyuluhan kesehatan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa praktik 3M Plus mempunyai kontribusi independen terhadap penurunan risiko infeksi dengue akut pada tingkat rumah tangga.

Besarnya pengaruh penggunaan 3M Plus dapat dijelaskan melalui mekanisme biologis penularan dengue. Virus dengue hanya dapat ditularkan apabila terdapat interaksi antara manusia yang rentan, nyamuk *Aedes* yang infektif, dan lingkungan yang mendukung perkembangan vektor. Praktik menguras tempat penampungan air, menutup wadah penyimpanan air secara benar, mendaur ulang atau menyingkirkan barang bekas, serta melakukan tindakan tambahan seperti penggunaan larvasida atau pencegahan gigitan nyamuk secara langsung mengurangi jumlah habitat produktif *Aedes*. Penurunan habitat tersebut akan menurunkan kepadatan nyamuk dewasa sehingga peluang kontak antara manusia dengan nyamuk infektif juga menurun. Dengan demikian, hubungan yang kuat antara penggunaan 3M Plus dan status NS1 memiliki dasar biologis yang jelas karena intervensi dilakukan pada mata rantai penularan yang paling awal.

Temuan ini mendukung konsep Integrated Vector Management (IVM) yang direkomendasikan WHO, yaitu bahwa pengendalian dengue yang efektif harus mengutamakan pengelolaan sumber perkembangbiakan nyamuk melalui partisipasi masyarakat secara berkelanjutan. Dalam kerangka tersebut, keberhasilan pengendalian tidak hanya bergantung pada kegiatan pengasapan (fogging) atau intervensi ketika kasus meningkat, tetapi terutama pada kemampuan rumah tangga mempertahankan lingkungan yang tidak mendukung perkembangan vektor. Oleh karena itu, 3M Plus merupakan implementasi nyata dari pendekatan pengendalian vektor berbasis masyarakat yang bekerja sebelum penularan terjadi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Montenegro-Quiñonez et al. (2023) melalui *systematic review* dan meta-analisis yang menunjukkan bahwa intervensi berbasis rumah tangga mampu menurunkan risiko dengue apabila dilakukan secara konsisten dan berkelanjutan (Montenegro-Quinonez et al., 2023). Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini bahwa kualitas penerapan perilaku pengendalian habitat *Aedes* di tingkat rumah tangga lebih menentukan dibandingkan hanya keberadaan program pengendalian. Sulistyawati et al. (2019) di Yogyakarta menunjukkan bahwa pemberdayaan masyarakat dalam pengendalian vektor mampu meningkatkan praktik pemberantasan sarang nyamuk dan pengelolaan lingkungan rumah tangga (Sulistyawati et al., 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian ini bahwa rumah tangga menjadi pusat penting pengendalian dengue karena sebagian besar habitat produktif *Aedes* berada di sekitar tempat tinggal.

Ishak et al. (2020) di Kota Palopo menemukan bahwa efektivitas fogging dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan perilaku Masyarakat (Ishak et al., 2020). Temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa pengendalian habitat larva melalui praktik 3M Plus lebih berperan dalam pencegahan jangka panjang dibandingkan intervensi yang hanya menargetkan nyamuk dewasa. Secara regional, Arfan et al. (2025) melalui *systematic review* di Asia Selatan dan Asia Tenggara menunjukkan bahwa hambatan utama pengendalian dengue adalah keberlanjutan implementasi, kepatuhan masyarakat, dan evaluasi perubahan perilaku (Arfan et al., 2025). Hal ini sesuai dengan penelitian ini bahwa praktik 3M Plus hanya memberikan efek protektif apabila dilakukan secara rutin dan konsisten.

Analisis stratifikasi menunjukkan bahwa penggunaan 3M Plus merupakan satu-satunya variabel perilaku yang berhubungan signifikan dengan status NS1 pada seluruh gradien ketinggian. Pada dataran rendah dan sedang, hubungan bermakna berdasarkan uji Fisher meskipun estimasi OR tidak stabil akibat distribusi data yang tidak seimbang. Pada dataran tinggi, rumah tangga dengan praktik 3M Plus kurang memiliki risiko status NS1 sebesar 11,077 kali lebih tinggi dibandingkan rumah tangga dengan praktik 3M Plus baik (95%CI=2,446–50,166; p<0,001).

Perbedaan pola tersebut menunjukkan bahwa fungsi penggunaan 3M Plus tidak sama pada setiap karakteristik wilayah. Pada dataran rendah, 3M Plus berperan mempertahankan pengendalian vektor pada kawasan dengan kepadatan penduduk tinggi dan banyaknya kontainer buatan manusia. Pada dataran sedang, efektivitas 3M Plus menjadi penting karena wilayah ini merupakan kawasan transisi yang memiliki kombinasi karakteristik permukiman pedesaan dan semiurban, sehingga variasi jenis kontainer dan pola penyimpanan air lebih beragam. Sementara itu, pada dataran tinggi, praktik 3M Plus mempunyai pengaruh yang sangat kuat karena masyarakat mulai menghadapi perubahan pola epidemiologi dengue pada wilayah yang sebelumnya dianggap memiliki risiko rendah. Dalam kondisi tersebut, setiap kelalaian dalam mengelola kontainer berpotensi menciptakan mikrohabitat yang mendukung terbentuknya fokus penularan baru.

Interpretasi tersebut didukung oleh hasil analisis spasial. Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi lebih banyak berada pada kategori risiko perilaku sedang dan tinggi dibandingkan risiko rendah. Pada dataran rendah pola sebaran bersifat urban diffuse risk, pada

dataran sedang mengikuti koridor permukiman *(transitional corridor risk*), sedangkan pada dataran tinggi membentuk kantong-kantong lokal (*highland micro-foci risk)*. Pola tersebut menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan 3M Plus tidak hanya ditentukan oleh perilaku satu rumah tangga, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan rumah tangga di sekitarnya.

Temuan ini mempunyai implikasi penting bagi program pengendalian dengue di Provinsi Sulawesi Selatan. Selama ini keberhasilan kegiatan 3M Plus sering diukur berdasarkan jumlah penyuluhan atau kegiatan pemberantasan sarang nyamuk yang telah dilakukan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa indikator tersebut belum cukup menggambarkan keberhasilan program apabila tidak diikuti oleh perubahan perilaku rumah tangga yang nyata. Evaluasi program sebaiknya diarahkan pada indikator perilaku yang lebih spesifik, seperti frekuensi pemeriksaan kontainer, konsistensi menguras tempat penampungan air, penggunaan penutup yang efektif, pengelolaan barang bekas, serta keteraturan pemeriksaan jentik di lingkungan rumah.

Dengan demikian, penggunaan 3M Plus dalam penelitian ini bukan sekadar merupakan salah satu komponen perilaku pencegahan, tetapi merupakan determinan utama yang menghubungkan perubahan perilaku rumah tangga dengan penurunan risiko infeksi dengue akut. Dominannya pengaruh 3M Plus setelah seluruh variabel dikendalikan menunjukkan bahwa strategi pengendalian dengue berbasis masyarakat akan memberikan dampak yang lebih besar apabila diarahkan pada pembentukan praktik 3M Plus yang benar, konsisten, dan disesuaikan dengan karakteristik ekologis masing-masing gradien ketinggian.

4.4.2.4 Hubungan Penyuluhan Kesehatan dengan Status Antigen NS1 Dengue sebagai Indikator Infeksi Dengue Akut

Penyuluhan kesehatan merupakan salah satu strategi utama promosi kesehatan yang bertujuan meningkatkan kemampuan individu dan masyarakat dalam mengenali faktor risiko penyakit, membangun persepsi risiko yang benar, serta mendorong terbentuknya perilaku pencegahan yang berkelanjutan. Pada pengendalian dengue, penyuluhan tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian informasi mengenai penyakit, tetapi juga sebagai sarana komunikasi risiko yang menghubungkan bukti ilmiah dengan tindakan nyata yang perlu dilakukan oleh masyarakat. Oleh karena itu, hubungan antara penyuluhan kesehatan dan status antigen NS1 dalam penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas komunikasi kesehatan dapat diukur

melalui outcome biologis berupa infeksi dengue akut, bukan hanya melalui peningkatan pengetahuan atau perubahan sikap.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyuluhan kesehatan memiliki hubungan yang bermakna dengan status antigen NS1. Pada analisis bivariat (Tabel 4.4), rumah tangga yang tidak pernah menerima penyuluhan kesehatan memiliki peluang lebih tinggi mengalami status NS1 teridentifikasi dibandingkan rumah tangga yang pernah menerima penyuluhan. Hubungan tersebut tetap bertahan setelah dilakukan pengendalian terhadap variabel pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan zona ketinggian. Analisis regresi logistik (Tabel 4.6) menunjukkan bahwa rumah tangga yang tidak memperoleh penyuluhan kesehatan memiliki adjusted odds ratio sebesar 9,26, sehingga penyuluhan menjadi determinan kedua terkuat setelah penggunaan 3M Plus. Temuan ini menunjukkan bahwa penyuluhan kesehatan memberikan kontribusi independen terhadap penurunan risiko infeksi dengue akut.

Besarnya hubungan tersebut menunjukkan bahwa penyuluhan kesehatan tidak sekadar meningkatkan pengetahuan masyarakat, tetapi berperan sebagai mekanisme yang memperkuat terbentuknya perilaku pencegahan. Dalam teori PRECEDE–PROCEED, penyuluhan merupakan reinforcing factor, yaitu faktor penguat yang mempertahankan perilaku kesehatan melalui pemberian informasi yang berulang, umpan balik, motivasi, dan dukungan sosial. Individu yang telah mengetahui cara pencegahan dengue belum tentu melaksanakan tindakan tersebut secara konsisten apabila tidak memperoleh penguatan dari petugas kesehatan, kader, maupun lingkungan sosialnya. Dengan demikian, penyuluhan menjadi jembatan yang menghubungkan pengetahuan dengan praktik pencegahan yang berkelanjutan.

Hubungan tersebut juga dapat dijelaskan melalui konsep risk communication. Dalam pengendalian penyakit berbasis vektor, komunikasi risiko bertujuan membantu masyarakat memahami bahwa risiko penyakit tidak hanya ditentukan oleh keberadaan nyamuk, tetapi juga oleh perilaku sehari-hari yang menciptakan habitat vektor. Penyuluhan yang efektif seharusnya tidak berhenti pada penyampaian definisi dengue, melainkan menjelaskan bagaimana mengidentifikasi kontainer produktif, melakukan pemeriksaan jentik secara berkala, mengenali tanda bahaya dengue, dan mengetahui waktu yang tepat mencari pelayanan kesehatan. Dengan demikian, penyuluhan menjadi proses perubahan perilaku yang berlangsung terus-menerus, bukan kegiatan penyampaian informasi yang dilakukan sekali.

Hasil penelitian ini sejalan dengan WHO (2023) yang menegaskan bahwa pengendalian dengue memerlukan keterlibatan aktif masyarakat melalui komunikasi risiko, pemberdayaan komunitas, dan perubahan perilaku yang berkelanjutan. WHO menempatkan komunikasi kesehatan sebagai komponen utama dalam *Integrated Vector Management* (WHO, 2023). Keberhasilan pengendalian vektor sangat bergantung pada kemampuan masyarakat mempertahankan lingkungan rumah tangga yang tidak mendukung perkembangan *Aedes* (Wahid et al., 2019). Bagian yang sejalan dengan penelitian ini adalah bahwa penyuluhan yang efektif berkontribusi terhadap terbentuknya perilaku protektif sehingga risiko infeksi dapat ditekan.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Lusno et al. (2024) yang menunjukkan bahwa pencegahan dengue di Indonesia membutuhkan keterlibatan bersama antara tenaga kesehatan dan Masyarakat (Lusno et al., 2024). Penelitian tersebut menegaskan bahwa edukasi kesehatan perlu disertai pendampingan agar perubahan perilaku pencegahan dapat berlangsung secara berkelanjutan. Rakhmani dan Zuhriyah (2024) menemukan bahwa kader kesehatan yang mendapatkan pembinaan mampu berperan lebih efektif dalam menyampaikan pesan pencegahan dengue kepada masyarakat (Rakhmani & Zuhriyah, 2024). Temuan ini mendukung hasil penelitian bahwa efektivitas penyuluhan tidak hanya ditentukan oleh materi informasi, tetapi juga oleh kualitas penyampaian, intensitas, dan keberlanjutan kegiatan edukasi. Shafique et al. (2022) di Pakistan menunjukkan bahwa pendekatan *positive deviance* berbasis komunikasi partisipatif mampu meningkatkan pengetahuan, sikap, dan praktik pencegahan dengue dibandingkan edukasi konvensional (Shafique et al., 2022). Hasil tersebut memperkuat bahwa penyuluhan yang melibatkan masyarakat secara aktif lebih berpotensi menghasilkan perubahan perilaku dan menurunkan risiko infeksi dengue.

Analisis stratifikasi menurut gradien ketinggian (Tabel 4.5) menunjukkan bahwa peran penyuluhan kesehatan berbeda pada setiap wilayah. Pada dataran rendah, rumah tangga yang tidak pernah menerima penyuluhan memiliki odds status NS1 sebesar 16,800 kali dibandingkan rumah tangga yang pernah menerima penyuluhan (95%CI=2,723–103,647; p=0,003). Besarnya nilai OR menunjukkan bahwa pada wilayah perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi, penyuluhan memiliki fungsi penting dalam mempertahankan kewaspadaan masyarakat terhadap risiko dengue yang terus berlangsung. Paparan informasi yang berulang diperlukan agar masyarakat tidak mengalami kejenuhan terhadap pesan-pesan pencegahan dan tetap konsisten melakukan pengendalian kontainer di lingkungan rumah.

Pada dataran sedang, hubungan penyuluhan juga bermakna (p=0,001), meskipun nilai OR tidak dapat diestimasi akibat adanya sel dengan frekuensi nol. Dari sudut pandang statistik, kondisi tersebut menunjukkan adanya pemisahan sempurna (*complete separation*), sehingga estimasi OR menjadi tidak stabil. Akan tetapi, hasil tersebut tetap memperlihatkan bahwa rumah tangga yang tidak memperoleh penyuluhan lebih banyak ditemukan pada kelompok dengan status NS1 teridentifikasi. Pada wilayah transisi, penyuluhan berperan mengurangi kesenjangan informasi antara masyarakat yang tinggal pada kawasan semiurban dan pedesaan, sehingga pesan-pesan pencegahan dapat diterapkan secara lebih merata.

Pada dataran tinggi, hubungan penyuluhan tampak sangat kuat. Rumah tangga yang tidak pernah menerima penyuluhan memiliki odds status NS1 sebesar 13,043 kali dibandingkan rumah tangga yang pernah menerima penyuluhan (95%CI=4,062–41,885; p<0,001). Temuan ini menunjukkan bahwa penyuluhan mempunyai peran yang sangat penting pada wilayah yang sebelumnya belum dikenal sebagai daerah dengan risiko tinggi dengue. Rendahnya pengalaman masyarakat menghadapi dengue menyebabkan penyuluhan tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga membentuk persepsi bahwa wilayah dataran tinggi tetap memiliki potensi penularan apabila tersedia habitat yang sesuai bagi *Aedes*. Oleh karena itu, penyuluhan pada dataran tinggi berfungsi sebagai proses adaptasi masyarakat terhadap perubahan pola epidemiologi dengue.

Hasil analisis spasial memperkuat interpretasi tersebut. Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa sebagian besar rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi berada pada kategori risiko perilaku sedang dan tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penyuluhan kesehatan perlu diarahkan pada kawasan yang memiliki konsentrasi rumah tangga berisiko, bukan hanya berdasarkan batas administrasi. Pendekatan ini memungkinkan petugas kesehatan melakukan komunikasi risiko secara lebih tepat sasaran sesuai karakteristik lingkungan pada setiap gradien ketinggian.

Implikasi hasil penelitian ini adalah bahwa indikator keberhasilan penyuluhan tidak cukup diukur dari jumlah kegiatan yang dilaksanakan atau banyaknya peserta yang hadir. Keberhasilan penyuluhan seharusnya dievaluasi berdasarkan perubahan perilaku masyarakat dalam mengelola lingkungan rumah tangga dan penurunan risiko infeksi dengue. Oleh karena itu, materi penyuluhan perlu disesuaikan dengan karakteristik wilayah. Pada dataran rendah, penyuluhan perlu menekankan konsistensi pelaksanaan 3M Plus pada

lingkungan permukiman padat. Pada dataran sedang, penyuluhan perlu difokuskan pada pengelolaan kontainer di kawasan transisi permukiman. Sementara itu, pada dataran tinggi, penyuluhan perlu diarahkan untuk meningkatkan persepsi risiko bahwa dengue tidak lagi terbatas pada wilayah dataran rendah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyuluhan kesehatan merupakan determinan penting dalam pengendalian dengue berbasis rumah tangga. Pengaruh penyuluhan yang tetap bermakna setelah seluruh variabel dikendalikan menunjukkan bahwa komunikasi kesehatan yang efektif mampu memperkuat penerapan perilaku pencegahan sehingga berkontribusi terhadap penurunan risiko infeksi dengue akut. Dengan demikian, strategi promosi kesehatan di Provinsi Sulawesi Selatan perlu mengembangkan model penyuluhan yang lebih kontekstual, berulang, dan berbasis karakteristik ekologis setiap gradien ketinggian agar perubahan perilaku masyarakat dapat dipertahankan secara berkelanjutan.

4.4.2.5 Implikasi Perbedaan Determinan Perilaku menurut Gradien Ketinggian terhadap Pengendalian Dengue

Salah satu temuan penting dalam penelitian ini adalah bahwa hubungan antara determinan promosi kesehatan dan status antigen NS1 tidak menunjukkan pola yang seragam pada seluruh gradien ketinggian. Analisis stratifikasi pada Tabel 4.5 memperlihatkan bahwa setiap zona ketinggian memiliki determinan perilaku yang berbeda. Pada dataran rendah, hubungan yang paling menonjol ditemukan pada pengetahuan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Pada dataran sedang, penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan menunjukkan hubungan yang lebih kuat dibandingkan variabel lainnya. Sementara itu, pada dataran tinggi hampir seluruh determinan perilaku, terutama pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan, berhubungan kuat dengan status antigen NS1.

Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara perilaku dan infeksi dengue dipengaruhi oleh konteks ekologis tempat masyarakat tinggal. Ketinggian wilayah tidak bekerja sebagai penyebab langsung infeksi dengue, tetapi memengaruhi karakteristik lingkungan, kepadatan permukiman, pola penyimpanan air, mobilitas penduduk, serta peluang terbentuknya habitat *Aedes spp.*. Oleh karena itu, perilaku yang sama dapat memberikan dampak epidemiologis yang berbeda ketika diterapkan pada lingkungan dengan karakteristik yang berbeda.

Pada dataran rendah, hubungan yang kuat antara pengetahuan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan menunjukkan bahwa wilayah perkotaan memerlukan penguatan perilaku yang bersifat pemeliharaan (maintenance behavior). Kota Makassar telah lama dikenal sebagai wilayah endemis dengue sehingga masyarakat relatif lebih sering memperoleh informasi mengenai penyakit tersebut. Namun, tingginya kepadatan penduduk, mobilitas manusia, dan banyaknya kontainer buatan menyebabkan risiko penularan tetap tinggi apabila perilaku pencegahan mulai menurun. Dengan demikian, tantangan utama pada dataran rendah bukan lagi memperkenalkan konsep dengue, tetapi mempertahankan konsistensi perilaku pencegahan agar tidak terjadi kejenuhan terhadap pesan-pesan kesehatan.

Interpretasi tersebut diperkuat oleh pola spasial pada Gambar 4.2, yang menunjukkan bahwa rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi tersebar mengikuti karakter permukiman padat (urban diffuse risk). Sebaran tersebut mengindikasikan bahwa risiko tidak hanya berada pada rumah tangga yang telah mengalami infeksi, tetapi juga pada rumah tangga di sekitarnya yang memiliki karakteristik lingkungan dan perilaku serupa. Oleh karena itu, pendekatan pengendalian pada dataran rendah perlu diarahkan pada penguatan edukasi berbasis lingkungan sekitar kasus (*buffer intervention*), pemeriksaan kontainer rumah tangga secara berkala, serta penguatan praktik 3M Plus secara kolektif.

Pada dataran sedang, penggunaan 3M Plus menjadi determinan yang paling konsisten. Kondisi ini menunjukkan bahwa wilayah transisi memiliki karakteristik epidemiologi yang berbeda dengan wilayah perkotaan maupun pegunungan. Kecamatan Rilau Ale memiliki kombinasi kawasan pedesaan dan semiurban dengan variasi jenis kontainer, pola penyimpanan air, serta konektivitas antarpermukiman yang lebih tinggi dibandingkan wilayah pegunungan. Dalam kondisi tersebut, keberhasilan pengendalian dengue lebih banyak ditentukan oleh kemampuan rumah tangga mengelola habitat vektor dibandingkan hanya meningkatkan pengetahuan masyarakat. Pengetahuan yang baik tidak selalu diikuti oleh praktik yang konsisten apabila pengelolaan lingkungan rumah tangga belum menjadi kebiasaan.

Pola spasial pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi cenderung mengikuti jaringan jalan dan koridor permukiman (transitional corridor risk). Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa penyebaran risiko berkaitan dengan keterhubungan antarpermukiman sehingga intervensi kesehatan masyarakat tidak cukup difokuskan pada rumah tangga yang telah

mengalami infeksi, tetapi perlu mencakup lingkungan di sepanjang koridor permukiman yang memiliki karakteristik risiko serupa.

Berbeda dengan dua wilayah lainnya, dataran tinggi memperlihatkan bahwa hampir seluruh determinan perilaku mempunyai hubungan yang kuat dengan status antigen NS1. Temuan ini menunjukkan bahwa ketika dengue mulai berkembang pada wilayah dengan elevasi lebih tinggi, perilaku rumah tangga menjadi faktor yang sangat menentukan dalam pembentukan risiko infeksi. Masyarakat dataran tinggi kemungkinan belum memiliki pengalaman panjang menghadapi dengue sehingga persepsi risikonya masih rendah. Akibatnya, praktik pencegahan belum berkembang menjadi kebiasaan yang dilakukan secara rutin.

Pola tersebut didukung oleh Gambar 4.4, yang memperlihatkan terbentuknya beberapa kelompok rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi pada wilayah tertentu (highland micro-foci risk). Berbeda dengan dataran rendah yang menunjukkan pola menyebar, pada dataran tinggi risiko tampak lebih terkonsentrasi pada mikrohabitat tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan kontainer produktif, kebiasaan penyimpanan air, dan praktik pencegahan rumah tangga memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap terbentuknya fokus penularan lokal.

Perbedaan pola tersebut sejalan dengan penelitian **Istiqamah et al. (2020)** yang menunjukkan bahwa elevasi dan kepadatan penduduk memengaruhi distribusi kejadian DBD di Kota Kendari (Istiqamah et al., 2020). Penelitian tersebut menegaskan bahwa karakteristik wilayah memengaruhi dinamika penularan dengue sehingga strategi pengendalian tidak dapat diseragamkan. Penelitian Arsin et al. (2020) juga menunjukkan bahwa kejadian dengue dipengaruhi oleh interaksi faktor iklim, mobilitas, dan kondisi wilayah (Arsin et al., 2020). Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini bahwa variasi hubungan perilaku menurut gradien ketinggian mencerminkan adanya interaksi antara perilaku manusia dan karakteristik lingkungan, bukan pengaruh tunggal dari salah satu faktor.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh Colón-González et al. (2021) dan Messina et al. (2019) yang menjelaskan bahwa perubahan iklim, urbanisasi, dan perubahan penggunaan lahan menyebabkan distribusi geografis dengue semakin meluas ke wilayah yang sebelumnya tidak dianggap berisiko tinggi (Colón-González et al., 2021; Messina, Brady, Golding, Kraemer, Wint, Ray, Pigott, Shearer, Johnson, Earl, et al., 2019). Dalam kondisi tersebut, variasi perilaku masyarakat

menurut karakteristik wilayah menjadi semakin penting untuk dipertimbangkan dalam penyusunan strategi pengendalian.

Implikasi praktis dari temuan ini adalah bahwa program promosi kesehatan dengue tidak lagi tepat apabila menggunakan pendekatan yang seragam pada seluruh wilayah. Materi edukasi, metode penyuluhan, indikator keberhasilan, maupun prioritas intervensi perlu disesuaikan dengan karakteristik epidemiologi masing-masing gradien ketinggian. Pada dataran rendah, prioritas diarahkan pada pemeliharaan perilaku dan peningkatan kepatuhan terhadap 3M Plus. Pada dataran sedang, intervensi perlu difokuskan pada penguatan pengelolaan kontainer dan pemantauan wilayah transisi permukiman. Sementara itu, pada dataran tinggi, program perlu menitikberatkan pada peningkatan persepsi risiko, penguatan pencegahan primer, dan deteksi dini terbentuknya mikrofokus penularan.

Temuan ini merupakan salah satu kebaruan utama penelitian, karena menunjukkan bahwa determinan promosi kesehatan tidak bekerja secara homogen pada seluruh gradien ketinggian. Integrasi antara analisis perilaku, pemeriksaan antigen NS1 sebagai indikator infeksi akut, dan analisis spasial menghasilkan bukti bahwa strategi pengendalian dengue perlu dikembangkan berdasarkan karakteristik ekologis wilayah. Pendekatan tersebut memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan program promosi kesehatan yang lebih presisi sehingga sumber daya pengendalian dapat diarahkan pada determinan yang paling dominan pada setiap zona ketinggian, bukan menggunakan model intervensi yang sama untuk seluruh wilayah.

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengetahuan masyarakat tentang dengue, perilaku pencegahan dengue, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan berhubungan dengan status antigen NS1 dengue sebagai indikator infeksi dengue akut pada rumah tangga di Provinsi Sulawesi Selatan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengetahuan masyarakat tentang dengue berhubungan dengan status antigen NS1. Masyarakat dengan pengetahuan kurang memiliki kemungkinan lebih besar mengalami status NS1 teridentifikasi dibandingkan masyarakat dengan pengetahuan baik.
2. Pencegahan primer berhubungan dengan status antigen NS1 pada analisis bivariat, tetapi tidak lagi bermakna setelah dikontrol bersama variabel lainnya dalam analisis multivariat.
3. Penggunaan 3M Plus berhubungan dengan status antigen NS1 dan merupakan faktor paling dominan. Praktik 3M Plus yang kurang meningkatkan kemungkinan status NS1 teridentifikasi.

4. Penyuluhan kesehatan berhubungan dengan status antigen NS1. Masyarakat yang tidak pernah memperoleh penyuluhan kesehatan memiliki kemungkinan lebih besar mengalami status NS1 teridentifikasi dibandingkan masyarakat yang pernah memperoleh penyuluhan.
5. Hubungan pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan dengan status antigen NS1 berbeda menurut gradien ketinggian. Pada dataran tinggi, pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan berhubungan dengan status antigen NS1. Pada dataran sedang, hubungan bermakna ditemukan pada penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan. Pada dataran rendah, pengetahuan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan berhubungan dengan status antigen NS1.

Daftar Pustaka

Arfan, I., Sulistyorini, L., Sulistyowati, M., Rizky, A., & Elias, S. M. (2025). Prevention and control of dengue and Aedes mosquitoes in South and Southeast Asia: Interventions, challenges, and future recommendations. *Dialogues in Health*, *7*, 100253. https://doi.org/10.1016/J.DIALOG.2025.100253

Arfan, I., Sulistyorini, L., Sulistyowati, M., Syahrul, F., Junaidi, H., & Rizky, A. (2024). Benefits and barriers of community participation in dengue control: A systematic review. *African Journal of Reproductive Health* , *28*(10), 482–498. https://doi.org/10.29063/AJRH2024/V28I10S.49

Arsin, A. A., Istiqamah, S. N. A., Elisafitri, R., & Nurdin. (2020). Correlational study of climate factor, mobility and the incidence of dengue Hemorrhagic Fever in Kendari, Indonesia. *Enfermería Clínica*, *30*, 280–284. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.06.064

Asish, P. R., Dasgupta, S., Rachel, G., Bagepally, B. S., & Girish Kumar, C. P. (2023). Global prevalence of asymptomatic dengue infections - a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases*, *134*, 292–298. https://doi.org/10.1016/j.ijid.2023.07.010

Banik, R., Islam, M. S., Mubarak, M., Rahman, M., Gesesew, H. A., Ward, P. R., & Sikder, M. T. (2023). Public knowledge, belief, and preventive practices regarding dengue: Findings from a community-based survey in rural Bangladesh. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *17*(12), e0011778. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0011778

CDC. (2025, August 26). *Clinical Testing Guidance for Dengue | Dengue | CDC*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/dengue/hcp/diagnosis-testing/index.html

Chng, J. W. Q., Parvathi, T., & Pang, J. (2022). Knowledge, attitudes and practices of dengue prevention between dengue sustained hotspots and non-sustained hotspots in Singapore: a cross-sectional study. *Scientific Reports 2022 12:1*, *12*(1), 18426-. https://doi.org/10.1038/s41598-022-22776-y

Colón-González, F. J., Gibb, R., Khan, K., Watts, A., Lowe, R., & Brady, O. J. (2023). Projecting the future incidence and burden of dengue in Southeast Asia. *Nature Communications 2023 14:1*, *14*(1), 5439-. https://doi.org/10.1038/s41467-023-41017-y

Colón-González, F. J., Sewe, M. O., Tompkins, A. M., Sjödin, H., Casallas, A., Rocklöv, J., Caminade, C., & Lowe, R. (2021). Projecting The Risk Of Mosquito-

Borne Diseases In A Warmer And More Populated World: A Multi-Model, Multi-Scenario Intercomparison Modelling Study. *The Lancet Planetary Health*, *5*(7), e404–e414.

Dayananda, P. D., Silva, B. G. D. N. K. de, Dayananda, P. D., & Silva, B. G. D. N. K. de. (2023). *Asymptomatic Dengue and Silent Transmission*. https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.109791

Erwin, A. S. N., Noor, N. N., Wahiddudin, Arsin, A. A., Ishak, H., & Junus, A. J. (2024). Risk Factors Dengue Fever in an Endemic Area in Sikka, Indonesia; A Case-Control Study. *National Journal of Community Medicine*, *15*(08), 676–684. https://doi.org/10.55489/NJCM.150820244213

Green, L. W., & Kreuter, M. (2005). *Health Program Planning: An Educational and Ecological Approach* (4th ed.). McGraw-Hill. https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1091767

Heriawati, D., Umami, S. S., Supardan, D., & Suhirman. (2020). *Distribution of Aedes albopictus Mosquitoes in Indonesia*. 194–199. https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.200220.035

Hossain, M. I., Alam, N. E., Akter, S., Suriea, U., Aktar, S., Shifat, S. K., Islam, M. M., Aziz, I., Islam, M. M., Islam, M. S., & Mohiuddin, A. K. M. (2021). Knowledge, awareness and preventive practices of dengue outbreak in Bangladesh: A countrywide study. *PLOS ONE*, *16*(6), e0252852. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0252852

Ishak, H., Aisyah, A. S., Mallongi, A., & Astuti, R. D. P. (2020). Risk factors and fogging effectiveness of dengue hemorrhagic fever incidence in the Pontap Public Health Center area in Palopo City, Indonesia. *Enfermería Clínica*, *30*, 294–297. https://doi.org/10.1016/J.ENFCLI.2019.10.087

Islam, S., Haque, C. E., Hossain, S., & Hanesiak, J. (2021). Climate Variability, Dengue Vector Abundance and Dengue Fever Cases in Dhaka, Bangladesh: A Time-Series Study. *Atmosphere*, *12*(7), 905. https://doi.org/10.3390/atmos12070905

Istiqamah, S. N. A., Arsin, A. A., Salmah, A. U., & Mallongi, A. (2020). Correlation Study Between Elevation, Population Density, And Dengue Hemorrhagic Fever In Kendari City In 2014–2018. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *8*(T2), 63–66.

Kemenkes RI. (2024). *Waspada Penyakit di Musim Hujan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. https://kemkes.go.id/id/waspada-penyakit-di-musim-hujan

Kim, J., Jang, J., Kim, B., & Lee, K. H. (2022). Effect of the PRECEDE-PROCEED model on health programs: a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews 2022 11:1*, *11*(1), 213-. https://doi.org/10.1186/S13643-022-02092-2

Kumaran, E., Doum, D., Keo, V., Sokha, L., Sam, B. L., Chan, V., Alexander, N., Bradley, J., Liverani, M., Prasetyo, D. B., Rachmat, A., Lopes, S., Hii, J., Rithea, L., Shafique, M., & Hustedt, J. (2018). Dengue knowledge, attitudes and practices and their impact on community-based vector control in rural Cambodia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *12*(2), e0006268. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0006268

Liu, L. T., Chen, P. C., Lin, C. H., Huang, S. Y., Chen, C. H., Tsai, C. Y., Lin, P. C., Yang, C. Y., & Tsai, J. J. (2025). Performance comparison of two dengue NS1 rapid diagnostic tests against RT-PCR: Sensitivity and specificity across infections and timeframes. *Journal of Infection and Public Health*, *18*(11), 102919. https://doi.org/10.1016/J.JIPH.2025.102919

Liu-Helmersson, J., Stenlund, H., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2014). Vectorial

Capacity of Aedes aegypti: Effects of Temperature and Implications for Global Dengue Epidemic Potential. *PLoS ONE*, *9*(3), e89783. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0089783

Lusno, M. F. D., Haksama, S., Yudhastuti, R., Zubaidah, S., Mamun, A. Al, Tarawally, A., Farid, M. R. H., & Nugroho, H. S. W. (2024). The need for active and integrated involvement of the community and health professionals in the prevention and control of dengue hemorrhagic fever in Indonesia. *The Pan African Medical Journal*, *47*. https://doi.org/10.11604/PAMJ.2024.47.185.43298

Messina, J. P., Brady, O. J., Golding, N., Kraemer, M. U. G., Wint, G. R. W., Ray, S. E., Pigott, D. M., Shearer, F. M., Johnson, K., & Earl, L. (2019). The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*, *4*(9), 1508–1515. https://doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8

Messina, J. P., Brady, O. J., Golding, N., Kraemer, M. U. G., Wint, G. R. W., Ray, S. E., Pigott, D. M., Shearer, F. M., Johnson, K., Earl, L., Marczak, L. B., Shirude, S., Davis Weaver, N., Gilbert, M., Velayudhan, R., Jones, P., Jaenisch, T., Scott, T. W., Reiner, R. C., & Hay, S. I. (2019). The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology 2019 4:9*, *4*(9), 1508–1515. https://doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8

Mindra Jaya, I. G. N., Andriyana, Y., & Tantular, B. (2020). Elevation as a proxy for dengue disease transmission in Indonesia. *Communications in Mathematical Biology and Neuroscience*, *2020*, 1–16. https://doi.org/10.28919/CMBN/5061

Montenegro-Quiñonez, C. A., Louis, V. R., Horstick, O., Velayudhan, R., Dambach, P., & Runge-Ranzinger, S. (2023). Interventions against Aedes/dengue at the household level: a systematic review and meta-analysis. *EBioMedicine*, *93*, 104660. https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104660

Montenegro-Quinonez, C. A., Louis, V. R., Horstick, O., Velayudhan, R., Dambach, P., Runge-Ranzinger, S., Aung, S. H., Kyaw, A. M. M., Jittamala, P., Lawpoolsri, S., Soonthornworasiri, N., Sriwichai, P., & Phuanukoonnon, S. (2023). Efficacy Of Household Aedes Larval Control Practices In A Peri-Urban Township, Yangon, Myanmar: Implication For Entomological Surveillance. *Heliyon*, *9*(7), 104660. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18083

Nasir, M., Irfan, J., Asif, A. B., Khan, Q. U., & Anwar, H. (2024). Complexities of Dengue Fever: Pathogenesis, Clinical Features and Management Strategies. *Discoveries*, *12*(2), e189. https://doi.org/10.15190/D.2024.8

Natsir, N., Arsin, A. A., Ishak, H., Alimuddin, I., Masni, M., Massi, M. N., & Mallongi, A. (2024). Transmission of Four Serotypes of Dengue Virus in Several Asian Countries Literature Review. *Pharmacognosy Journal*, *15*(6s), 1244–1249. https://doi.org/10.5530/pj.2023.15.225

Pillay, K., Keddie, S. H., Fitchett, E., Akinde, C., Bärenbold, O., Bradley, J., Falconer, J., Keogh, R. H., Lim, Z. N., Nezafat Maldonado, B., Maynard-Smith, L., Sugrue, E., Taylor, O., Hopkins, H., & Dubot-Pérès, A. (2025). Evaluating the performance of common reference laboratory tests for acute dengue diagnosis: a systematic review and meta-analysis of RT-PCR, NS1 ELISA, and IgM ELISA. *The Lancet Microbe*, *6*(7), 101088. https://doi.org/10.1016/j.lanmic.2025.101088

Rakhmani, A. N., & Zuhriyah, L. (2024). Knowledge, Attitudes, and Practices Regarding Dengue Prevention Among Health Volunteers in an Urban Area – Malang, Indonesia. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, *57*(2), 176–184. https://doi.org/10.3961/JPMPH.23.484

Salam, I., Arsin, A. A., Wahyu, A., Birawida, A. B., Syam, A., Mallongi, A., Palutturi,

S., Agushybana, F., Aisyah, A., & Yani, A. (2021). Modeling Dynamic System for Prediction of Dengue Hemorrhagic Fever in Maros District. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *9*(E), 901–905.

Selvarajoo, S., Liew, J. W. K., Tan, W., Lim, X. Y., Refai, W. F., Zaki, R. A., Sethi, N., Wan Sulaiman, W. Y., Lim, Y. A. L., & Vadivelu, J. (2020). Knowledge, Attitude And Practice On Dengue Prevention And Dengue Seroprevalence in a Dengue Hotspot in Malaysia: A Cross-Sectional Study. *Scientific Reports*, *10*(1), 9534.

Shafique, M., Mukhtar, M., Areesantichai, C., & Perngparn, U. (2022). Effectiveness of positive deviance, an asset-based behavior change approach, to improve knowledge, attitudes, and practices regarding dengue in low-income communities (Slums) of Islamabad, Pakistan: a mixed-method study. *Insects*, *13*(1), 71. https://doi.org/10.3390/insects13010071

Sulistyawati, S., Astuti, F. D., Umniyati, S. R., Satoto, T. B. T., Lazuardi, L., Nilsson, M., Rocklov, J., Andersson, C., & Holmner, Å. (2019). Dengue Vector Control through Community Empowerment: Lessons Learned from a Community-Based Study in Yogyakarta, Indonesia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(6), 1013. https://doi.org/10.3390/IJERPH16061013

Susser, M., & Susser, E. (1996). Choosing a future for epidemiology: II. From black box to Chinese boxes and eco-epidemiology. *American Journal of Public Health*, *86*(5), 674. https://doi.org/10.2105/AJPH.86.5.674

Wahid, I., Ishak, H., Hafid, A., Fajri, M., Sidjal, S., Nurdin, A., Azikin, N. T., Sudirman, R., Hasan, H., & Yusuf, M. (2019). Integrated Vector Management With Additional Pre-Transmission Season Thermal Fogging Is Associated With A Reduction In Dengue Incidence In Makassar, Indonesia: Results of an 8-year Observational Study. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *13*(8), e0007606.

Wahid, I., Sasmono, R. T., Trimarsanto, H., Yohan, B., Wahyuni, S., Hertanto, M., Yusuf, I., Mubin, H., Ganda, I. J., & Latief, R. (2015). Genomic Analysis And Growth Characteristic Of Dengue Viruses From Makassar, Indonesia. *Infection, Genetics and Evolution*, *32*, 165–177.

WHO. (2016, March 14). *Entomological surveillance for Aedes spp. in the context of Zika virus: interim guidance for entomologists*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-ZIKV-VC-16.2

WHO. (2023). *Dengue And Severe Dengue*.

WHO. (2024). *Dengue: Global situation, surveillance and progress – 2024 update*. World Health Organization.

WHO. (2025a). *Dengue and Severe Dengue*. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue

WHO. (2025b, April 25). *Laboratory testing for dengue virus: interim guidance, April 2025*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/B09394

Zhang, S.-X., Yang, G.-B., Zhang, R.-J., Zheng, J.-X., Yang, J., Lv, S., Duan, L., Tian, L.-G., Chen, M.-X., & Liu, Q. (2024). Global, Regional, and National Burden Of Dengue, 1990–2021: Findings From The Global Burden of Disease Study 2021. *Decoding Infection and Transmission*, *2*, 100021.

Zhang, W. X., Zhao, T. Y., Wang, C. C., He, Y., Lu, H. Z., Zhang, H. T., Wang, L. M., Zhang, M., Li, C. X., & Deng, S. Q. (2025). Assessing the global dengue burden: Incidence, mortality, and disability trends over three decades. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *19*(3), e0012932. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0012932

BAB V
PEMBAHASAN UMUM

Penelitian ini mengintegrasikan faktor iklim, pola temporal kejadian dengue, lingkungan mikro rumah tangga, karakteristik tempat perkembangbiakan *Aedes*, indikator entomologi, status infeksi dengue akut berbasis antigen NS1, perilaku pencegahan masyarakat, dan distribusi spasial pada tiga gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. Pendekatan ini memberikan gambaran epidemiologi dengue yang lebih komprehensif karena tidak menempatkan curah hujan, vektor, kondisi lingkungan, dan perilaku masyarakat sebagai determinan yang berdiri sendiri. Dalam paradigma *eco-epidemiology*, kejadian penyakit dipahami sebagai hasil interaksi determinan biologis, lingkungan, sosial, dan perilaku yang bekerja pada beberapa tingkatan organisasi, mulai dari individu, rumah tangga, komunitas, hingga lingkungan wilayah (Susser & Susser, 1996). Pendekatan tersebut relevan dengan dengue karena proses transmisinya melibatkan interaksi antara virus, manusia, vektor *Aedes*, kondisi iklim, ketersediaan habitat, mobilitas penduduk, dan perilaku pencegahan masyarakat (Salam et al., 2021; WHO, 2023).

Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis distribusi dan determinan kejadian dengue berbasis pemeriksaan antigen NS1 melalui integrasi faktor iklim, lingkungan mikro rumah tangga, perilaku pencegahan, dan gradien ketinggian wilayah. Penggunaan antigen NS1 memberikan dasar biologis yang lebih objektif untuk mengidentifikasi infeksi dengue akut dibandingkan hanya menggunakan riwayat demam, diagnosis klinis, atau laporan subjektif responden. Antigen NS1 terutama dapat dideteksi pada fase awal penyakit dan telah digunakan sebagai salah satu penanda laboratorium dalam diagnosis infeksi dengue akut (Liu-Helmersson et al., 2014; Pillay et al., 2025; WHO, 2025), 2025b). Dalam penelitian ini, seluruh rumah tangga indeks ditetapkan berdasarkan keberadaan pasien dengan antigen NS1 positif, sedangkan hasil IgM dan IgG digunakan sebagai informasi laboratorium pendukung. Pendekatan tersebut konsisten dengan metode Bab IV yang menetapkan NS1 sebagai indikator utama infeksi akut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengue ditemukan pada seluruh gradien ketinggian, tetapi karakteristik epidemiologinya tidak seragam. Perbedaan tersebut terlihat pada hubungan curah hujan dengan kejadian dengue, pola musiman kasus, karakter habitat perkembangbiakan *Aedes*, tingkat kepadatan jentik, distribusi rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi, serta determinan perilaku yang berhubungan dengan infeksi akut. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa ketinggian bukan penyebab langsung dengue dan tidak dapat diperlakukan sebagai faktor protektif yang berdiri sendiri. Ketinggian lebih tepat dipahami sebagai konteks ekologis yang memengaruhi suhu, kelembapan, kepadatan permukiman, pola penggunaan dan penyimpanan air, mobilitas penduduk, serta kesesuaian habitat bagi perkembangan vektor. Kapasitas vektorial *Aedes aegypti* sangat dipengaruhi oleh suhu karena suhu memengaruhi

laju perkembangan nyamuk, frekuensi menggigit, kelangsungan hidup, dan periode inkubasi ekstrinsik virus (Liu-Helmersson et al., 2014). Sejumlah penelitian di Indonesia juga menunjukkan bahwa hubungan antara elevasi dan kejadian dengue bersifat kontekstual serta berinteraksi dengan kepadatan penduduk dan kondisi lingkungan wilayah (Heriawati et al., 2020; Istiqamah et al., 2020; Mindra Jaya et al., 2020).

Pada dataran tinggi, hasil penelitian mencerminkan pola Highland Micro-Foci Risk, yaitu risiko infeksi dengue yang terkonsentrasi pada kelompok rumah tangga atau mikrohabitat tertentu. Dataran tinggi tidak memiliki kepadatan habitat dan indeks entomologi setinggi dataran rendah, tetapi memiliki proporsi rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi yang paling tinggi serta hubungan yang lebih kuat antara keberadaan jentik dan status NS1. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa transmisi dengue di dataran tinggi dapat dipertahankan oleh mikrohabitat lokal yang sesuai, meskipun kondisi suhu regional secara umum lebih rendah. Perubahan suhu, adaptasi vektor, aktivitas manusia, serta tersedianya kontainer buatan memungkinkan *Aedes* bertahan pada wilayah yang sebelumnya dianggap kurang sesuai untuk transmisi dengue (Colón-González et al., 2023; Liu-Helmersson et al., 2014; Messina et al., 2019).

Karakter habitat pada dataran tinggi terutama berkaitan dengan tempat minum hewan, wadah semi-alami, barang bekas, serta kontainer yang terbuka atau tidak tertutup rapat. Habitat tersebut tidak selalu tersebar merata, tetapi dapat terkonsentrasi di sekitar rumah atau kelompok permukiman tertentu sehingga membentuk fokus lokal perkembangbiakan vektor. Oleh karena itu, rendahnya jumlah kontainer secara keseluruhan tidak selalu menunjukkan rendahnya risiko penularan. Risiko lebih ditentukan oleh produktivitas kontainer, kedekatan habitat dengan manusia, keberlanjutan keberadaan air, dan kemampuan habitat tersebut menghasilkan nyamuk dewasa. WHO menegaskan bahwa surveilans entomologi tidak hanya perlu mencatat jumlah kontainer, tetapi juga memperhatikan distribusi, jenis, dan produktivitas habitat perkembangbiakan *Aedes* di dalam dan sekitar rumah (WHO, 2016).

Pola temporal pada dataran tinggi juga menunjukkan bahwa curah hujan tidak selalu meningkatkan kasus dengue secara langsung. Hubungan negatif pada *lag* tiga bulan di Tana Toraja mengindikasikan bahwa curah hujan tinggi dapat berinteraksi dengan faktor ekologis lain, termasuk suhu yang lebih rendah, ketidakstabilan kontainer, dan kemungkinan terjadinya *flushing* pada habitat tertentu. Hujan yang terlalu deras dapat meluapkan atau menghilangkan larva dari wadah terbuka, sehingga hubungan antara hujan dan kepadatan vektor tidak selalu berbentuk linier (Mercier et al., 2022). Dengan demikian, dinamika dengue pada dataran tinggi lebih tepat dijelaskan melalui kombinasi antara kondisi mikroklimat, keberadaan habitat lokal, perilaku rumah tangga, dan mobilitas manusia daripada hanya berdasarkan jumlah curah hujan.

Dari aspek perilaku, dataran tinggi menunjukkan hubungan yang kuat pada hampir seluruh determinan yang diteliti, terutama pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Temuan ini menunjukkan bahwa perilaku rumah tangga memiliki peranan penting pada wilayah yang sebelumnya belum selalu dipersepsikan sebagai daerah berisiko dengue. Rendahnya pengalaman masyarakat menghadapi dengue dapat memengaruhi persepsi kerentanan, kewaspadaan terhadap tempat perkembangbiakan nyamuk, serta konsistensi penerapan tindakan pencegahan. Oleh karena itu, penyuluhan pada dataran tinggi tidak hanya bertujuan meningkatkan pengetahuan, tetapi juga membangun persepsi bahwa wilayah pegunungan tetap memiliki potensi penularan apabila terdapat manusia terinfeksi, vektor yang kompeten, dan habitat yang mendukung. Hasil Bab IV juga menunjukkan bahwa penyuluhan perlu diarahkan untuk meningkatkan persepsi risiko masyarakat dataran tinggi terhadap perubahan epidemiologi dengue.

Pada dataran sedang, hasil penelitian mencerminkan pola Transitional Corridor Risk, yaitu risiko yang berkembang pada wilayah transisi antara karakter pedesaan dan semiurban serta mengikuti koridor permukiman dan aktivitas masyarakat. Hubungan antara curah hujan dan kejadian dengue di Kabupaten Bulukumba tidak bermakna pada seluruh periode *lag* yang dianalisis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa curah hujan bukan determinan utama yang mampu menjelaskan variasi kasus secara mandiri. Kondisi topografi yang heterogen, pola penyimpanan air rumah tangga, kepadatan permukiman yang tidak seragam, mobilitas lokal, serta keberadaan habitat buatan kemungkinan memiliki peranan yang lebih besar dalam mempertahankan penularan.

Breeding habitat pada dataran sedang terutama berkaitan dengan kontainer penyimpanan air, seperti ember, baskom, bak, dan tandon berukuran kecil. Penggunaan kontainer tersebut berhubungan dengan kebutuhan domestik rumah tangga dan memungkinkan tersedianya air dalam periode yang lebih panjang, baik ketika hujan maupun pada periode tanpa hujan. Hal ini menjelaskan mengapa hubungan statistik antara curah hujan dan kejadian dengue tidak bermakna: habitat vektor tidak sepenuhnya bergantung pada genangan air yang dihasilkan oleh hujan, tetapi juga terbentuk melalui perilaku penyimpanan air oleh masyarakat. Hubungan antara iklim dan penyakit tular vektor perlu ditafsirkan bersama faktor sosial serta perilaku manusia karena penyimpanan air dan perubahan lingkungan buatan dapat menyediakan habitat yang relatif independen dari curah hujan.

Pola spasial yang mengikuti koridor permukiman menunjukkan bahwa penyebaran risiko pada dataran sedang berkaitan dengan konektivitas antarrumah, jalur transportasi lokal, pusat aktivitas masyarakat, dan mobilitas penduduk. Rumah tangga yang terletak pada koridor yang sama dapat memiliki kondisi lingkungan dan pola perilaku yang relatif serupa, sehingga memungkinkan terjadinya kesinambungan habitat dan kontak antara vektor dengan manusia.

Meskipun kemampuan terbang *Aedes aegypti* relatif terbatas, mobilitas manusia dapat menghubungkan wilayah tempat tinggal dengan lokasi aktivitas lain dan berkontribusi terhadap penyebaran virus antarlokasi. Oleh karena itu, distribusi kasus tidak hanya ditentukan oleh kondisi rumah pasien, tetapi juga oleh jaringan pergerakan manusia dan hubungan ekologis antarpermukiman.

Pada dataran sedang, penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan menjadi determinan perilaku yang paling menonjol. Temuan tersebut konsisten dengan dominasi kontainer penyimpanan air yang memerlukan pengurasan, penutupan, dan pemeriksaan rutin. Penggunaan 3M Plus merupakan bentuk perilaku operasional yang langsung menargetkan tempat perkembangbiakan vektor sehingga memiliki kedekatan mekanistik dengan risiko infeksi dengue. Program penyuluhan pada wilayah ini perlu diarahkan pada pengelolaan kontainer di kawasan transisi permukiman, bukan hanya menyampaikan pengetahuan umum mengenai dengue. Analisis Bab IV juga memperlihatkan bahwa pada dataran sedang, penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan menunjukkan hubungan yang lebih kuat dibandingkan determinan perilaku lainnya.

Pada dataran rendah, penelitian menunjukkan pola Urban Diffuse Risk, yaitu risiko yang tersebar luas dalam lingkungan perkotaan. Wilayah dataran rendah memiliki House Index, Container Index, dan Breteau Index yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya, menunjukkan tingginya kepadatan rumah serta kontainer yang mendukung perkembangbiakan *Aedes*. Lingkungan perkotaan menyediakan berbagai habitat buatan yang berasal dari aktivitas domestik, kepadatan bangunan, pengelolaan sampah, penggunaan wadah air, dan barang-barang yang dapat menampung air. Kondisi tersebut membuat distribusi vektor lebih luas dan tidak terbatas pada beberapa rumah tangga tertentu.

Breeding habitat pada dataran rendah terutama terdiri atas kontainer nonpenyimpanan air dan wadah buatan, seperti pot atau vas bunga, penampungan air dispenser, wadah kecil, serta barang bekas di dalam maupun di luar rumah. Banyaknya jenis kontainer menunjukkan bahwa pengendalian tidak cukup dilakukan hanya dengan menguras bak mandi atau menutup tempat penampungan air utama. Pemeriksaan harus mencakup kontainer kecil dan tersembunyi yang sering tidak dianggap sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk. WHO (2016) menjelaskan bahwa surveilans dan pengendalian *Aedes* perlu mencakup pemeriksaan seluruh wadah berisi air di dalam dan sekitar rumah karena kontainer berukuran kecil tetap dapat berkontribusi terhadap produksi vektor (WHO, 2016).

Hubungan positif antara curah hujan dan kejadian dengue pada *lag* dua sampai tiga bulan di Makassar menunjukkan adanya efek tertunda dari perubahan iklim terhadap peningkatan risiko penyakit. Jeda waktu tersebut secara biologis dapat menggambarkan rangkaian proses mulai dari terisinya kontainer oleh air hujan, perkembangan telur menjadi larva dan nyamuk dewasa, peningkatan

kontak nyamuk dengan manusia, periode inkubasi ekstrinsik virus pada tubuh nyamuk, periode inkubasi intrinsik pada manusia, hingga kasus dikenali dan dilaporkan. Hubungan curah hujan dan dengue memang tidak selalu terjadi pada bulan yang sama karena dampak iklim berlangsung melalui proses biologis dan epidemiologis yang membutuhkan waktu (Hopp & Foley, 2001; Liu-Helmersson et al., 2014).

Meskipun demikian, banyaknya kontainer buatan memungkinkan populasi *Aedes* bertahan di luar musim hujan. Oleh karena itu, hujan pada dataran rendah lebih tepat dipahami sebagai faktor yang memperluas dan meningkatkan produktivitas habitat yang telah tersedia, bukan sebagai satu-satunya faktor pembentuk habitat. Kepadatan penduduk dan tingginya mobilitas manusia juga meningkatkan peluang virus berpindah antara rumah tangga dan lingkungan aktivitas lainnya. Penelitian Wahid et al. (2019) di Makassar menunjukkan pentingnya pengendalian vektor yang dilakukan secara terpadu dan disesuaikan dengan periode sebelum peningkatan transmisi dengue (Wahid et al., 2019).

Dari aspek perilaku, hubungan yang paling menonjol di dataran rendah ditemukan pada pengetahuan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan. Masyarakat perkotaan mungkin lebih sering memperoleh informasi mengenai dengue, tetapi pengetahuan yang tersedia tidak selalu diterjemahkan menjadi praktik pencegahan yang konsisten. Kepadatan permukiman, tingginya mobilitas, serta banyaknya kontainer buatan menyebabkan kelalaian pada sebagian kecil habitat tetap dapat mempertahankan penularan. Oleh karena itu, tantangan program di dataran rendah bukan hanya memperkenalkan konsep dengue, tetapi mempertahankan perilaku pencegahan agar tetap rutin dan tidak mengalami kejenuhan pesan. Hasil Bab IV menegaskan bahwa dataran rendah memerlukan penguatan perilaku yang bersifat pemeliharaan, khususnya penerapan 3M Plus secara kolektif pada lingkungan padat.

Selain memperlihatkan perbedaan antardataran, hasil Topik I menunjukkan adanya fluktuasi musiman kejadian dengue yang berulang selama periode 2020–2024. Pola peningkatan dan penurunan kasus yang muncul kembali setiap tahun menunjukkan bahwa transmisi dengue memiliki komponen musiman, meskipun waktu puncak, besarnya peningkatan, serta hubungan dengan curah hujan berbeda antarwilayah. Pola musiman yang berulang tidak berarti bahwa kasus selalu mencapai puncak pada bulan yang sama atau langsung meningkat ketika curah hujan bertambah. Variasi tahunan dapat dipengaruhi oleh intensitas dan distribusi hujan, suhu, kelembapan, ketersediaan populasi rentan, kepadatan vektor, serotipe virus yang beredar, efektivitas pengendalian, mobilitas penduduk, serta keterlambatan pelaporan kasus.

Perbedaan hubungan curah hujan pada ketiga wilayah menunjukkan bahwa pola musiman dengue tidak dapat dijelaskan menggunakan satu model yang sama. Pada dataran tinggi, curah hujan menunjukkan hubungan negatif pada *lag* tiga bulan; pada dataran sedang tidak ditemukan hubungan yang

bermakna; sedangkan pada dataran rendah ditemukan hubungan positif pada *lag* dua hingga tiga bulan. Variasi tersebut mendukung konsep bahwa iklim berperan sebagai determinan kontekstual yang efeknya dimodifikasi oleh karakter lingkungan, jenis kontainer, suhu, kepadatan permukiman, dan perilaku masyarakat. Dengan demikian, sistem kewaspadaan dini dengue seharusnya tidak hanya menggunakan jumlah curah hujan saat ini, tetapi juga mempertimbangkan pola musiman lokal, efek tertunda, indikator entomologi, karakter habitat, dan riwayat peningkatan kasus pada setiap wilayah.

Temuan perilaku juga memperlihatkan bahwa strategi intervensi tidak dapat diseragamkan pada ketiga gradien ketinggian. Pada dataran tinggi, prioritas intervensi adalah meningkatkan persepsi risiko, memperkuat pencegahan primer, dan mengendalikan mikrohabitat di sekitar kelompok rumah tangga berisiko. Pada dataran sedang, prioritas diarahkan pada pengelolaan kontainer penyimpanan air dan penguatan 3M Plus sepanjang koridor permukiman. Pada dataran rendah, program perlu mempertahankan konsistensi tindakan 3M Plus secara kolektif, memperluas pemeriksaan terhadap kontainer nonpenyimpanan air, dan melakukan intervensi lingkungan di sekitar rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi. Variasi determinan perilaku menurut ketinggian tersebut telah terlihat pada analisis stratifikasi Bab IV: seluruh determinan lebih menonjol di dataran tinggi, 3M Plus dan penyuluhan di dataran sedang, serta pengetahuan, 3M Plus, dan penyuluhan di dataran rendah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian memperlihatkan bahwa distribusi dengue di Provinsi Sulawesi Selatan terbentuk melalui interaksi temporal, ekologis, biologis, perilaku, dan spasial. Dataran tinggi dicirikan oleh fokus penularan lokal dengan keterkaitan kuat antara mikrohabitat, perilaku, jentik, dan status NS1; dataran sedang menunjukkan risiko transisi yang mengikuti koridor permukiman dan didominasi oleh kontainer penyimpanan air; sedangkan dataran rendah menunjukkan risiko perkotaan yang tersebar luas dengan beban entomologi tinggi serta pengaruh curah hujan yang muncul setelah jeda waktu. Temuan tersebut mendukung paradigma *eco-epidemiology* bahwa satu determinan tidak dapat menjelaskan keseluruhan distribusi penyakit dan bahwa intervensi harus diarahkan pada kombinasi determinan yang bekerja pada masing-masing konteks wilayah (Susser & Susser, 1996)

Dengan demikian, strategi pengendalian dengue perlu bergeser dari pendekatan seragam dan reaktif menuju pendekatan berbasis risiko wilayah. Surveilans perlu mengintegrasikan pola musiman dan curah hujan, indikator entomologi, status antigen NS1, karakteristik breeding habitat, perilaku pencegahan, penyuluhan kesehatan, dan informasi spasial. Pelibatan masyarakat tetap menjadi komponen utama karena pengendalian habitat *Aedes* sangat bergantung pada tindakan rumah tangga yang dilakukan secara rutin dan berkelanjutan (Kumaran et al., 2018; Sulistyawati et al., 2019; Lusno et al., 2024). Namun, materi, sasaran, dan strategi intervensinya harus disesuaikan dengan

karakter Highland Micro-Foci Risk, Transitional Corridor Risk, dan Urban Diffuse Risk yang ditemukan dalam penelitian ini.

Sebagai pengantar menuju pembahasan yang lebih spesifik, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa variasi distribusi dengue antargradien ketinggian tidak dapat dilepaskan dari dinamika temporal kejadian penyakit. Pola kenaikan dan penurunan kasus yang berulang dari tahun ke tahun memperlihatkan adanya komponen musiman, tetapi hubungan antara curah hujan dan kejadian dengue tidak menunjukkan pola yang sama pada dataran tinggi, sedang, dan rendah. Perbedaan tersebut menegaskan bahwa pengaruh curah hujan bekerja melalui mekanisme ekologis dan biologis yang dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, ketersediaan breeding habitat, perkembangan vektor, perilaku penyimpanan air, serta mobilitas penduduk. Oleh karena itu, pembahasan selanjutnya diarahkan pada sintesis pola musiman dan hubungan curah hujan dengan kejadian dengue pada masing-masing gradien ketinggian untuk menjelaskan mengapa pengaruh iklim dapat bersifat negatif di dataran tinggi, tidak bermakna di dataran sedang, dan positif dengan jeda waktu tertentu di dataran rendah.

5.1 Sintesis Pola Musiman dan Hubungan Curah Hujan dengan Kejadian Dengue pada Berbagai Gradien Ketinggian

Hasil Topik I memperlihatkan bahwa kejadian DBD di Kota Makassar, Kabupaten Bulukumba, dan Kabupaten Tana Toraja selama 2020–2024 menunjukkan pola peningkatan dan penurunan yang berulang, meskipun bulan puncak dan besar kasus berubah menurut wilayah dan tahun. Pola berulang tersebut mencerminkan adanya komponen musiman dalam transmisi dengue, tetapi tidak menunjukkan bahwa peningkatan kasus selalu terjadi bersamaan dengan tingginya curah hujan. Pada beberapa periode, kasus meningkat setelah musim hujan berlangsung, sedangkan pada periode lainnya kasus tetap ditemukan ketika curah hujan menurun. Dengan demikian, musim hujan berperan sebagai konteks ekologis yang dapat menciptakan kondisi sesuai bagi vektor, tetapi curah hujan bulanan bukan indikator tunggal yang secara langsung menentukan waktu terjadinya kasus. Hasil ini sesuai dengan karakter data penelitian yang menunjukkan bahwa ketiga wilayah memiliki pola curah hujan musiman, sementara waktu puncak DBD berbeda antarwilayah dan antartahun.

Secara teoretis, hubungan curah hujan dengan dengue berlangsung melalui suatu rantai proses biologis dan epidemiologis. Air hujan terlebih dahulu mengisi kontainer dan membentuk habitat akuatik, kemudian telur *Aedes* menetas dan berkembang melalui stadium larva dan pupa hingga menjadi nyamuk dewasa. Nyamuk dewasa selanjutnya harus menggigit manusia dalam fase viremia, virus menjalani masa inkubasi ekstrinsik di dalam tubuh nyamuk, dan nyamuk infektif menularkan virus kepada manusia lain. Setelah masa inkubasi intrinsik, gejala muncul, pasien mencari

pelayanan kesehatan, dan kasus dicatat dalam sistem surveilans. Rangkaian tersebut menjelaskan mengapa pengaruh curah hujan terhadap kejadian dengue dapat muncul setelah jeda beberapa minggu hingga beberapa bulan.

Pada dataran tinggi di Tana Toraja, curah hujan relatif sering ditemukan sepanjang tahun, tetapi peningkatan curah hujan tidak diikuti peningkatan kasus secara konsisten. Hasil analisis menunjukkan kecenderungan hubungan negatif pada jeda waktu yang lebih panjang, khususnya pada *lag* tiga bulan. Pola tersebut dapat mencerminkan adanya ambang ekologis ketika curah hujan yang terlalu tinggi tidak lagi meningkatkan produktivitas habitat. Hujan deras dapat meluapkan kontainer terbuka, menghanyutkan larva, mengganggu kestabilan habitat, dan menurunkan keberhasilan perkembangan stadium akuatik. Pada saat yang sama, suhu dataran tinggi yang relatif lebih rendah dapat memperpanjang perkembangan larva dan masa inkubasi ekstrinsik virus. Dengan demikian, penularan di dataran tinggi lebih mungkin dipertahankan oleh mikrohabitat terlindung dan stabil di sekitar rumah daripada oleh jumlah curah hujan regional. Pola ini mendukung konsep Highland Micro-Foci Risk, yaitu risiko yang terkonsentrasi pada kelompok rumah tangga dengan kondisi mikro-lingkungan yang mendukung. Elevasi tidak memberikan perlindungan absolut karena pengaruh suhu regional dapat dimodifikasi oleh kondisi rumah, kontainer buatan, mobilitas penduduk, dan kemampuan *Aedes* beradaptasi terhadap perubahan lingkungan.

Pada dataran sedang di Bulukumba, hubungan curah hujan dengan kejadian DBD tidak bermakna pada *lag* 0–3 bulan. Temuan ini menunjukkan bahwa dinamika dengue di wilayah tersebut tidak dapat dijelaskan oleh perubahan curah hujan bulanan secara mandiri. Kabupaten Bulukumba memiliki kondisi topografi dan permukiman yang heterogen, sehingga curah hujan pada skala kabupaten belum tentu menggambarkan paparan lingkungan pada setiap desa atau rumah tangga. Selain itu, penggunaan ember, baskom, bak, dan wadah penyimpanan air rumah tangga memungkinkan habitat *Aedes* tetap tersedia ketika hujan berkurang. Kondisi tersebut mencerminkan Transitional Corridor Risk, yaitu risiko yang terbentuk melalui kombinasi karakter semiurban–pedesaan, penyimpanan air, konektivitas permukiman, dan mobilitas masyarakat. Pada wilayah ini, curah hujan dapat menambah jumlah air pada kontainer, tetapi keberlanjutan habitat lebih banyak ditentukan oleh cara masyarakat menyimpan dan mengelola air.

Pada dataran rendah di Makassar, hubungan positif yang muncul pada *lag* dua hingga tiga bulan menunjukkan bahwa curah hujan mempunyai efek tertunda terhadap peningkatan kasus. Hujan menambah jumlah kontainer berisi air pada lingkungan perkotaan yang telah memiliki banyak wadah buatan, kemudian meningkatkan peluang perkembangan larva dan

pertambahan populasi nyamuk dewasa. Setelah melalui perkembangan vektor, inkubasi virus, munculnya gejala, dan pelaporan, peningkatan kasus baru terlihat beberapa bulan kemudian. Meskipun demikian, keberadaan DBD di luar puncak musim hujan memperlihatkan bahwa transmisi tidak sepenuhnya bergantung pada hujan. Pot bunga, wadah dispenser, talang, barang bekas, serta penampungan air domestik dapat mempertahankan populasi *Aedes* sepanjang tahun. Karakter tersebut membentuk Urban Diffuse Risk, yaitu risiko yang tersebar luas pada permukiman padat dan diperkuat oleh mobilitas manusia. Oleh sebab itu, curah hujan di Makassar lebih tepat dipahami sebagai faktor penguat terhadap habitat yang telah tersedia, bukan sebagai penyebab tunggal terjadinya dengue.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu. Monintja et al. (2022) menemukan bahwa curah hujan dan jumlah hari hujan berhubungan dengan kejadian DBD di Manado, tetapi hubungan tersebut bergantung pada waktu dan kondisi lokal (Monintja et al., 2021). Salam et al. (2021) menunjukkan bahwa prediksi DBD di Kabupaten Maros memerlukan sistem dinamis yang mengintegrasikan berbagai determinan, bukan hanya satu unsur iklim (Salam et al., 2021). Istiqamah et al. (2020) menemukan bahwa hubungan elevasi, kepadatan penduduk, dan DBD di Kendari bersifat kontekstual, sehingga ketinggian perlu dibaca bersama karakter demografi (Istiqamah et al., 2020). Taslim et al. (2018) menemukan peredaran beberapa serotipe virus dengue di wilayah endemis Sulawesi Selatan; temuan tersebut menunjukkan bahwa fluktuasi kasus juga dapat dipengaruhi dinamika virus dan kerentanan populasi (Taslim et al., 2018). Ishak et al. (2018) mengidentifikasi variasi spasial-temporal DBD di Makassar (Ishak et al., 2019), sedangkan Ishak et al. (2019) menunjukkan bahwa kepadatan larva di Rappocini berkaitan dengan pelaksanaan pemberantasan sarang nyamuk (Ainun Handoko et al., 2024). Penelitian tersebut memperkuat interpretasi bahwa pola musiman harus dibaca bersama kepadatan vektor, kondisi permukiman, dan tindakan pengendalian.

Kakrala, et al. (2019) menemukan adanya efek jeda variabel iklim terhadap beban dengue di India (Kakarla et al., 2019). Wangdi et al. (2018) melaporkan bahwa pola spasial-temporal dengue di Timor-Leste dipengaruhi musim, tetapi tidak seragam antarwilayah (Wangdi et al., 2018). Stolerman et al. (2019) menunjukkan bahwa kemampuan kondisi iklim dalam memprediksi dengue di Brasil berbeda menurut tempat dan periode (Stolerman et al., 2019). Xu et al. (2024) menemukan bahwa pengaruh faktor iklim terhadap dengue dalam pengamatan jangka panjang bersifat kompleks dan dapat berubah menurut skala waktu (Xu et al., 2024). Mamenun et al. (2024) juga memperlihatkan variasi korelasi iklim dan dengue antardaerah di Indonesia (Mamenun et al., 2024). Secara bersama-sama, penelitian tersebut menegaskan bahwa curah hujan dapat meningkatkan risiko pada kisaran tertentu, tetapi hujan yang terlalu rendah tidak menghasilkan habitat

baru, sedangkan hujan yang terlalu tinggi dapat merusak habitat melalui efek *flushing*. Hubungannya karena itu dapat berbentuk tertunda, nonlinier, dan spesifik wilayah.

Berdasarkan sintesis tersebut, pola musiman yang berulang dalam penelitian ini tidak boleh dimaknai sebagai pola yang identik setiap tahun. Pola tersebut menunjukkan bahwa terdapat periode peningkatan risiko yang kembali muncul, tetapi waktunya dimodifikasi oleh intensitas hujan, suhu, karakter kontainer, kepadatan vektor, mobilitas manusia, imunitas populasi, serotipe virus, dan kegiatan pengendalian. Sistem kewaspadaan dini dengue karenanya tidak cukup menggunakan curah hujan bulan berjalan. Pada dataran tinggi, surveilans perlu diarahkan pada mikrohabitat terlindung dan fokus rumah tangga berisiko; pada dataran sedang, pemantauan perlu memprioritaskan kontainer penyimpanan air serta koridor permukiman; sedangkan pada dataran rendah, data curah hujan *lag* dua sampai tiga bulan perlu diintegrasikan dengan indeks entomologi, pengamatan kontainer, dan tren kasus. Pendekatan yang dibedakan menurut dataran tersebut lebih sesuai dengan teori *eco-epidemiology*, karena memandang kejadian dengue sebagai hasil interaksi antara lingkungan makro, mikrohabitat rumah tangga, vektor, virus, dan manusia, bukan sebagai akibat langsung dari satu faktor iklim (Susser & Susser, 1996).

5.2 Sintesis Mikrohabitat, Tempat Perkembangbiakan *Aedes*, dan Indeks Entomologi pada Berbagai Gradien Ketinggian

Hasil Topik II menunjukkan bahwa mikrohabitat rumah tangga merupakan komponen ekologis yang lebih dekat dengan keberadaan vektor dibandingkan kondisi iklim pada skala wilayah. Dari 945 kontainer yang diperiksa pada 300 rumah tangga, ditemukan 352 kontainer positif jentik dan 200 rumah memiliki sedikitnya satu kontainer positif. Secara keseluruhan, nilai *Container Index* sebesar 37,2%, *House Index* sebesar 66,7%, dan *Breteau Index* sebesar 117,3. Angka tersebut menunjukkan bahwa habitat perkembangbiakan *Aedes* tersedia secara luas pada lingkungan rumah tangga, meskipun besarnya infestasi serta karakter kontainernya berbeda menurut ketinggian. Beban entomologi tertinggi ditemukan di dataran rendah dengan CI 52,2%, HI 84,0%, dan BI 154,0; diikuti dataran sedang dengan CI 29,1%, HI 61,0%, dan BI 109,0; serta dataran tinggi dengan CI 32,4%, HI 55,0%, dan BI 89,0. Dengan demikian, penurunan nilai HI dan BI seiring meningkatnya elevasi tidak menunjukkan hilangnya risiko, karena dataran tinggi tetap memiliki kontainer produktif dan lebih dari separuh rumah yang diperiksa ditemukan positif jentik.

Secara teoretis, *Aedes aegypti* merupakan *container breeder* yang perkembangan pradewasanya sangat bergantung pada wadah yang mampu mempertahankan air, menyediakan permukaan untuk peletakan telur, serta memungkinkan nyamuk betina mengakses bagian dalam kontainer. Telur

biasanya diletakkan pada dinding wadah sedikit di atas permukaan air dan dapat bertahan dalam kondisi kering selama beberapa bulan sebelum menetas ketika kembali terendam. Oleh karena itu, produktivitas suatu kontainer tidak hanya ditentukan oleh ada atau tidaknya air, tetapi juga oleh kestabilan volume air, frekuensi pengurasan, material dan tekstur dinding, paparan cahaya, suhu mikro, bahan organik, lokasi kontainer, serta kualitas penutupnya. Penutup hanya efektif apabila rapat dan benar-benar menghalangi akses nyamuk; wadah yang dikategorikan tertutup secara visual masih dapat menjadi habitat apabila memiliki celah, sering dibuka, atau tidak dibersihkan pada bagian dindingnya (CDC, 2024; Prasad et al., 2023). Hal ini menjelaskan mengapa kondisi penutup dalam penelitian ini tidak berhubungan secara statistik dengan keberadaan jentik pada ketiga dataran, sementara letak kontainer di dalam atau di luar rumah menunjukkan perbedaan yang nyata.

Pada dataran tinggi, habitat produktif cenderung terbentuk sebagai kantong mikro-lingkungan pada rumah tertentu. Jenis wadah yang menonjol meliputi tempat minum hewan, barang bekas, wadah semi-alami, serta kontainer pekarangan yang dapat mempertahankan air. Proporsi kontainer outdoor yang positif jentik mencapai 41,7%, lebih tinggi daripada kontainer indoor sebesar 20,2%. Temuan ini menunjukkan bahwa suhu regional yang lebih rendah tidak otomatis menghilangkan habitat *Aedes* apabila terdapat kontainer terlindung, dekat vegetasi, jarang dibersihkan, atau memperoleh paparan matahari yang cukup untuk membentuk suhu mikro yang sesuai. Dalam konteks Highland Micro-Foci Risk, risiko tidak harus tersebar merata pada seluruh wilayah; beberapa rumah dengan mikrohabitat produktif dapat menjadi fokus lokal yang mempertahankan populasi vektor. Karena itu, surveilans dataran tinggi perlu menelusuri seluruh pekarangan, kandang, tempat minum hewan, wadah semi-alami, dan barang yang menampung air hujan, bukan hanya bak mandi atau tempat penyimpanan air utama.

Pada dataran sedang, habitat *Aedes* terutama berkaitan dengan kontainer penyimpanan air rumah tangga, seperti ember, baskom, bak, dan tandon kecil. Proporsi kontainer outdoor positif jentik sebesar 44,0%, sedangkan kontainer indoor sebesar 16,9%. Pola tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan penyimpanan air dan penggunaan wadah domestik menjadi penghubung antara lingkungan rumah dan tersedianya habitat vektor. Kontainer yang digunakan berulang kali dapat mempertahankan air meskipun hujan menurun, sementara wadah di sekitar rumah menerima tambahan air dari hujan dan aktivitas rumah tangga. Karakter ini memperkuat pola Transitional Corridor Risk, karena rumah yang berada pada jalur permukiman yang sama cenderung memiliki praktik penyimpanan air dan kondisi peridomestik yang serupa. Intervensi karena itu harus menargetkan pengurasan dan penyikatan dinding kontainer, penutupan yang rapat,

pembalikan wadah yang tidak digunakan, serta pemeriksaan rumah secara berurutan sepanjang koridor permukiman.

Pada dataran rendah, tingginya CI, HI, dan BI menunjukkan bahwa lingkungan perkotaan menyediakan habitat yang lebih banyak, beragam, dan tersebar. Kontainer positif tidak hanya berasal dari tempat penyimpanan air, tetapi juga pot dan vas bunga, penampungan dispenser, wadah kecil, barang bekas, ember tidak terpakai, serta berbagai kontainer buatan di dalam dan sekitar rumah. Proporsi kontainer outdoor yang positif jentik mencapai 65,8%, sedangkan kontainer indoor sebesar 37,8%, dan keduanya lebih tinggi daripada proporsi pada dataran lainnya. Kepadatan bangunan, terbatasnya ruang terbuka, pengelolaan sampah, tingginya aktivitas domestik, serta akumulasi berbagai wadah buatan membentuk Urban Diffuse Risk, yaitu risiko ekologis yang menyebar dan tidak hanya terpusat pada rumah kasus. Oleh karena itu, pemeriksaan di dataran rendah harus mencakup satu blok permukiman dan seluruh kontainer kecil yang sering terabaikan, bukan hanya dilakukan secara reaktif pada rumah dengan kasus dengue.

Ishak et al. (2018) menunjukkan bahwa kejadian DBD di Makassar memiliki variasi spasial dan temporal yang berkaitan dengan karakteristik wilayah (Ishak et al., 2018), sedangkan Ishak et al. (2019) menemukan bahwa kepadatan larva *Aedes aegypti* di Kecamatan Rappocini berhubungan dengan pelaksanaan pemberantasan sarang nyamuk. (Ishak et al., 2019), Hasil tersebut konsisten dengan penelitian ini yang memperlihatkan tingginya indikator entomologi di dataran rendah serta dominasi kontainer positif jentik di luar rumah. Hubungan antara karakter kontainer dan keberadaan larva juga diperkuat oleh Ishak et al. (2020), yang menunjukkan bahwa jenis dan bahan kontainer berkaitan dengan kepadatan larva *Aedes aegypti* di Kabupaten Gowa dan Maros (Ishak, Fiawan, et al., 2020). Selain itu, Ichsan et al. (2023) melaporkan bahwa karakteristik habitat kontainer dan nilai *Container Index* dapat membedakan wilayah endemis dan nonendemis DBD di Kota Makassar (Ichsan et al., 2023). Temuan tersebut menunjukkan bahwa penilaian risiko tidak cukup hanya didasarkan pada jumlah kontainer, tetapi perlu memperhatikan jenis, material, penggunaan, letak, dan kemampuan kontainer mempertahankan air.

Hasil penelitian ini juga selaras dengan Herath et al. (2024), yang menemukan perbedaan preferensi habitat *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* pada kawasan urban, semiurban, dan pedesaan di Sri Lanka (Herath et al., 2024). Variasi tersebut menunjukkan bahwa karakter permukiman memengaruhi jenis kontainer yang paling produktif pada setiap wilayah. Seid et al. (2024) menjelaskan bahwa struktur permukiman, kondisi lingkungan mikro, dan karakter habitat larva berkontribusi terhadap kelimpahan vektor (Seid et al., 2024), sedangkan Montini dan Fischer (2024) menunjukkan bahwa kualitas air dan akumulasi bahan organik memengaruhi

pemilihan tempat bertelur serta keberhasilan perkembangan keturunan *Aedes* (Montini & Fischer, 2024). Garjito et al. (2020) selanjutnya mengingatkan bahwa indeks entomologi tidak selalu memiliki hubungan langsung dengan kasus dengue (Garjito et al., 2020), sehingga HI, CI, dan BI sebaiknya digunakan sebagai indikator infestasi serta dasar penentuan wilayah intervensi, bukan sebagai satu-satunya alat prediksi kejadian penyakit.

Berdasarkan sintesis tersebut, nilai indeks entomologi harus ditafsirkan bersama jenis, letak, dan produktivitas kontainer. HI menggambarkan luasnya infestasi pada tingkat rumah, CI menunjukkan proporsi wadah yang menjadi habitat larva, sedangkan BI memperlihatkan jumlah kontainer positif per 100 rumah. Ketiga indeks tersebut tidak secara langsung membuktikan bahwa transmisi virus terjadi di rumah yang sama, tetapi memberikan dasar untuk menentukan intensitas dan cakupan intervensi. Pada dataran tinggi, prioritas diarahkan pada surveilans mikrofokus; pada dataran sedang, intervensi dilakukan sepanjang koridor permukiman dan pada kontainer penyimpanan air; sedangkan pada dataran rendah diperlukan gerakan serentak berbasis blok untuk mengendalikan kontainer domestik dan peridomestik. Dengan demikian, mikrohabitat rumah tangga merupakan titik operasional terpenting yang menghubungkan kondisi ekologis wilayah dengan keberadaan vektor dan peluang paparan virus dengue.

5.3 Integrasi Bukti Entomologi dan Antigen NS1 dalam Surveilans Dengue pada Berbagai Gradien Ketinggian

Salah satu kekuatan penelitian ini adalah penggabungan indikator entomologi dengan pemeriksaan antigen NS1 pada tingkat rumah tangga. Indikator entomologi menggambarkan tersedianya habitat perkembangan *Aedes*, sedangkan antigen NS1 memberikan bukti biologis adanya infeksi dengue akut pada individu yang diperiksa. Dari 53 rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi, sebanyak 47 rumah tangga atau 88,7% memiliki sedikitnya satu kontainer positif jentik. Sebaliknya, pada 247 rumah tangga tanpa kasus NS1 teridentifikasi, sebanyak 153 rumah tangga atau 61,9% memiliki kontainer positif jentik. Perbedaan tersebut bermakna secara statistik dengan nilai $p<0,001$. Hasil ini menunjukkan bahwa lingkungan rumah tangga yang memiliki kasus dengue akut lebih sering disertai keberadaan habitat larva dibandingkan rumah tangga tanpa kasus teridentifikasi. Namun, hubungan tersebut harus ditafsirkan sebagai asosiasi epidemiologis, bukan sebagai bukti bahwa penularan pasti terjadi di rumah tersebut. Pemeriksaan jentik tidak mengidentifikasi status infeksi virus pada nyamuk dewasa, sedangkan seseorang dapat memperoleh infeksi di tempat kerja, sekolah, pasar, atau lokasi lain akibat mobilitas harian.

Secara teoretis, integrasi tersebut dapat dijelaskan melalui rantai penularan dengue yang mempertemukan agen, pejamu, vektor, dan lingkungan. Antigen NS1 merupakan glikoprotein nonstruktural virus dengue yang dilepaskan ke dalam sirkulasi darah selama fase akut dan umumnya dapat dideteksi sejak awal timbulnya demam. Oleh karena itu, hasil NS1 positif menunjukkan bahwa virus sedang atau baru saja bereplikasi dalam tubuh pasien pada fase akut, tetapi tidak menentukan lokasi geografis terjadinya gigitan infektif. Sementara itu, kontainer positif jentik merupakan indikator adanya lingkungan yang sesuai bagi perkembangan pradewasa *Aedes*. Pertemuan kedua indikator pada rumah tangga yang sama memperlihatkan kedekatan antara bukti infeksi akut pada manusia dan bukti ekologis habitat vektor, tetapi masih terdapat tahapan biologis yang tidak diukur, seperti kepadatan nyamuk dewasa, proporsi nyamuk yang terinfeksi virus, frekuensi menggigit, periode inkubasi ekstrinsik, dan mobilitas penduduk. Karena itu, CI, HI, dan BI tidak tepat digunakan sebagai ukuran langsung lokasi penularan ataupun prediktor tunggal kasus, melainkan sebagai indikator kewaspadaan lingkungan yang melengkapi data infeksi akut (Dana A. Focks, 2004; Garjito et al., 2020; WHO, 2016).

Pada dataran tinggi, hubungan antara kasus NS1 dan kontainer positif jentik menunjukkan pola yang paling jelas. Sebanyak 15 dari 18 rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi atau 83,3% memiliki kontainer positif jentik, dan hubungan tersebut bermakna secara statistik dengan p=0,009. Pada rumah tangga tanpa kasus NS1, proporsi yang memiliki kontainer positif jentik hanya 48,8%. Hasil ini mengindikasikan bahwa pada wilayah yang beban entomologinya secara keseluruhan lebih rendah, keberadaan habitat larva dapat terkonsentrasi di sekitar rumah tangga tertentu dan membentuk Highland Micro-Foci Risk. Makna epidemiologisnya bukan bahwa seluruh dataran tinggi telah memiliki risiko yang merata, melainkan terdapat mikrofokus tempat indikator infeksi akut dan habitat vektor muncul secara bersamaan. Kontainer pekarangan, tempat minum hewan, wadah semi-alami, dan barang bekas yang mampu mempertahankan air dapat menyediakan kondisi mikro yang lebih hangat dan stabil dibandingkan suhu wilayah secara umum. Dengan demikian, elevasi tidak menghilangkan risiko ketika mikrohabitat lokal, keberadaan manusia viremi, dan vektor yang kompeten bertemu pada ruang yang berdekatan.

Pada dataran sedang, seluruh enam rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi memiliki kontainer positif jentik. Walaupun proporsinya mencapai 100%, hubungan statistik belum mencapai kemaknaan dengan p=0,079. Hasil tersebut tidak tepat ditafsirkan sebagai tidak adanya hubungan karena jumlah kasus NS1 pada strata ini sangat kecil sehingga kekuatan uji terbatas. Secara epidemiologis, keberadaan jentik pada seluruh rumah tangga kasus tetap menunjukkan adanya basis ekologis yang dapat mendukung transmisi. Karakter wilayah transisi, penyimpanan air domestik,

serta hubungan antarpermukiman melalui jaringan jalan dan aktivitas penduduk mendukung pola Transitional Corridor Risk. Rumah dengan NS1 dan/atau jentik dapat diperlakukan sebagai titik kewaspadaan awal, terutama apabila berada pada jalur permukiman yang memiliki karakter kontainer dan mobilitas penduduk yang serupa.

Pada dataran rendah, sebanyak 26 dari 29 rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi atau 89,7% memiliki kontainer positif jentik. Akan tetapi, hubungan per strata tidak bermakna secara statistik dengan p=0,385 karena keberadaan jentik juga telah sangat tinggi pada rumah tangga tanpa kasus NS1, yaitu 81,7%. Kondisi ini menunjukkan adanya efek *ceiling*, yaitu paparan ekologis berupa kontainer positif telah tersebar begitu luas sehingga perbedaannya antara rumah kasus dan bukan kasus menjadi kecil. Makna utama dataran rendah bukan terletak pada konsentrasi jentik di rumah kasus, melainkan pada luasnya habitat vektor di seluruh lingkungan permukiman. Pola tersebut memperkuat konsep Urban Diffuse Risk, ketika risiko tidak terbatas pada satu rumah, tetapi tersebar di blok permukiman melalui kepadatan rumah, banyaknya kontainer buatan, dan tingginya mobilitas manusia. Oleh karena itu, respons yang hanya memeriksa rumah kasus berisiko melewatkan banyak rumah lain yang memiliki kondisi ekologis serupa.

Interpretasi tersebut sejalan dengan Ishak et al. (2018), yang menunjukkan adanya variasi spasial-temporal kejadian DBD di Makassar (Ishak et al., 2018), serta Ishak et al. (2019), yang menemukan bahwa kepadatan larva di Rappocini berkaitan dengan pelaksanaan pemberantasan sarang nyamuk (Ishak et al., 2019). Ishak et al. (2020) juga menunjukkan bahwa faktor risiko lingkungan tingkat komunitas tetap berperan meskipun fogging telah dilakukan (Ishak, Aisyah, et al., 2020), sementara Ichsan et al. (2023) menemukan bahwa karakteristik habitat kontainer dan CI masih relevan untuk membedakan wilayah endemis dan nonendemis di Makassar (Ichsan et al., 2023). Rachmawati et al. (2024) menegaskan perlunya menggabungkan informasi entomologi dengan deteksi virus agar peningkatan risiko dapat dikenali sebelum hanya bergantung pada lonjakan kasus klinis (Rachmawati et al., 2024). Garjito et al. (2020) memperlihatkan bahwa indeks Stegomyia tidak selalu berkorelasi langsung dengan kejadian dengue (Garjito et al., 2020). Secara bersama-sama, penelitian tersebut mendukung penggunaan indikator entomologi sebagai penanda ketersediaan habitat, tetapi menolak interpretasi bahwa tingginya indeks larva secara otomatis membuktikan tempat dan waktu transmisi.

Integrasi NS1 dan indikator entomologi memberikan dasar bagi surveilans dengue yang lebih responsif. Pada dataran tinggi, satu rumah dengan NS1 teridentifikasi dan kontainer positif jentik perlu diikuti pemeriksaan rumah sekitar untuk menemukan mikrofokus yang mungkin

belum terdeteksi. Pada dataran sedang, pemeriksaan diarahkan sepanjang koridor permukiman dan jalur aktivitas penduduk, terutama pada rumah dengan penyimpanan air. Pada dataran rendah, intervensi harus diperluas ke satu blok atau lingkungan karena tingginya infestasi jentik menunjukkan bahwa sumber risiko tidak hanya berada di rumah kasus. Buffer di sekitar rumah NS1 dapat digunakan sebagai zona prioritas investigasi lingkungan, tetapi tidak boleh disebut sebagai bukti lokasi pasti penularan. Dalam kerangka surveilans terpadu, rumah dengan NS1 positif dan jentik positif menjadi prioritas respons segera; rumah NS1 positif tanpa jentik tetap memerlukan penelusuran paparan dan pemeriksaan lingkungan sekitar; sedangkan rumah tanpa NS1 tetapi memiliki jentik merupakan titik pencegahan sebelum kasus muncul.

Dengan demikian, integrasi antigen NS1, pemeriksaan jentik, indeks entomologi, dan informasi lokasi rumah tangga menghasilkan pemahaman yang lebih lengkap dibandingkan penggunaan satu indikator secara terpisah. NS1 menjawab keberadaan infeksi akut pada manusia, survei jentik menjawab ketersediaan habitat vektor, dan pemetaan menjawab lokasi prioritas untuk investigasi serta intervensi. Ketiganya tidak secara individual membuktikan rantai penularan, tetapi ketika dibaca secara bersama-sama dapat memperkuat kewaspadaan dini, menentukan skala respons, dan mengarahkan pengendalian yang sesuai dengan karakter Highland Micro-Foci Risk, Transitional Corridor Risk, dan Urban Diffuse Risk.

5.4 Analisis Spasial Risiko Dengue Berdasarkan Gradien Ketinggian

Analisis spasial dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa distribusi rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi dan kontainer positif jentik tidak membentuk pola yang seragam pada dataran rendah, sedang, dan tinggi. Pemetaan dilakukan secara deskriptif-epidemiologis untuk memperlihatkan lokasi rumah tangga sampel, keberadaan jentik, status NS1, serta kedekatan relatif antarrumah. Pendekatan ini tidak dimaksudkan untuk membuktikan klaster penularan secara inferensial, tetapi untuk mengenali susunan geografis indikator infeksi akut dan habitat vektor sebagai dasar penentuan wilayah prioritas. Dalam epidemiologi spasial, lokasi merupakan bagian penting dari distribusi penyakit karena individu dan rumah tangga tidak berdiri sendiri, melainkan terhubung melalui lingkungan, kepadatan permukiman, jaringan jalan, mobilitas penduduk, dan distribusi habitat vektor (Lawson, 2013). Oleh karena itu, peta memberikan informasi yang tidak sepenuhnya terlihat dari tabel statistik, khususnya mengenai apakah risiko tersebar luas, mengikuti koridor tertentu, atau terkonsentrasi pada beberapa titik rumah tangga.

Pemilihan rumah sekitar dalam radius kurang lebih 100 meter dari rumah indeks didasarkan pada kedekatan ekologis antarrumah dan kisaran pergerakan lokal *Aedes aegypti* di lingkungan permukiman. Meskipun

demikian, buffer 100 meter harus dibaca sebagai zona prioritas investigasi lingkungan, bukan sebagai batas pasti lokasi penularan. Manusia dapat terinfeksi di luar rumah karena aktivitas di tempat kerja, sekolah, pasar, fasilitas pelayanan kesehatan, atau rumah kerabat. Selain itu, keberadaan larva hanya menunjukkan tersedianya habitat vektor dan tidak membuktikan bahwa nyamuk dewasa yang berasal dari kontainer tersebut membawa virus dengue. Dengan demikian, tumpang susun NS1, jentik, dan buffer digunakan untuk mengarahkan pemeriksaan kontainer, pencarian kasus, dan edukasi pada rumah sekitar, bukan untuk menyimpulkan arah maupun sumber transmisi secara pasti. Pendekatan tersebut sesuai dengan prinsip bahwa analisis spasial deskriptif dapat menghasilkan hipotesis dan menunjukkan wilayah prioritas, tetapi pembuktian klaster memerlukan analisis inferensial seperti autokorelasi spasial, *spatial scan statistics*, atau pemodelan spasial (Lawson, 2013).

Pada dataran tinggi, titik rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi dan kontainer positif jentik tidak tersebar merata, tetapi tampak pada sejumlah lokasi rumah tangga tertentu. Pola tersebut mendukung konsep Highland Micro-Foci Risk, yaitu risiko dengue yang muncul sebagai fokus-fokus kecil ketika kondisi mikro rumah tangga mampu mengatasi pembatas ekologis pada skala wilayah. Tempat minum hewan, ember, wadah pekarangan, barang bekas, kontainer semi-alami, serta lingkungan yang terlindung vegetasi dapat menciptakan suhu mikro dan kelembapan yang sesuai bagi perkembangan *Aedes*. Hubungan bermakna antara NS1 dan kontainer positif jentik pada dataran tinggi memperkuat pentingnya titik-titik tersebut sebagai sasaran surveilans, tetapi tidak berarti seluruh penularan berlangsung di dalam buffer rumah kasus. Secara programatik, satu rumah NS1 teridentifikasi perlu menjadi pintu masuk pemeriksaan rumah sekitar, terutama rumah yang memiliki karakter pekarangan dan kontainer serupa.

Pola tersebut sejalan dengan Istiqamah et al. (2020), yang menunjukkan bahwa hubungan antara elevasi, kepadatan penduduk, dan kejadian DBD perlu dipahami secara kontekstual, bukan dengan menganggap ketinggian sebagai faktor protektif mutlak (Istiqamah et al., 2020). Ishak, Mallongi, dan Birawida (2021) juga menemukan variasi spasial kepadatan *Aedes* dan tingkat endemisitas pada beberapa desa di Sulawesi Selatan (Ishak et al., 2021). Pada skala yang lebih luas, Messina et al. (2019) menjelaskan bahwa perubahan lingkungan, konektivitas, urbanisasi, dan kesesuaian habitat dapat memperluas distribusi vektor serta populasi yang berisiko (Messina et al., 2019). Hasil penelitian ini memperjelas bahwa perluasan risiko ke dataran tinggi tidak selalu berbentuk penyebaran luas, tetapi dapat berlangsung melalui mikrofokus yang terbentuk pada rumah tangga dengan habitat produktif dan konektivitas penduduk.

Pada dataran sedang, titik NS1 dan jentik tampak lebih terlokalisasi pada kantong permukiman serta jalur yang menghubungkan rumah, fasilitas umum, dan pusat aktivitas masyarakat. Pola ini membentuk Transitional Corridor Risk, yaitu risiko pada wilayah peralihan yang mengikuti konektivitas ruang dan aktivitas penduduk. Rilau Ale memiliki karakter permukiman dan topografi yang heterogen, sehingga kedekatan spasial lebih tepat dipahami melalui koridor aktivitas daripada hanya berdasarkan jarak lurus antarrumah. Rumah di sepanjang jalan yang sama dapat memiliki kesamaan pola penyimpanan air, akses pelayanan, interaksi sosial, serta mobilitas menuju sekolah, pasar, kebun, dan pusat kecamatan. Oleh karena itu, keberadaan rumah NS1 dan/atau jentik di satu bagian koridor harus mendorong pemeriksaan secara berurutan pada rumah-rumah sepanjang jalur tersebut, terutama yang menggunakan kontainer penyimpanan air domestik.

Interpretasi ini sejalan dengan temuan Haddawy et al. (2019), yang menunjukkan bahwa pemetaan rinci tempat perkembangbiakan dapat mengungkap heterogenitas habitat vektor pada skala lokal (Haddawy et al., 2019). Leandro et al. (2024) juga menemukan bahwa transmisi dengue dapat memiliki struktur spasial yang kuat pada skala lingkungan, sehingga dinamika lokal dapat berbeda meskipun berada dalam satu wilayah administrative (Leandro et al., 2024). Temuan tersebut menjelaskan mengapa data agregat kabupaten belum tentu menggambarkan distribusi risiko pada desa atau rumah tangga. Pada dataran sedang, pemetaan koridor menjadi penting karena risiko tidak seluas dataran rendah, tetapi juga tidak terbatas pada satu rumah. Intervensi perlu diarahkan pada kelompok rumah yang memiliki hubungan geografis dan sosial, bukan hanya pada titik kasus secara individual.

Pada dataran rendah, rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi dan kontainer positif jentik tersebar pada beberapa bagian permukiman serta tidak terkonsentrasi pada satu fokus sempit. Pola tersebut mendukung konsep Urban Diffuse Risk, yaitu risiko yang tersebar luas pada lingkungan perkotaan dengan kepadatan rumah, jaringan jalan, mobilitas penduduk, dan ketersediaan kontainer buatan yang tinggi. Tingginya HI dan BI di dataran rendah memperlihatkan bahwa banyak rumah memiliki habitat vektor, sehingga perbedaan spasial antara rumah kasus dan bukan kasus menjadi kurang tegas. Dalam kondisi seperti ini, rumah kasus hanya merupakan satu bagian dari lingkungan yang secara luas telah sesuai bagi *Aedes*. Oleh karena itu, pengendalian yang terbatas pada rumah kasus, fogging di satu titik, atau buffer yang terlalu sempit berpotensi mengabaikan sumber habitat pada blok permukiman lainnya.

Ishak et al. (2018) menunjukkan bahwa DBD di Makassar memiliki variasi spasial-temporal yang berkaitan dengan karakter wilayah (Ishak et al., 2018), sedangkan Thamrin et al. (2021) memperlihatkan nilai pendekatan

pemodelan spasial dalam menjelaskan variasi dengue di Kota Makassar (Thamrin et al., 2021). Ichsan et al. (2023) juga menemukan perbedaan karakter habitat dan *Container Index* antara wilayah endemis dan nonendemis (Ichsan et al., 2023). Secara global, Kolimenakis et al. (2021) menegaskan bahwa urbanisasi mendukung penyebaran *Aedes* melalui kepadatan penduduk, konektivitas, serta pembentukan habitat antropogenik (Kolimenakis et al., 2021). Keseluruhan hasil tersebut menjelaskan mengapa pola dataran rendah bersifat difus: infeksi akut dapat ditemukan pada lokasi berbeda karena habitat vektor dan pergerakan manusia telah membentuk jaringan risiko yang melampaui batas satu rumah.

Perbedaan ketiga pola tersebut menunjukkan bahwa jarak geografis memiliki makna yang berbeda menurut konteks wilayah. Pada dataran tinggi, kedekatan antarrumah membantu menemukan mikrofokus; pada dataran sedang, jaringan jalan dan koridor aktivitas lebih relevan daripada jarak lurus semata; sedangkan pada dataran rendah, tingginya kepadatan dan mobilitas membuat risiko menyebar pada skala blok atau lingkungan. Oleh sebab itu, buffer 100 meter tidak boleh diterapkan secara mekanis sebagai batas intervensi yang sama pada seluruh dataran. Buffer berfungsi sebagai titik awal investigasi, kemudian cakupannya perlu disesuaikan dengan kepadatan rumah, distribusi kontainer, pola jalan, mobilitas penduduk, dan temuan lapangan.

Implikasi kesehatan masyarakat dari analisis ini adalah perlunya transformasi peta dari sekadar produk visual menjadi instrumen operasional. Pada dataran tinggi, peta digunakan untuk menentukan rumah mikrofokus dan rumah di sekitarnya; pada dataran sedang, peta mengarahkan pemeriksaan sepanjang koridor permukiman dan pusat aktivitas; sedangkan pada dataran rendah, peta digunakan untuk menetapkan blok prioritas pemberantasan sarang nyamuk secara serentak. Titik NS1, rumah positif jentik, jenis kontainer dominan, dan indeks entomologi sebaiknya dimasukkan dalam sistem informasi geografis puskesmas serta diperbarui secara berkala. Dengan demikian, analisis spasial bukan dimaksudkan untuk menyatakan lokasi pasti seseorang tertular, tetapi untuk meningkatkan ketepatan penelusuran lingkungan, alokasi petugas, cakupan pemeriksaan rumah, dan intensitas promosi kesehatan berdasarkan pola risiko pada setiap gradien ketinggian.

5.5 Sintesis Determinan Perilaku dan Status Antigen NS1 pada Berbagai Gradien Ketinggian

Hasil Topik III menunjukkan bahwa status antigen NS1 dengue tidak hanya berkaitan dengan kondisi ekologis rumah tangga, tetapi juga dengan pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, pengalaman menerima penyuluhan kesehatan, dan zona ketinggian. Dari 300 responden rumah tangga, antigen NS1 teridentifikasi pada 53 responden atau 17,7%.

Analisis bivariat menunjukkan bahwa seluruh variabel perilaku dan ketinggian wilayah berhubungan dengan status NS1. Setelah variabel dianalisis secara bersama-sama, pengetahuan kurang, penggunaan 3M Plus kurang, dan tidak pernah menerima penyuluhan kesehatan tetap menunjukkan hubungan bermakna, sedangkan pencegahan primer berada pada batas kemaknaan statistik. Penggunaan 3M Plus kurang merupakan determinan yang paling dominan dengan AOR 14,29, diikuti tidak menerima penyuluhan kesehatan dengan AOR 9,26 dan pengetahuan kurang dengan AOR 6,13.

Hasil tersebut perlu ditafsirkan sebagai hubungan statistik pada desain potong lintang, bukan sebagai bukti bahwa perilaku tertentu secara langsung menyebabkan infeksi pada waktu dan tempat yang sama. Status NS1 menunjukkan adanya infeksi dengue akut, sedangkan variabel perilaku menggambarkan keadaan pengetahuan dan praktik rumah tangga pada saat pengumpulan data. Urutan waktu antara terbentuknya perilaku dan terjadinya infeksi tidak dapat dipastikan sepenuhnya. Meskipun demikian, konsistensi arah hubungan, besarnya AOR, dan kesesuaiannya dengan kondisi entomologi memberikan dasar epidemiologis bahwa perilaku rumah tangga merupakan komponen penting dalam pembentukan risiko dengue.

Dalam kerangka PRECEDE–PROCEED, pengetahuan dapat ditempatkan sebagai faktor predisposisi yang membentuk pemahaman mengenai penyebab, cara penularan, habitat nyamuk, tanda bahaya, dan tindakan pencegahan dengue. Penggunaan 3M Plus merupakan bentuk tindakan yang secara langsung memengaruhi ketersediaan habitat *Aedes*, sedangkan penyuluhan kesehatan berfungsi sebagai faktor penguat yang mempertahankan perhatian, motivasi, dan konsistensi tindakan masyarakat. Teori Green dan Kreuter menjelaskan bahwa pengetahuan saja tidak selalu cukup untuk menghasilkan perubahan perilaku apabila masyarakat tidak memiliki keterampilan, dukungan, sarana, pengawasan, dan penguatan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, hubungan pengetahuan dengan NS1 tidak boleh dimaknai bahwa informasi secara otomatis mencegah infeksi, melainkan bahwa pengetahuan menyediakan dasar kognitif bagi rumah tangga untuk mengenali risiko dan mengambil tindakan yang tepat.

Pengetahuan kurang berhubungan dengan peluang lebih besar ditemukannya status NS1 setelah dikontrol dengan variabel lainnya. Rumah tangga yang tidak memahami bahwa *Aedes* dapat berkembang pada wadah kecil, air yang tampak bersih, kontainer di luar rumah, tempat minum hewan, pot bunga, dispenser, dan barang bekas berpotensi memusatkan tindakan pencegahan hanya pada bak mandi atau saluran air yang kotor. Pemahaman yang tidak lengkap juga dapat menimbulkan anggapan bahwa dengue hanya terjadi pada musim hujan atau hanya menjadi masalah di dataran rendah. Pengetahuan yang baik diperlukan agar masyarakat memahami bahwa risiko dengue terbentuk dari interaksi antara virus, vektor, manusia, lingkungan

rumah, dan mobilitas penduduk. Namun, pengetahuan harus diterjemahkan menjadi tindakan rutin karena responden yang mengetahui 3M Plus belum tentu melaksanakannya dengan benar dan konsisten.

Penggunaan 3M Plus kurang menunjukkan hubungan paling kuat dengan status NS1. Besarnya AOR 14,29 tidak berarti setiap rumah tangga yang kurang melaksanakan 3M Plus pasti mengalami infeksi, tetapi menunjukkan bahwa peluang ditemukannya NS1 jauh lebih tinggi pada kelompok tersebut setelah dikontrol terhadap pengetahuan, pencegahan primer, penyuluhan, dan ketinggian. Secara biologis, hubungan ini masuk akal karena menguras dan menyikat kontainer, menutup wadah air secara rapat, serta mendaur ulang atau menyingkirkan barang yang dapat menampung air bekerja langsung pada habitat pradewasa *Aedes*. Komponen "Plus", seperti memantau jentik, memperbaiki talang, mengganti air tempat minum hewan, mengelola pot bunga, dan melindungi diri dari gigitan, memperluas pencegahan dari sekadar tiga tindakan dasar menjadi pengelolaan risiko rumah tangga secara menyeluruh.

Temuan ini sesuai dengan hasil Topik II yang memperlihatkan bahwa kontainer outdoor memiliki proporsi jentik lebih tinggi pada seluruh zona ketinggian. Artinya, 3M Plus tidak boleh hanya diarahkan pada kamar mandi dan tempat penyimpanan air utama. Tindakan harus mencakup pekarangan, sisi rumah, area kandang, pot tanaman, dispenser, wadah kecil, barang bekas, dan kontainer semi-alami. Hubungan antara 3M Plus dan NS1 dengan demikian memiliki jalur epidemiologis yang dapat dijelaskan: praktik yang tidak konsisten memungkinkan habitat tetap tersedia, habitat mempertahankan populasi vektor, dan populasi vektor meningkatkan peluang terjadinya kontak antara manusia dan nyamuk infektif. Akan tetapi, penelitian ini tidak mengukur seluruh tahapan tersebut secara longitudinal sehingga jalur tersebut merupakan penjelasan epidemiologis, bukan pembuktian kausal langsung.

Tidak menerima penyuluhan kesehatan juga tetap berhubungan dengan status NS1 setelah variabel lain dikendalikan. Penyuluhan tidak hanya berfungsi menyampaikan informasi, tetapi juga memperbarui persepsi risiko, mengoreksi praktik yang keliru, memberikan contoh pemeriksaan kontainer, dan mengingatkan masyarakat untuk melakukan 3M Plus secara berulang. Dalam kondisi dengue yang bersifat musiman dan berulang, perilaku pencegahan dapat menurun ketika kasus tidak terlihat atau musim hujan telah berakhir. Penyuluhan yang dilakukan secara berkelanjutan dapat berfungsi sebagai penguat agar tindakan tidak hanya dilakukan ketika terjadi kasus atau fogging. Temuan ini mendukung pandangan bahwa promosi kesehatan perlu bergeser dari penyampaian pesan satu arah menuju pembinaan rumah tangga, umpan balik hasil pemeriksaan jentik, pelibatan jumantik, dan tindak lanjut berbasis peta risiko.

Pada dataran rendah, pengetahuan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan merupakan faktor yang paling menonjol dalam kaitannya dengan status NS1. Wilayah perkotaan memiliki kepadatan penduduk, variasi kontainer, mobilitas tinggi, serta paparan informasi yang relatif lebih banyak. Namun, banyaknya informasi tidak selalu menjamin ketepatan praktik. Rumah tangga dapat mengetahui pesan 3M tetapi belum secara rutin memeriksa wadah kecil dan kontainer outdoor. Kondisi tersebut memperkuat Urban Diffuse Risk, karena perilaku yang kurang konsisten terjadi dalam lingkungan yang telah memiliki infestasi jentik tinggi. Intervensi tidak cukup hanya diberikan kepada rumah kasus, tetapi perlu dilakukan serentak pada tingkat blok permukiman melalui inspeksi lingkungan, komunikasi risiko, penguatan jumantik, dan umpan balik hasil pemeriksaan.

Pada dataran sedang, penggunaan 3M Plus dan penyuluhan kesehatan menjadi faktor yang lebih menonjol. Karakter wilayah transisi menyebabkan rumah tangga menghadapi kombinasi kebutuhan penyimpanan air, penyebaran permukiman, jaringan jalan, serta variasi akses terhadap informasi kesehatan. Pengetahuan dasar mungkin telah tersedia, tetapi penerapannya dapat terkendala oleh penggunaan kontainer yang harus tetap dipertahankan untuk kebutuhan domestik. Dalam kondisi seperti ini, pesan “menghilangkan semua wadah air” tidak realistis. Promosi kesehatan perlu menekankan cara menyimpan air secara aman, menutup kontainer dengan rapat, menguras dan menyikat sesuai jadwal, serta memeriksa rumah-rumah sepanjang koridor permukiman. Pola tersebut sesuai dengan Transitional Corridor Risk, yaitu risiko yang dipengaruhi hubungan antara praktik rumah tangga, jalur aktivitas masyarakat, dan distribusi habitat vektor.

Pada dataran tinggi, hampir seluruh determinan perilaku menunjukkan hubungan yang kuat dengan status NS1. Temuan tersebut penting karena wilayah tinggi sering dipersepsikan memiliki risiko dengue yang rendah sehingga pencegahan tidak selalu menjadi prioritas rumah tangga. Persepsi bahwa suhu sejuk dapat melindungi masyarakat berpotensi menurunkan kewaspadaan terhadap tempat minum hewan, wadah pekarangan, barang bekas, dan kontainer semi-alami. Ketika pengetahuan kurang, pencegahan primer tidak memadai, 3M Plus tidak dilakukan secara konsisten, dan penyuluhan terbatas, rumah tertentu dapat membentuk kondisi yang mendukung Highland Micro-Foci Risk. Oleh karena itu, promosi kesehatan di dataran tinggi harus secara khusus mengoreksi anggapan bahwa wilayah pegunungan bebas dengue serta mengarahkan masyarakat pada pemeriksaan mikrohabitat yang sesuai dengan kondisi lokal.

Pencegahan primer menunjukkan hubungan pada analisis awal, tetapi tidak lagi mencapai kemaknaan statistik setelah seluruh variabel dikontrol, dengan AOR 3,40 dan p=0,054. Hasil ini tidak berarti pencegahan

primer tidak penting. Kemungkinan terdapat tumpang tindih konseptual dengan penggunaan 3M Plus karena keduanya sama-sama mengukur tindakan pencegahan. Ketika dimasukkan secara bersamaan, pengaruh yang lebih spesifik dan lebih dekat dengan pengelolaan habitat dapat lebih banyak ditangkap oleh variabel 3M Plus. Nilai p yang berada sangat dekat dengan 0,05 juga menunjukkan bahwa hasil perlu dibaca bersama arah asosiasi dan interval kepercayaan, bukan hanya dikategorikan secara kaku sebagai “bermakna” atau “tidak bermakna”. Karena itu, pencegahan primer tetap relevan secara kesehatan masyarakat, tetapi tidak dapat dinyatakan sebagai determinan independen berdasarkan model akhir penelitian ini.

Ishak et al. (2019) menunjukkan bahwa kepadatan larva di Rappocini berkaitan dengan pelaksanaan pemberantasan sarang nyamuk (Ishak et al., 2019), sedangkan Ishak et al. (2020) memperlihatkan bahwa pengendalian melalui fogging tidak dapat menggantikan pengelolaan faktor risiko pada tingkat komunitas (Ishak, Aisyah, et al., 2020). Dwicahya et al. (2023) juga menegaskan perlunya pengendalian larva sebagai bagian penting dari pengendalian vektor (Dwicahya et al., 2023). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian ini karena penggunaan 3M Plus merupakan tindakan rumah tangga yang paling dekat dengan pemutusan habitat larva. Alqassim (2024) menjelaskan bahwa pengendalian penyakit tular vektor membutuhkan integrasi determinan sosial, perilaku, dan lingkungan (Alqassim, 2024).

Berdasarkan analisis bivariat menurut zona ketinggian, pada dataran tinggi variabel dengan hubungan terkuat terhadap status antigen NS1 adalah pencegahan primer Pada dataran sedang, hubungan terkuat berdasarkan OR yang dapat diestimasi ditemukan pada penggunaan 3M Plus Sementara itu, pada dataran rendah, hubungan terkuat ditemukan pada penyuluhan kesehatan. Secara keseluruhan, faktor perilaku bekerja sebagai penghubung antara pesan promosi kesehatan dan kondisi ekologis rumah tangga. Pengetahuan membentuk cara masyarakat memahami risiko; penyuluhan memperkuat dan memperbarui pesan; sedangkan 3M Plus menerjemahkan pemahaman tersebut menjadi tindakan yang memengaruhi habitat vektor. Perbedaan pola pada ketiga zona menunjukkan bahwa promosi kesehatan dengue tidak seharusnya diberikan dalam bentuk pesan yang sepenuhnya seragam. Dataran rendah membutuhkan mobilisasi berbasis blok, dataran sedang memerlukan pembinaan sepanjang koridor permukiman dan pengelolaan penyimpanan air, sedangkan dataran tinggi memerlukan peningkatan persepsi risiko serta pemeriksaan mikrofokus rumah tangga. Dengan demikian, promosi kesehatan berbasis gradien ketinggian menjadi bagian penting dari pengendalian dengue yang mengintegrasikan perilaku, mikrohabitat, jentik, NS1, dan karakter ruang.

5.6 Sintesis Epidemiologi Dengue Lintas Elevasi

Ketiga topik penelitian membentuk satu rangkaian epidemiologi yang saling melengkapi. Topik I menunjukkan bahwa curah hujan pada bulan yang sama tidak mempunyai hubungan yang bermakna dengan kejadian DBD di Makassar, Bulukumba, dan Tana Toraja. Namun, analisis lag memperlihatkan adanya asosiasi tertunda di Makassar, terutama pada lag dua hingga tiga bulan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa curah hujan dapat berfungsi sebagai pemicu atau sinyal ekologis pada wilayah tertentu, tetapi tidak cukup digunakan sebagai penjelas tunggal dinamika dengue. Topik II kemudian memperlihatkan bahwa mikrohabitat rumah tangga dan keberadaan jentik merupakan indikator ekologis yang lebih dekat dengan keberlangsungan vektor. Dari 945 kontainer yang diperiksa, 352 kontainer ditemukan positif jentik, dengan CI 37,2%, HI 66,7%, dan BI 117,3. Sebanyak 47 dari 53 rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi juga memiliki sedikitnya satu kontainer positif jentik. Topik III melengkapi hubungan tersebut dengan menunjukkan bahwa pengetahuan kurang, penggunaan 3M Plus kurang, dan tidak menerima penyuluhan kesehatan tetap berhubungan dengan status NS1 setelah dianalisis secara bersama-sama, dengan penggunaan 3M Plus sebagai determinan yang paling dominan.

Sintesis tersebut menunjukkan bahwa dengue di Sulawesi Selatan terbentuk melalui interaksi faktor pada beberapa tingkat. Pada tingkat makro, ketinggian, suhu, kelembapan, curah hujan, kepadatan wilayah, dan struktur permukiman membentuk konteks ekologis dasar. Pada tingkat lingkungan rumah tangga, konteks tersebut diterjemahkan menjadi risiko apabila tersedia kontainer yang mampu mempertahankan air dan mendukung perkembangan *Aedes*. Pada tingkat perilaku, pengetahuan, praktik 3M Plus, pengelolaan air, pemeriksaan jentik, dan keterpaparan penyuluhan menentukan apakah habitat tersebut dapat dikendalikan atau justru dipertahankan. Pada tingkat biologis, antigen NS1 menjadi indikator bahwa infeksi dengue akut telah terjadi pada manusia. Dengan demikian, curah hujan dan elevasi memberikan konteks; mikrohabitat menyediakan tempat perkembangan vektor; perilaku dapat memperkuat atau mengurangi habitat; sedangkan NS1 memberikan bukti biologis infeksi akut.

Hubungan tersebut sesuai dengan model agen–pejamu–lingkungan. Virus dengue merupakan agen penyakit, manusia berperan sebagai pejamu dan sumber virus bagi nyamuk selama fase viremia, sedangkan *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* menjadi vektor yang menghubungkan agen dengan pejamu rentan. Lingkungan fisik dan sosial menentukan kemungkinan pertemuan ketiga komponen tersebut. Dalam penelitian ini, ketinggian dan curah hujan tidak bekerja langsung menghasilkan infeksi, tetapi memengaruhi kondisi yang memungkinkan atau membatasi perkembangan vektor. Kontainer positif jentik menjadi bagian lingkungan yang secara proksimal berhubungan dengan keberadaan *Aedes*, sedangkan

perilaku rumah tangga menentukan pemeliharaan atau eliminasi kontainer produktif. Susser dan Susser (1996) melalui pendekatan eco-epidemiology menegaskan bahwa penyakit perlu dipahami sebagai hasil interaksi faktor yang bekerja pada berbagai tingkatan, bukan sebagai akibat satu paparan yang berdiri sendiri. Kerangka tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini karena pola dengue tidak dapat dijelaskan hanya melalui hujan, ketinggian, jentik, ataupun perilaku secara terpisah.

Curah hujan dapat menambah jumlah wadah berisi air, meningkatkan kelembapan, dan mendukung keberlangsungan nyamuk, tetapi efeknya bergantung pada kondisi lokal. Pengaruh iklim terhadap dengue dimediasi oleh suhu, kelembapan, perkembangan vektor, waktu inkubasi virus, serta ketersediaan habitat. Pada lingkungan perkotaan, wadah domestik dapat mempertahankan air tanpa bergantung sepenuhnya pada hujan. Pada wilayah transisi, pola penyimpanan air rumah tangga dapat memperpanjang keberadaan habitat antara musim hujan dan kemarau. Pada dataran tinggi, kontainer yang terlindung dan memperoleh kondisi mikro yang sesuai tetap dapat mendukung perkembangan vektor. Oleh karena itu, hasil hubungan curah hujan yang lemah tidak berarti iklim tidak berperan, tetapi menunjukkan bahwa pengaruhnya berlangsung secara tidak langsung, tertunda, dan dimodifikasi oleh lingkungan lokal.

Mikrohabitat rumah tangga menjadi penghubung penting antara kondisi iklim dan populasi vektor. Hujan hanya dapat meningkatkan risiko apabila air tertahan pada wadah yang dapat diakses nyamuk, sedangkan periode tanpa hujan tidak otomatis menghentikan perkembangan *Aedes* apabila rumah tangga tetap menyimpan air. Hal tersebut menjelaskan mengapa kontainer outdoor menunjukkan proporsi jentik lebih tinggi pada ketiga zona, tetapi kontainer indoor juga tetap memberikan kontribusi. Ishak et al. (2020) menunjukkan bahwa jenis dan material kontainer berkaitan dengan kepadatan larva di Gowa dan Maros (Ishak, Fiawan, et al., 2020). Ichsan et al. (2023) juga memperlihatkan bahwa karakteristik habitat kontainer dan CI masih relevan dalam membedakan wilayah endemis dan nonendemis di Makassar (Ichsan et al., 2023). Herath et al. (2024) menemukan bahwa preferensi habitat *Aedes* berbeda antara kawasan urban, semiurban, dan pedesaan (Herath et al., 2024). Keseluruhan temuan tersebut memperkuat bahwa produktivitas habitat ditentukan oleh hubungan antara jenis wadah, fungsi, lokasi, pengelolaan, dan karakter lingkungan, bukan hanya oleh jumlah hujan.

Perilaku kemudian memodifikasi hubungan antara mikrohabitat dan risiko infeksi. Rumah tangga mungkin tinggal di wilayah yang secara iklim sesuai bagi *Aedes*, tetapi risiko dapat dikurangi apabila seluruh wadah diperiksa, dikuras, disikat, ditutup rapat, atau disingkirkan secara konsisten. Sebaliknya, kondisi iklim yang relatif kurang mendukung tidak memberikan

perlindungan mutlak apabila rumah tangga membiarkan wadah produktif tetap tersedia. Penggunaan 3M Plus yang kurang sebagai determinan dominan menunjukkan bahwa tindakan yang bersentuhan langsung dengan habitat memiliki posisi strategis dalam rantai pengendalian. Pengetahuan dan penyuluhan berperan membentuk pemahaman serta penguatan, tetapi efektivitas akhirnya bergantung pada penerjemahan informasi menjadi praktik yang teratur. Dalam kerangka PRECEDE–PROCEED, pengetahuan merupakan faktor predisposisi, sarana dan kemampuan melakukan pengelolaan lingkungan merupakan faktor pemungkin, sedangkan penyuluhan, kader, dan umpan balik pemeriksaan jentik menjadi faktor penguat (Green & Kreuter, 2005).

Pada dataran rendah, keseluruhan komponen membentuk Urban Diffuse Risk. Beban entomologi merupakan yang tertinggi, kontainer produktif tersebar di dalam dan luar rumah, serta mobilitas penduduk memungkinkan paparan terjadi pada banyak lokasi. Curah hujan dapat memperbanyak kontainer outdoor, tetapi tingginya ketersediaan wadah domestik menyebabkan risiko tetap bertahan di luar periode hujan. Pengetahuan dan penyuluhan menjadi penting untuk memperluas pemahaman masyarakat mengenai kontainer kecil dan peridomestik, sedangkan 3M Plus harus dilakukan secara serentak agar sumber vektor tidak berpindah dari satu rumah ke rumah lain. Pada kondisi ini, rumah dengan NS1 teridentifikasi bukan satu-satunya sumber perhatian, karena banyak rumah di sekitarnya juga memiliki habitat yang sesuai.

Pada dataran sedang, interaksi faktor membentuk Transitional Corridor Risk. Curah hujan tidak menunjukkan hubungan langsung yang kuat dengan kasus, tetapi kontainer penyimpanan air rumah tangga tetap menyediakan habitat bagi *Aedes*. Risiko terdistribusi pada kantong permukiman dan jalur aktivitas penduduk yang menghubungkan rumah, sekolah, pasar, fasilitas pelayanan, dan pusat kecamatan. Praktik 3M Plus dan penyuluhan menjadi penting karena pengendalian harus disesuaikan dengan kebutuhan penyimpanan air yang tidak selalu dapat dihilangkan. Intervensi perlu menekankan pengurasan dan penyikatan yang terjadwal, penutup yang benar-benar rapat, serta pemeriksaan sepanjang koridor permukiman, bukan hanya di sekitar satu titik kasus.

Pada dataran tinggi, interaksi tersebut membentuk Highland Micro-Foci Risk. Ketinggian dapat membatasi perkembangan vektor pada skala wilayah, tetapi tidak menghilangkan risiko pada rumah tangga yang memiliki mikrohabitat sesuai. Kontainer pekarangan, tempat minum hewan, barang bekas, vegetasi, dan wadah semi-alami dapat menciptakan kondisi mikro yang mendukung *Aedes*. Apabila kondisi tersebut disertai pengetahuan rendah, praktik pencegahan yang kurang, dan keterbatasan penyuluhan, risiko dapat terkonsentrasi pada rumah atau kelompok rumah tertentu.

Keberadaan hubungan bermakna antara NS1 dan jentik pada dataran tinggi memperlihatkan pentingnya surveilans mikrofokus, tetapi tetap tidak membuktikan bahwa penularan berlangsung tepat di rumah tersebut karena mobilitas manusia tidak dapat diabaikan.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa ketinggian bukan variabel yang bekerja secara independen. Gradien ketinggian mencerminkan sejumlah perbedaan lain, seperti suhu, akses air, struktur permukiman, jenis pekerjaan, mobilitas, akses pelayanan kesehatan, praktik penyimpanan air, dan intensitas promosi kesehatan. Oleh karena itu, perbedaan antara dataran rendah, sedang, dan tinggi tidak boleh dipahami secara deterministik sebagai urutan risiko yang hanya disebabkan oleh elevasi. Ketinggian lebih tepat ditempatkan sebagai konteks ekologis yang memodifikasi hubungan antara iklim, mikrohabitat, perilaku, vektor, dan infeksi. Istiqamah et al. (2020) juga menunjukkan bahwa hubungan elevasi dengan kejadian dengue perlu dibaca bersama kepadatan penduduk dan kondisi lokal (Istiqamah et al., 2020).

Secara metodologis, sintesis ini diperkuat oleh penggunaan beberapa tingkat analisis. Data curah hujan dan kasus menilai hubungan pada skala kabupaten/kota dan waktu bulanan. Pemeriksaan 945 kontainer dan perhitungan indeks entomologi menilai kondisi pada tingkat kontainer dan rumah tangga. Pemeriksaan NS1 memberikan indikator biologis infeksi akut, sedangkan kuesioner perilaku menilai faktor yang dapat dimodifikasi melalui promosi kesehatan. Pemetaan spasial memperlihatkan konteks lokasi, kedekatan relatif, dan variasi pola risiko. Tidak satu pun analisis tersebut secara individual dapat menjelaskan seluruh proses penularan, tetapi integrasinya menghasilkan bukti yang lebih utuh mengenai bagaimana dengue terbentuk pada berbagai gradien ketinggian.

Sintesis penelitian ini karena itu menolak pendekatan pengendalian yang hanya berfokus pada satu komponen. Pengendalian berbasis curah hujan saja dapat terlambat atau tidak sesuai pada wilayah yang habitatnya dipertahankan oleh penyimpanan air. Pengendalian berbasis fogging saja hanya menargetkan nyamuk dewasa dalam waktu terbatas tanpa menghilangkan habitat larva. Pemeriksaan jentik tanpa menghubungkannya dengan kasus dan peta dapat menghasilkan data yang tidak digunakan secara operasional. Penyuluhan tanpa observasi langsung dan tindak lanjut juga berisiko berhenti pada peningkatan pengetahuan tanpa perubahan praktik. Pendekatan yang lebih tepat adalah menggabungkan peringatan iklim yang spesifik wilayah, surveilans jentik, pemeriksaan NS1, pemetaan rumah prioritas, pelaksanaan 3M Plus, dan penyuluhan yang memberikan umpan balik kepada masyarakat.

Dengan demikian, epidemiologi dengue lintas elevasi dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai proses bertingkat: faktor iklim dan ketinggian membentuk konteks dasar; lingkungan rumah tangga

menyediakan atau membatasi habitat; perilaku menentukan pengelolaan habitat; mobilitas menghubungkan individu dengan berbagai lokasi paparan; sedangkan infeksi akut teridentifikasi melalui antigen NS1. Perbedaan cara kerja komponen tersebut menghasilkan risiko menyebar pada dataran rendah, risiko berbasis koridor pada dataran sedang, dan risiko mikrofokus pada dataran tinggi. Sintesis ini menjadi dasar bagi penyusunan Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga serta pengembangan intervensi yang berbeda menurut karakter ekologis dan sosial setiap wilayah.

5.7 Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga

Sintesis ketiga topik penelitian menghasilkan Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga. Model ini menjelaskan bahwa risiko dengue pada dataran rendah, sedang, dan tinggi tidak ditentukan oleh satu faktor yang bekerja secara tunggal, tetapi terbentuk melalui interaksi antara konteks wilayah, kondisi iklim, mikrohabitat rumah tangga, keberadaan vektor, perilaku pencegahan, infeksi akut berbasis antigen NS1, dan distribusi spasial lokal. Gradien ketinggian ditempatkan sebagai kerangka ekologis yang membedakan kondisi dasar setiap wilayah, sedangkan mikrohabitat rumah tangga menjadi penghubung yang menerjemahkan kondisi wilayah menjadi habitat yang sesuai atau tidak sesuai bagi perkembangan *Aedes*.

Model ini tidak menempatkan elevasi sebagai penyebab langsung infeksi dengue. Dataran rendah, sedang, dan tinggi memang mempunyai perbedaan suhu, kelembapan, struktur permukiman, kepadatan penduduk, mobilitas, penggunaan lahan, pola penyediaan air, dan jenis kontainer. Akan tetapi, perbedaan tersebut baru memiliki makna epidemiologis apabila memengaruhi keberadaan habitat vektor dan peluang kontak antara manusia dengan nyamuk infektif. Perilaku rumah tangga selanjutnya menentukan apakah mikrohabitat berisiko tetap dipertahankan atau berhasil dikendalikan. Dengan demikian, ketinggian bekerja terutama melalui jalur tidak langsung yang dimediasi oleh lingkungan mikro dan dimodifikasi oleh perilaku masyarakat.

Dalam model ini, curah hujan dan gradien ketinggian ditempatkan sebagai faktor kontekstual atau distal. Curah hujan dapat mengisi kontainer outdoor, meningkatkan kelembapan, serta memengaruhi kelangsungan hidup nyamuk. Namun, pengaruh tersebut tidak selalu terjadi pada bulan yang sama dan tidak seragam pada seluruh wilayah. Temuan Topik I menunjukkan bahwa curah hujan bulan yang sama tidak berhubungan bermakna dengan kejadian DBD pada ketiga wilayah. Makassar memperlihatkan sinyal tertunda pada lag satu hingga tiga bulan, terutama lag dua, sedangkan Bulukumba tidak menunjukkan pola lag yang bermakna dan hasil Tana Toraja perlu ditafsirkan secara hati-hati. Hal tersebut menunjukkan

bahwa curah hujan lebih tepat digunakan sebagai salah satu sinyal kewaspadaan ekologis yang spesifik wilayah daripada sebagai prediktor tunggal kejadian dengue.

Mikrohabitat rumah tangga menempati posisi sebagai mediator ekologis utama. Kondisi iklim tidak langsung menghasilkan peningkatan vektor apabila tidak tersedia wadah yang dapat menampung air dan digunakan oleh nyamuk untuk meletakkan telur. Sebaliknya, perkembangan *Aedes* dapat tetap berlangsung pada musim dengan curah hujan rendah ketika masyarakat menyimpan air dalam ember, bak, drum, tempayan, atau wadah lainnya. Mikrohabitat tersebut mencakup tempat penyimpanan air, kontainer nonpenyimpanan, barang bekas, pot dan vas bunga, dispenser, tempat minum hewan, wadah penampung air hujan, serta kontainer alami atau semi-alami. Jenis, fungsi, letak, frekuensi penggunaan, dan pengelolaan kontainer menentukan peluang terbentuknya habitat produktif.

Keberadaan jentik merupakan bukti bahwa suatu kontainer telah digunakan sebagai habitat perkembangan pradewasa *Aedes*. Indikator tersebut berada lebih dekat dengan proses ekologis penularan dibandingkan curah hujan atau elevasi, tetapi tetap tidak dapat dianggap sebagai bukti langsung terjadinya transmisi. Jentik yang ditemukan belum tentu berkembang menjadi nyamuk dewasa infektif, sedangkan penelitian tidak mengukur status virus pada nyamuk dewasa. Oleh karena itu, CI, HI, dan BI dalam model ini berfungsi sebagai indikator tekanan entomologi dan kewaspadaan lingkungan, bukan sebagai ukuran langsung probabilitas seseorang terinfeksi.

Perilaku rumah tangga ditempatkan sebagai faktor pemodifikasi yang dapat diintervensi. Pengetahuan memengaruhi kemampuan keluarga mengenali jenis kontainer dan mekanisme penularan. Pencegahan primer menggambarkan tindakan umum untuk mengurangi kontak dengan vektor, sedangkan penggunaan 3M Plus berkaitan langsung dengan pengelolaan habitat. Penyuluhan kesehatan berfungsi sebagai faktor penguat yang memperbarui informasi, mengoreksi praktik yang keliru, dan mempertahankan konsistensi tindakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan 3M Plus kurang merupakan determinan yang paling dominan terhadap status NS1, sedangkan pengetahuan kurang dan tidak menerima penyuluhan juga tetap berhubungan setelah dikontrol bersama. Temuan ini menegaskan bahwa risiko ekologis pada rumah tangga masih dapat dimodifikasi melalui perubahan perilaku dan penguatan promosi kesehatan.

Antigen NS1 ditempatkan sebagai indikator biologis infeksi dengue akut. Posisi NS1 menjadi penting karena model tidak hanya didasarkan pada laporan kasus klinis atau riwayat demam, tetapi menghubungkan kondisi

lingkungan dan perilaku dengan bukti infeksi akut. Sebanyak 47 dari 53 rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi atau 88,7% memiliki sedikitnya satu kontainer positif jentik. Kombinasi NS1 teridentifikasi dan jentik positif menunjukkan rumah tangga yang memerlukan prioritas investigasi, tetapi tidak membuktikan bahwa individu tersebut tertular tepat di rumahnya. Mobilitas manusia, lokasi aktivitas harian, dan paparan di luar rumah tetap harus diperhitungkan.

Dimensi spasial melengkapi model dengan memperlihatkan bahwa komponen risiko tidak tersebar secara seragam. Peta status NS1, rumah positif jentik, jenis kontainer, indeks entomologi, dan perilaku membantu menunjukkan apakah risiko tersebar luas, mengikuti jalur permukiman, atau terkonsentrasi pada rumah tertentu. Analisis spasial dalam penelitian ini bersifat deskriptif-epidemiologis. Oleh karena itu, buffer sekitar rumah NS1 diposisikan sebagai zona prioritas pemeriksaan lingkungan dan edukasi, bukan sebagai bukti batas transmisi. Integrasi lokasi memungkinkan program mengubah data penelitian menjadi sasaran intervensi yang lebih operasional.

5.8 Pengembangan Model Konseptual Risiko Dengue Berdasarkan Gradien Ketinggian

Model konseptual risiko dengue berdasarkan gradien ketinggian dikembangkan melalui sintesis temuan empiris dari tiga topik penelitian. Topik I menghasilkan informasi mengenai pola temporal kejadian DBD, hubungan curah hujan pada lag 0–3 bulan, dan distribusi spasial jumlah kasus serta angka insidensi. Topik II menghasilkan informasi mengenai karakteristik tempat perkembangbiakan *Aedes*, keberadaan jentik, indeks entomologi, hubungan status antigen NS1 dengan kontainer positif jentik, dan pola sebaran spasial pada tingkat rumah tangga. Topik III menghasilkan informasi mengenai hubungan pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan dengan status antigen NS1 secara keseluruhan dan menurut gradien ketinggian.

Pengembangan model dilakukan melalui pendekatan sintesis interpretatif. Pada tahap pertama, hasil utama dari setiap topik dikelompokkan ke dalam lima komponen, yaitu komponen temporal dan iklim, komponen lingkungan dan mikrohabitat, komponen entomologi, komponen infeksi akut berbasis antigen NS1, serta komponen perilaku dan promosi kesehatan. Pada tahap kedua, pola pada kelima komponen tersebut dibandingkan antara dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah. Pada tahap ketiga, karakter yang konsisten dan paling membedakan setiap zona digunakan untuk membentuk konfigurasi risiko wilayah. Pada tahap terakhir, setiap konfigurasi diberi nama konseptual yang mencerminkan lokasi, bentuk distribusi risiko, dan mekanisme epidemiologis utama yang ditemukan.

Landasan utama pengembangan model adalah paradigma *eco-epidemiology* dari Susser dan Susser, yang menjelaskan bahwa kejadian penyakit terbentuk melalui interaksi determinan biologis, lingkungan, sosial, dan perilaku pada berbagai tingkat organisasi. Model agen–pejamu–lingkungan digunakan untuk menjelaskan hubungan antara virus dengue sebagai agen, manusia sebagai pejamu, *Aedes* sebagai vektor, serta lingkungan fisik dan sosial yang memungkinkan terjadinya penularan. Kerangka PRECEDE–PROCEED digunakan untuk menginterpretasikan peran pengetahuan sebagai faktor predisposisi, kemampuan dan sarana pengendalian lingkungan sebagai faktor pemungkin, serta penyuluhan kesehatan sebagai faktor penguat perilaku pencegahan.

Berdasarkan proses tersebut, penelitian ini mengusulkan tiga konfigurasi konseptual risiko, yaitu *Highland Micro-Foci Risk* pada dataran tinggi, *Transitional Corridor Risk* pada dataran sedang, dan *Urban Diffuse Risk* pada dataran rendah. Ketiga istilah tersebut tidak diposisikan sebagai teori epidemiologi yang menggantikan teori yang telah ada, tetapi sebagai model konseptual kontekstual yang dikembangkan untuk merangkum temuan penelitian pada tiga zona ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. Teori yang telah ada berfungsi sebagai landasan penjelasan, sedangkan penamaan dan konfigurasi ketiga model merupakan hasil sintesis empiris penelitian ini.

Penentuan model pada setiap zona didasarkan pada enam kriteria. Pertama, arah dan waktu hubungan curah hujan dengan kejadian DBD. Kedua, karakteristik dan distribusi tempat perkembangbiakan *Aedes*. Ketiga, nilai *Container Index*, *House Index*, dan *Breteau Index*. Keempat, hubungan antara status antigen NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik. Kelima, pola sebaran spasial rumah tangga dengan NS1 teridentifikasi dan kontainer positif jentik. Keenam, variasi hubungan determinan perilaku dan promosi kesehatan dengan status antigen NS1. Kombinasi keenam kriteria tersebut menghasilkan karakter risiko yang berbeda pada setiap gradien ketinggian dan menjadi dasar penamaan model.

Tabel 5.7 Dasar Empiris Pengembangan Model Konseptual Risiko Dengue Berdasarkan Gradien Ketinggian

Komponen	**Dataran Tinggi**	**Dataran Sedang**	**Dataran Rendah**
Pola iklim-temporal	Curah hujan tidak berhubungan positif secara konsisten; asosiasi negatif	Tidak ditemukan hubungan bermakna pada lag 0–3	Hubungan positif tertunda ditemukan pada lag 2–3

Komponen	Dataran Tinggi	Dataran Sedang	Dataran Rendah
	ditemukan pada lag 3		
Mikrohabitat dominan	Tempat minum hewan, barang bekas, kontainer semi-alami, dan wadah pekarangan	Ember, baskom, bak, dan kontainer penyimpanan air	Kontainer nonpenyimpanan air, pot bunga, dispenser, wadah kecil, dan barang bekas
Beban entomologi	Lebih rendah dibandingkan dataran rendah, tetapi habitat produktif tetap ditemukan	Jumlah kontainer tinggi dengan infestasi jentik yang tetap penting	CI, HI, dan BI tertinggi serta habitat tersebar luas
Hubungan NS1–jentik	Bermakna secara statistik dan terkonsentrasi pada rumah tertentu	Seluruh rumah NS1 memiliki jentik, tetapi jumlah kasus kecil dan hubungan tidak bermakna	Tidak bermakna per strata karena jentik juga sangat tinggi pada rumah tanpa NS1 teridentifikasi
Pola spasial	Konsentrasi lokal atau mikrofokus	Memanjang mengikuti koridor permukiman dan jaringan jalan	Luas, rapat, dan menyebar pada lingkungan perkotaan
Determinan perilaku	Pengetahuan, pencegahan primer, 3M Plus, dan penyuluhan berhubungan dengan NS1	3M Plus dan penyuluhan berhubungan dengan NS1	Pengetahuan, 3M Plus, dan penyuluhan berhubungan dengan NS1
Model yang diusulkan	*Highland Micro-Foci Risk*	*Transitional Corridor Risk*	*Urban Diffuse Risk*

5.8.1 Highland Micro-Foci Dengue Risk pada Dataran Tinggi

Pada dataran tinggi, model menghasilkan tipologi Highland Micro-Foci Dengue Risk. Risiko pada wilayah ini tidak selalu menyebar luas, tetapi terkonsentrasi pada rumah atau kelompok rumah tertentu yang mempunyai mikrohabitat sesuai bagi *Aedes*. Dataran tinggi memiliki CI 32,4%, HI 55,0%, dan BI 89,0. Walaupun HI dan BI lebih

rendah daripada dataran rendah dan sedang, hasil tersebut membuktikan bahwa infestasi vektor tetap ditemukan pada wilayah tinggi.

Kontainer alami dan semi-alami, tempat minum hewan, wadah pekarangan, ember, barang bekas, dan penampung air hujan dapat membentuk kondisi mikro yang berbeda dari iklim wilayah secara umum. Kontainer yang terlindung dari angin, memperoleh sinar matahari tertentu, dikelilingi vegetasi, atau berada dekat aktivitas manusia dapat memberikan suhu dan kelembapan yang mendukung perkembangan nyamuk. Hal ini menjelaskan mengapa ketinggian tidak berfungsi sebagai perlindungan mutlak.

Hubungan bermakna antara status NS1 dan keberadaan kontainer positif jentik pada dataran tinggi memperkuat konsep mikrofokus. Sebagian besar rumah dengan NS1 teridentifikasi memiliki jentik, sedangkan pada rumah tanpa NS1 proporsi jentik lebih rendah. Temuan tersebut menunjukkan pertemuan antara indikator infeksi akut dan kondisi ekologis pada titik rumah tangga tertentu. Namun, istilah mikrofokus tetap merujuk pada prioritas epidemiologi, bukan bukti bahwa penularan pasti terjadi di rumah tersebut.

Persepsi masyarakat menjadi unsur penting dalam pembentukan risiko. Anggapan bahwa dataran tinggi aman dari dengue dapat menurunkan perhatian terhadap pemeriksaan kontainer dan kebutuhan 3M Plus. Keterbatasan penyuluhan juga dapat menyebabkan kontainer pekarangan dan tempat minum hewan tidak dianggap sebagai habitat vektor. Karena itu, komunikasi risiko pada dataran tinggi perlu secara tegas menyampaikan bahwa dengue dapat ditemukan pada wilayah pegunungan ketika mikrohabitat dan mobilitas mendukung keberadaan virus serta vektor.

Arah intervensi pada dataran tinggi adalah surveilans aktif berbasis mikrofokus. Rumah NS1 teridentifikasi, rumah dengan jentik, dan rumah sekitar menjadi sasaran awal pemeriksaan. Intervensi kemudian diperluas berdasarkan kesamaan kondisi pekarangan, jenis kontainer, vegetasi, dan hubungan aktivitas penduduk. Kegiatan promosi kesehatan harus memanfaatkan bukti lokal untuk mengoreksi persepsi risiko rendah dan mengajarkan pemeriksaan kontainer yang khas pada wilayah tinggi.

5.8.2 Transitional Corridor Dengue Risk pada Dataran Sedang

Pada dataran sedang, model menghasilkan tipologi Transitional Corridor Dengue Risk. Pola ini menggambarkan risiko dengue yang tidak menyebar seluas wilayah urban dataran rendah, tetapi mengikuti kantong permukiman, jaringan jalan, pola mobilitas, dan pusat aktivitas masyarakat. Dataran sedang memiliki CI 29,1%, HI

61,0%, dan BI 109,0. Meskipun lebih rendah daripada dataran rendah, indikator tersebut menunjukkan bahwa infestasi jentik tetap berada pada tingkat yang memerlukan perhatian program.

Karakter transisi muncul karena wilayah dataran sedang menggabungkan unsur permukiman yang relatif padat, daerah perdesaan, lahan pertanian atau perkebunan, serta topografi yang lebih bervariasi. Rumah tangga dapat terhubung melalui jalan utama, pasar, sekolah, fasilitas pelayanan, dan aktivitas ekonomi. Dengan demikian, risiko tidak selalu mengikuti batas administratif, tetapi dapat bergerak sepanjang koridor yang digunakan masyarakat dalam aktivitas sehari-hari.

Penyimpanan air domestik menjadi komponen penting pada dataran sedang. Wadah air tidak selalu dapat dihilangkan karena diperlukan untuk kebutuhan rumah tangga. Oleh sebab itu, pengendalian harus menekankan pengelolaan yang aman, seperti menutup kontainer dengan benar, menguras dan menyikat secara terjadwal, serta memeriksa bagian penutup yang masih memungkinkan nyamuk masuk. Barang bekas dan kontainer outdoor juga tetap perlu diperhatikan karena dapat terisi air hujan dan menjadi habitat tambahan.

Hasil bahwa seluruh rumah tangga dengan kasus NS1 teridentifikasi pada dataran sedang memiliki kontainer positif jentik menunjukkan adanya basis ekologis yang patut diprioritaskan. Walaupun hubungan per strata belum mencapai kemaknaan statistik akibat jumlah kasus yang kecil, temuan tersebut memiliki makna program. Rumah NS1, rumah positif jentik, dan rumah pada jalur aktivitas yang sama perlu diperiksa sebagai satu rangkaian lingkungan.

Arah intervensi pada dataran sedang adalah surveilans berbasis koridor. Pemeriksaan tidak hanya mengikuti radius geometris, tetapi juga jaringan jalan dan pola aktivitas penduduk. Sekolah, pasar, fasilitas umum, tempat ibadah, dan kelompok rumah di sepanjang koridor perlu masuk dalam pemetaan risiko. Penyuluhan harus disesuaikan dengan kebutuhan penyimpanan air dan menggunakan contoh kontainer yang benar-benar ditemukan di wilayah tersebut.

5.8.3 Urban Diffuse Dengue Risk pada Dataran Rendah

Pada dataran rendah, model menghasilkan tipologi Urban Diffuse Dengue Risk, yaitu risiko dengue yang menyebar luas pada lingkungan perkotaan dan tidak hanya terkonsentrasi di sekitar satu rumah kasus. Karakteristik utamanya adalah permukiman padat, jarak

antarrumah yang dekat, mobilitas penduduk tinggi, jaringan jalan yang kompleks, serta banyaknya kontainer domestik dan peridomestik. Dataran rendah memiliki beban entomologi tertinggi, yaitu CI 52,2%, HI 84,0%, dan BI 154,0. Angka tersebut menunjukkan bahwa habitat vektor telah tersebar pada banyak kontainer dan rumah tangga.

Kontainer nonpenyimpanan air, wadah kecil, pot bunga, dispenser, ember bekas, ban, dan barang sekali pakai memberikan kontribusi penting terhadap keberadaan jentik. Jenis wadah tersebut sering tidak dianggap sebagai tempat perkembangbiakan utama karena volumenya kecil atau tidak digunakan untuk menyimpan air secara sengaja. Namun, jumlahnya yang banyak dan tersebar di luar rumah dapat mempertahankan populasi *Aedes* pada skala lingkungan. Dalam kondisi tersebut, pemeriksaan yang hanya berfokus pada bak mandi atau rumah kasus tidak cukup mengurangi keseluruhan sumber vektor.

Pola risiko yang difus juga dipengaruhi mobilitas. Penduduk perkotaan bergerak antara rumah, tempat kerja, sekolah, pasar, fasilitas umum, dan lokasi sosial lainnya. Mobilitas tersebut memperluas peluang paparan serta mempersulit penentuan lokasi pasti terjadinya infeksi. Oleh karena itu, rumah NS1 teridentifikasi harus digunakan sebagai penanda untuk memperkuat kewaspadaan kawasan, bukan dianggap sebagai satu-satunya lokasi yang perlu diintervensi.

Arah intervensi pada dataran rendah adalah pengendalian berbasis blok permukiman. Pemeriksaan kontainer perlu dilakukan secara serentak pada rumah kasus dan rumah di sekitarnya, terutama terhadap kontainer outdoor dan barang bekas. Program jumantik perlu memetakan wadah produktif yang sering terlewat, sedangkan penyuluhan harus menekankan bahwa jentik tidak hanya ditemukan pada bak mandi. Peningkatan curah hujan dapat dimanfaatkan sebagai sinyal untuk memperkuat pemeriksaan dua hingga tiga bulan berikutnya, terutama di Makassar, tetapi kegiatan 3M Plus tidak boleh dibatasi hanya pada musim hujan.

5.8.4 Mekanisme Kerja Model

Secara konseptual, mekanisme Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga dapat dirumuskan melalui jalur : Gradien ketinggian dan kondisi iklim → karakter permukiman dan mikrohabitat rumah tangga → keberadaan kontainer produktif dan jentik → peluang keberlangsungan vektor → kontak manusia–vektor → infeksi dengue akut berbasis NS1. Hubungan

tersebut dimodifikasi oleh pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan, mobilitas manusia, kepadatan permukiman, dan akses terhadap pelayanan kesehatan. Jalur tersebut bukan hubungan linear yang selalu berakhir pada infeksi. Rumah dengan banyak jentik belum tentu memiliki kasus, sedangkan rumah tanpa jentik saat survei masih dapat memiliki kasus akibat paparan sebelumnya atau paparan di luar rumah. Model karena itu bersifat probabilistik dan kontekstual, bukan deterministik.

Komponen dalam model juga memiliki skala waktu yang berbeda. Curah hujan bekerja secara tertunda melalui pembentukan habitat dan perkembangan vektor. Jentik menggambarkan kondisi lingkungan pada saat pemeriksaan. Perilaku dapat mencerminkan kebiasaan yang telah berlangsung lama, tetapi juga mungkin berubah setelah adanya kasus. NS1 menggambarkan fase infeksi akut dalam jangka waktu relatif singkat. Perbedaan waktu tersebut menjelaskan mengapa hubungan antarvariabel tidak selalu kuat pada pengukuran yang dilakukan secara bersamaan.

Model ini juga mengakui bahwa mobilitas manusia dapat memutus kesesuaian geografis antara tempat tinggal dan lokasi infeksi. Seseorang yang NS1 positif dapat tertular di luar rumah, kemudian kembali ke rumah saat mengalami demam. Sebaliknya, individu viremi yang berada di rumah dapat menjadi sumber virus bagi nyamuk lokal apabila vektor tersedia. Oleh karena itu, pemetaan rumah NS1 dan jentik berguna untuk investigasi risiko, tetapi tidak cukup untuk menentukan arah transmisi tanpa informasi mobilitas, pemeriksaan nyamuk dewasa, atau analisis molekuler virus.

5.8.5 Kontribusi Ilmiah Model

Kontribusi ilmiah model ini terletak pada integrasi beberapa disiplin dalam satu kerangka empiris. Dari perspektif epidemiologi, model menghubungkan faktor distal, mediator, pemodifikasi, dan outcome biologis. Dari perspektif kesehatan lingkungan, model mengidentifikasi mikrohabitat dan kontainer sebagai sasaran pengendalian. Dari perspektif entomologi, CI, HI, BI, dan keberadaan jentik digunakan untuk menjelaskan tekanan vektor. Dari perspektif mikrobiologi, antigen NS1 menjadi jangkar bukti infeksi akut. Dari perspektif promosi kesehatan, pengetahuan, 3M Plus, dan penyuluhan ditempatkan sebagai determinan yang dapat dimodifikasi. Dari perspektif spasial, model membedakan pola menyebar, koridor, dan mikrofokus.

Kebaruan model bukan semata-mata pada pemberian nama terhadap pola wilayah, tetapi pada cara mengintegrasikan hasil tiga topik menjadi penjelasan bertingkat. Curah hujan tidak ditolak sebagai

faktor risiko, tetapi ditempatkan sebagai sinyal kontekstual yang dapat bekerja secara tertunda. Ketinggian tidak dianggap sebagai penyebab atau pelindung absolut, tetapi sebagai kondisi ekologis yang memengaruhi bentuk mikrohabitat. Jentik tidak digunakan sebagai bukti langsung penularan, tetapi sebagai indikator habitat vektor. NS1 tidak digunakan untuk memastikan lokasi infeksi, tetapi sebagai bukti biologis infeksi akut. Perilaku tidak ditafsirkan sebagai penyebab tunggal, tetapi sebagai komponen yang dapat memperkuat atau menurunkan risiko ekologis.

Model ini menghasilkan implikasi bahwa pengendalian dengue tidak dapat menggunakan strategi seragam untuk seluruh wilayah. Dataran rendah memerlukan intervensi luas berbasis kawasan, dataran sedang memerlukan surveilans sepanjang koridor permukiman dan aktivitas, sedangkan dataran tinggi memerlukan deteksi aktif terhadap mikrofokus. Seluruh zona tetap membutuhkan integrasi pemeriksaan jentik, status NS1, data perilaku, dan pemetaan spasial. Dengan demikian, model mengarahkan pengendalian dari pendekatan reaktif setelah kasus meningkat menuju pengendalian proaktif berbasis risiko rumah tangga dan karakter wilayah.

5.8.6 Rumusan Akhir Model

Risiko dengue pada berbagai gradien ketinggian terbentuk melalui interaksi antara konteks iklim dan geografis, karakter mikrohabitat rumah tangga, keberadaan habitat serta jentik *Aedes*, perilaku pencegahan, promosi kesehatan, mobilitas penduduk, dan distribusi spasial lokal. Gradien ketinggian menentukan konteks ekologis, mikrohabitat menjadi mediator utama, perilaku menjadi faktor pemodifikasi yang dapat diintervensi, dan antigen NS1 menjadi indikator biologis infeksi dengue akut. Interaksi tersebut menghasilkan Urban Diffuse Dengue Risk pada dataran rendah, Transitional Corridor Dengue Risk pada dataran sedang, dan Highland Micro-Foci Dengue Risk pada dataran tinggi. Model konseptual risiko ini merupakan kontribusi utama disertasi karena mengintegrasikan epidemiologi, kesehatan lingkungan, entomologi, mikrobiologi, promosi kesehatan, biostatistik, dan analisis spasial ke dalam kerangka pengendalian dengue yang dapat diterapkan secara berbeda menurut gradien ketinggian.

5.9. Kebaruan Penelitian

Penelitian ini menghasilkan kebaruan ilmiah (scientific novelty) melalui pengembangan pendekatan yang mengintegrasikan faktor iklim, lingkungan mikro rumah tangga, status antigen NS1, perilaku pencegahan, dan analisis spasial dalam menjelaskan distribusi dan determinan risiko dengue pada berbagai gradien ketinggian. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang

umumnya menilai masing-masing faktor secara terpisah, penelitian ini menyusun hubungan antarkomponen tersebut ke dalam suatu kerangka konseptual yang utuh sehingga mampu menggambarkan mekanisme pembentukan risiko dengue secara lebih komprehensif.

Kebaruan pertama terletak pada integrasi indikator biologis infeksi akut berbasis antigen NS1 dengan indikator entomologi rumah tangga dan analisis spasial. Sebagian besar penelitian terdahulu menggunakan kejadian DBD berdasarkan laporan surveilans atau indikator entomologi sebagai luaran penelitian. Dalam penelitian ini, status antigen NS1 digunakan sebagai indikator infeksi dengue akut yang kemudian dihubungkan dengan keberadaan breeding habitat, jentik *Aedes*, perilaku pencegahan masyarakat, serta distribusi spasial. Pendekatan ini menghasilkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai keterkaitan antara kondisi lingkungan rumah tangga dan risiko infeksi dengue akut.

Kebaruan kedua adalah penerapan pendekatan lintas elevasi (cross-elevation approach) dalam analisis epidemiologi dengue. Penelitian ini menunjukkan bahwa gradien ketinggian tidak hanya memengaruhi distribusi vektor, tetapi juga membentuk karakteristik risiko yang berbeda pada setiap wilayah. Dataran rendah dicirikan oleh pola Urban Diffuse Dengue Risk, yaitu risiko yang menyebar pada lingkungan perkotaan dengan kepadatan permukiman tinggi dan banyak breeding habitat domestik. Dataran sedang menunjukkan pola Transitional Corridor Dengue Risk, yaitu wilayah transisi dengan karakteristik risiko yang dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan dan mobilitas penduduk. Sementara itu, dataran tinggi memperlihatkan pola Highland Micro-Foci Dengue Risk, yaitu risiko yang terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu yang memiliki kondisi lingkungan mikro yang mendukung perkembangan vektor. Temuan ini memperluas pemahaman bahwa ketinggian bukan merupakan faktor protektif terhadap dengue, melainkan faktor yang memengaruhi variasi pola risiko dan strategi pengendalian.

Kebaruan ketiga merupakan pengembangan Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga. Model ini menjelaskan bahwa risiko dengue merupakan hasil interaksi antara faktor iklim sebagai faktor kontekstual, gradien ketinggian sebagai karakteristik geografis, lingkungan mikro rumah tangga sebagai determinan ekologis, perilaku pencegahan masyarakat sebagai determinan yang dapat dimodifikasi, keberadaan vektor sebagai media transmisi, serta status antigen NS1 sebagai indikator biologis infeksi akut. Model tersebut memberikan kerangka konseptual yang menjelaskan bagaimana berbagai determinan bekerja secara simultan dalam membentuk risiko dengue pada setiap gradien ketinggian

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat pendekatan eco-epidemiology dengan menunjukkan bahwa risiko dengue tidak dapat dijelaskan hanya oleh satu determinan, tetapi merupakan hasil interaksi multilevel antara faktor lingkungan, biologis, perilaku, dan spasial. Secara metodologis, penelitian ini menawarkan pendekatan integratif yang menggabungkan analisis iklim, survei entomologi, pemeriksaan antigen NS1, analisis perilaku, dan sistem informasi geografis dalam satu kerangka analisis. Secara praktis, model yang dihasilkan dapat menjadi dasar pengembangan surveilans dengue berbasis risiko serta penyusunan strategi pengendalian yang lebih adaptif sesuai karakteristik wilayah pada dataran rendah, sedang, dan tinggi.

Dengan demikian, kontribusi ilmiah utama penelitian ini adalah dihasilkannya Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga, yang tidak hanya menjelaskan distribusi dan determinan risiko dengue secara lebih komprehensif, tetapi juga menyediakan dasar konseptual bagi pengembangan kebijakan surveilans dan pengendalian dengue yang terintegrasi, adaptif, dan berbasis karakteristik wilayah.

5.10 Implikasi Teoretis, Metodologis, dan Program Kesehatan Masyarakat

Penelitian ini memberikan implikasi teoretis bahwa epidemiologi dengue perlu dipahami sebagai hasil interaksi berbagai determinan yang bekerja pada tingkat yang berbeda. Curah hujan dan gradien ketinggian memberikan konteks ekologis, mikrohabitat rumah tangga menjadi mediator perkembangan vektor, perilaku masyarakat memodifikasi risiko, sedangkan antigen NS1 memberikan bukti biologis infeksi akut. Pendekatan tersebut memperkuat paradigma eco-epidemiology yang memandang penyakit sebagai hasil interaksi antara agent, host, vector, environment, dan ruang, sehingga pengendalian tidak dapat hanya berfokus pada satu faktor saja.

Secara metodologis, penelitian ini menunjukkan manfaat integrasi berbagai sumber data dalam satu kerangka analisis. Penggunaan data curah hujan, pemeriksaan kontainer dan jentik, pemeriksaan antigen NS1, analisis perilaku rumah tangga, serta pemetaan spasial menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif dibandingkan apabila masing-masing komponen dianalisis secara terpisah. Pendekatan multidisiplin ini memungkinkan identifikasi faktor distal, mediator ekologis, faktor perilaku yang dapat dimodifikasi, dan outcome infeksi dalam satu model epidemiologi.

Implikasi bagi program kesehatan masyarakat adalah perlunya pengendalian dengue berbasis karakteristik setiap gradien ketinggian. Dataran rendah memerlukan pengendalian berbasis kawasan permukiman padat, dataran sedang memerlukan surveilans pada koridor permukiman dan aktivitas masyarakat, sedangkan dataran tinggi memerlukan deteksi dini

terhadap mikrofokus. Pada seluruh wilayah, kegiatan pemberantasan sarang nyamuk perlu dipadukan dengan pemeriksaan jentik, pemeriksaan NS1, pemetaan spasial, serta promosi kesehatan yang menekankan pelaksanaan 3M Plus secara berkelanjutan. Dengan demikian, program pengendalian dengue dapat menjadi lebih tepat sasaran dan sesuai dengan karakteristik risiko masing-masing wilayah.

5.11 Ringkasan Pembahasan Umum

Pembahasan umum disertasi ini menunjukkan bahwa risiko dengue di Provinsi Sulawesi Selatan tidak dapat dijelaskan hanya oleh curah hujan atau ketinggian wilayah. Curah hujan berperan sebagai faktor kontekstual dengan pola yang berbeda menurut wilayah, sedangkan mikrohabitat rumah tangga, keberadaan jentik, dan perilaku pencegahan merupakan faktor yang lebih dekat dengan proses transmisi. Penggunaan 3M Plus merupakan determinan perilaku yang paling dominan terhadap status antigen NS1, sementara pengetahuan dan penyuluhan kesehatan berperan sebagai faktor yang dapat dimodifikasi melalui intervensi promosi kesehatan.

Integrasi ketiga topik penelitian menghasilkan Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga, yang membedakan tiga karakter risiko, yaitu Urban Diffuse Dengue Risk pada dataran rendah, Transitional Corridor Dengue Risk pada dataran sedang, dan Highland Micro-Foci Dengue Risk pada dataran tinggi. Model ini menjadi kebaruan utama disertasi karena mengintegrasikan epidemiologi, kesehatan lingkungan, entomologi, mikrobiologi, promosi kesehatan, analisis spasial, dan biostatistik dalam satu kerangka pengendalian dengue yang adaptif terhadap karakteristik setiap gradien ketinggian.

Daftar Pustaka

Ainun Handoko, S., Ishak, H., Manyullei, S., Daud, A., & Wahid, I. (2024). Effectiveness of Larva Monitoring Student Empowerment in Mosquito Nests Eradication Efforts in Rapoccini Sub-District, Makassar City. *Pak. j. Life Soc. Sci*, (2), 22. https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.001657

Alqassim, A. Y. (2024). Social, Behavioral And Environmental Determinants Of Vector-Borne Diseases: A Narrative Review Of Evidence And Implications For Integrated Control Approaches. *Journal of Vector Borne Diseases*, *61*(4), 525–535.

CDC. (2024, April 16). *Life Cycle of Aedes Mosquitoes*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html

Colón-González, F. J., Gibb, R., Khan, K., Watts, A., Lowe, R., & Brady, O. J. (2023). Projecting the future incidence and burden of dengue in Southeast Asia. *Nature Communications 2023 14:1*, *14*(1), 5439-. https://doi.org/10.1038/s41467-023-41017-y

Dana A. Focks. (2004). A Review Of Entomological Sampling Methods And Indicators For Dengue Vectors. In *World Health Organization on behalf of the Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases*. https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/79a94926-61df-40fd-a84b-2aa54ecf9a4c/content

Dwicahya, B., Arsunan Arsin, A., Ishak, H., Hamid, F., & Mallongi, A. (2023). Aedes Sp. Mosquito Resistance and the Effectiveness of Biolarvicides on Dengue Vector Mortality. *Pharmacognosy Journal*, *15*(4), 541–546. https://doi.org/10.5530/pj.2023.15.116

Garjito, T. A., Hidajat, M. C., Kinansi, R. R., Setyaningsih, R., Anggraeni, Y. M., Mujiyanto, Trapsilowati, W., Jastal, Ristiyanto, Satoto, T. B. T., Gavotte, L., Manguin, S., & Frutos, R. (2020). Stegomyia Indices and Risk of Dengue Transmission: A Lack of Correlation. *Frontiers in Public Health*, *8*, 328. https://doi.org/10.3389/FPUBH.2020.00328

Green, L. W., & Kreuter, M. (2005). *Health Program Planning: An Educational and Ecological Approach* (4th ed.). McGraw-Hill. https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1091767

Haddawy, P., Wettayakorn, P., Nonthaleerak, B., Su Yin, M., Wiratsudakul, A., Schöning, J., Laosiritaworn, Y., Balla, K., Euaungkanakul, S., & Quengdaeng, P. (2019). Large Scale Detailed Mapping Of Dengue Vector Breeding Sites Using Street View Images. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *13*(7), e0007555.

Herath, J. M., De Silva, W. A., Weeraratne, T. C., & Karunaratne, S. H. P. (2024). Breeding Habitat Preference of the Dengue Vector Mosquitoes Aedes aegypti and Aedes albopictus from Urban, Semiurban, and Rural Areas in Kurunegala District, Sri Lanka. *Journal of Tropical Medicine*.

Heriawati, D., Umami, S. S., Supardan, D., & Suhirman. (2020). *Distribution of Aedes albopictus Mosquitoes in Indonesia*. 194–199. https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.200220.035

Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, Aedes Aegypti. *Climatic Change*, *48*(2–3), 441–463. https://doi.org/10.1023/A:1010717502442/METRICS

Ichsan, M., Ishak, H., Ibrahim, E., Amqam, H., Wahid, I., Syahribulan, Sudirman, R., & Mallongi, A. (2023). Habitat Characteristics of Aedes Sp Larval Containers and Density of Container Index (CI) In the Area Endemic and Non-Endemic to DHF In Makassar City. *Pharmacognosy Journal*, *15*(3), 290. https://doi.org/10.5530/PJ.2023.15.77

Ishak, H., Aisyah, A. S., Mallongi, A., & Astuti, R. D. P. (2020). Risk factors and fogging effectiveness of dengue hemorrhagic fever incidence in the Pontap Public Health Center area in Palopo City, Indonesia. *Enfermería Clínica*, *30*, 294–297. https://doi.org/10.1016/J.ENFCLI.2019.10.087

Ishak, H., Fiawan, M. J., Abdullah, M. T., & Mallongi, A. (2020). Relationship of the container type and material with the density of Aedes aegypti larvae in Gowa

and Maros Regency. *Enfermería Clínica*, *30*, 399–402. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2019.10.109

Ishak, H., Mallongi, A., & Birawida, A. B. (2021). Spatial Mapping of Aedes Sp. Densities and Endemicity Level of Dengue in Three Villages in South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *921*(1), 12077.

Ishak, H., Mallongi, A., Wahid, I., & Bachtiar, I. (2018). Spatio-temporal factors related to dengue hemorrhagoc fever in makassar city, 2010-2014. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, *9*(6), 453–456. https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.00596.X

Ishak, H., Toding, N., Natsir, M., & Amqam, H. (2019). Description of Aedes aegypti Larva Density Based on Mosquito Breeding Eradication Action in the Dengue Endemic Rappocini Sub-District Makassar. *3rd International Conference on Environmental Risks and Public Health (ICER-PH 2018)*, 178–184. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4108/eai.26-10-2018.2288868

Istiqamah, S. N. A., Arsin, A. A., Salmah, A. U., & Mallongi, A. (2020). Correlation Study Between Elevation, Population Density, And Dengue Hemorrhagic Fever In Kendari City In 2014–2018. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *8*(T2), 63–66.

Kakarla, S. G., Caminade, C., Mutheneni, S. R., Morse, A. P., Upadhyayula, S. M., Kadiri, M. R., & Kumaraswamy, S. (2019). Lag Effect Of Climatic Variables On Dengue Burden In India. *Epidemiology & Infection*, *147*.

Kolimenakis, A., Heinz, S., Wilson, M. L., Winkler, V., Yakob, L., Michaelakis, A., Papachristos, D., Richardson, C., & Horstick, O. (2021). The role of urbanisation in the spread of Aedes mosquitoes and the diseases they transmit—A systematic review. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *15*(9), e0009631. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009631

Lawson, A. B. (2013). Statistical Methods in Spatial Epidemiology: Second Edition. In *Statistical Methods in Spatial Epidemiology: Second Edition* (2nd ed.). Wiley Blackwell. https://doi.org/10.1002/9780470035771

Leandro, A. S., Chiba de Castro, W. A., Garey, M. V., & Maciel-de-Freitas, R. (2024). Spatial analysis of dengue transmission in an endemic city in Brazil reveals high spatial structuring on local dengue transmission dynamics. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/S41598-024-59537-Y

Liu-Helmersson, J., Stenlund, H., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2014). Vectorial Capacity of Aedes aegypti: Effects of Temperature and Implications for Global Dengue Epidemic Potential. *PLoS ONE*, *9*(3), e89783. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0089783

Mamenun, Koesmaryono, Y., Sopaheluwakan, A., Hidayati, R., Dasanto, B. D., & Aryati, R. (2024). Spatiotemporal Characterization of Dengue Incidence and Its Correlation to Climate Parameters in Indonesia. *Insects*, *15*(5), 366. https://doi.org/10.3390/insects15050366

Mercier, A., Obadia, T., Carraretto, D., Velo, E., Gabiane, G., Bino, S., Vazeille, M., Gasperi, G., Dauga, C., Malacrida, A. R., Reiter, P., & Failloux, A.-B.

(2022). Impact of temperature on dengue and chikungunya transmission by the mosquito Aedes albopictus. *Scientific Reports*, *12*(1), 6973. https://doi.org/10.1038/s41598-022-10977-4

Messina, J. P., Brady, O. J., Golding, N., Kraemer, M. U. G., Wint, G. R. W., Ray, S. E., Pigott, D. M., Shearer, F. M., Johnson, K., & Earl, L. (2019). The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*, *4*(9), 1508–1515. https://doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8

Mindra Jaya, I. G. N., Andriyana, Y., & Tantular, B. (2020). Elevation as a proxy for dengue disease transmission in Indonesia. *Communications in Mathematical Biology and Neuroscience*, *2020*, 1–16. https://doi.org/10.28919/CMBN/5061

Monintja, T. C. N., Arsin, A. A., Amiruddin, R., & Syafar, M. (2021). Analysis of Temperature and Humidity on Dengue Hemorrhagic Fever in Manado Municipality. *Gaceta Sanitaria*, *35*, S330–S333.

Montini, P., & Fischer, S. (2024). Oviposition site selection and subsequent offspring performance of Aedes aegypti in short- and long-term detritus accumulation conditions. *Acta Tropica*, *255*, 107222. https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2024.107222

Pillay, K., Keddie, S. H., Fitchett, E., Akinde, C., Bärenbold, O., Bradley, J., Falconer, J., Keogh, R. H., Lim, Z. N., Nezafat Maldonado, B., Maynard-Smith, L., Sugrue, E., Taylor, O., Hopkins, H., & Dubot-Pérès, A. (2025). Evaluating the performance of common reference laboratory tests for acute dengue diagnosis: a systematic review and meta-analysis of RT-PCR, NS1 ELISA, and IgM ELISA. *The Lancet Microbe*, *6*(7), 101088. https://doi.org/10.1016/j.lanmic.2025.101088

Prasad, P., Lata, S., Gupta, S. K., Kumar, P., Saxena, R., Arya, D. K., & Singh, H. (2023). Aedes aegypti container preference for oviposition and its possible implications for dengue vector surveillance in Delhi, India. *Epidemiology and Health*, *45*, e2023073. https://doi.org/https://doi.org/10.4178/epih.e2023073

Rachmawati, Y., Ekawardhani, S., Fauziah, N., Faridah, L., & Watanabe, K. (2024). Potential Way to Develop Dengue Virus Detection in Aedes Larvae as an Alternative for Dengue Active Surveillance: A Literature Review. *Tropical Medicine and Infectious Disease 2024, Vol. 9, 9*(3). https://doi.org/10.3390/TROPICALMED9030060

Salam, I., Arsin, A. A., Wahyu, A., Birawida, A. B., Syam, A., Mallongi, A., Palutturi, S., Agushybana, F., Aisyah, A., & Yani, A. (2021). Modeling Dynamic System for Prediction of Dengue Hemorrhagic Fever in Maros District. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *9*(E), 901–905.

Seid, M., Aklilu, E., & Animut, A. (2024). Spatio-temporal occurrence and habitat characteristics of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) larvae in Southern Afar region, Ethiopia. *Tropical Medicine and Health*, *52*(1), 51. https://doi.org/10.1186/S41182-024-00612-5

Stolerman, L. M., Maia, P. D., & Kutz, J. N. (2019). Forecasting Dengue Fever In Brazil: An Assessment Of Climate Conditions. In *PloS one*. journals.plos.org. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0220106

Susser, M., & Susser, E. (1996). Choosing a future for epidemiology: II. From black box to Chinese boxes and eco-epidemiology. *American Journal of Public Health*, *86*(5), 674. https://doi.org/10.2105/AJPH.86.5.674

Taslim, Muh., Arsunan, A. A., Ishak, H., Nasir, S., & Usman, A. N. (2018). Diversity of Dengue Virus Serotype in Endemic Region of South Sulawesi Province. *Journal of Tropical Medicine*, *2018*, 1–4. https://doi.org/10.1155/2018/9682784

Thamrin, S. A., Jaya, A. K., & Mengersen, K. (2021). Bayesian Spatial Survival Modelling For Dengue Fever in Makassar, Indonesia. *Gaceta Sanitaria*, *35*, S59–S63.

Wahid, I., Ishak, H., Hafid, A., Fajri, M., Sidjal, S., Nurdin, A., Azikin, N. T., Sudirman, R., Hasan, H., & Yusuf, M. (2019). Integrated Vector Management With Additional Pre-Transmission Season Thermal Fogging Is Associated With A Reduction In Dengue Incidence In Makassar, Indonesia: Results of an 8-year Observational Study. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *13*(8), e0007606.

Wangdi, K., Clements, A. C. A., Du, T., & Nery, S. V. (2018). Spatial And Temporal Patterns Of Dengue Infections In Timor-Leste, 2005–2013. *Parasites & Vectors*, *11*, 1–9. https://doi.org/10.1186/s13071-017-2588-4

WHO. (2016, March 14). *Entomological surveillance for Aedes spp. in the context of Zika virus: interim guidance for entomologists*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-ZIKV-VC-16.2

WHO. (2023). *Dengue And Severe Dengue*.

WHO. (2025, April 25). *Laboratory testing for dengue virus: interim guidance, April 2025*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/B09394

Xu, C., Xu, J., & Wang, L. (2024). Long-term effects of climate factors on dengue fever over a 40-year period. *BMC Public Health*, *24*(1), 1451. https://doi.org/10.1186/s12889-024-18869-0

BAB VI
KESIMPULAN UMUM

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang terintegrasi dari ketiga topik, dapat disimpulkan bahwa:

1. Curah hujan berperan sebagai faktor kontekstual dalam dinamika DBD, tetapi tidak berhubungan secara bermakna dengan kejadian DBD pada bulan yang sama di seluruh wilayah penelitian. Pengaruh curah hujan bersifat tertunda dan berbeda antarwilayah. Asosiasi positif ditemukan pada lag dua sampai tiga bulan di dataran rendah, tidak ditemukan asosiasi yang bermakna di dataran sedang, sedangkan asosiasi negatif pada lag tiga bulan di dataran tinggi perlu ditafsirkan secara hati-hati. Dengan demikian, curah hujan tidak dapat diposisikan sebagai determinan tunggal dinamika DBD.
2. Infeksi dengue akut berbasis antigen NS1 ditemukan pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Distribusi spasial menunjukkan karakteristik yang berbeda, yaitu *Urban Diffuse Dengue Risk* pada dataran rendah, *Transitional Corridor Dengue Risk* pada dataran sedang, dan *Highland Micro-Foci Dengue Risk* pada dataran tinggi. Ketinggian wilayah merupakan konteks ekologis yang membedakan pola distribusi risiko, tetapi tidak menghilangkan kemungkinan terjadinya infeksi dengue.
3. Karakteristik lingkungan mikro rumah tangga berkaitan dengan keberadaan jentik dan status dengue akut berbasis antigen NS1. Kategori tempat perkembangbiakan dan letak kontainer berhubungan dengan keberadaan jentik, sedangkan kondisi penutup tidak menunjukkan hubungan yang bermakna. Sebanyak 47 dari 53 rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi memiliki sedikitnya satu kontainer positif jentik. Temuan ini menunjukkan kedekatan epidemiologis antara bukti infeksi akut dan kondisi ekologis rumah tangga, tetapi tidak membuktikan bahwa penularan terjadi di rumah tersebut.
4. Pengetahuan, penggunaan 3M Plus, dan penyuluhan kesehatan tetap berhubungan dengan status antigen NS1 setelah dianalisis secara bersama-sama, sedangkan pencegahan primer tidak lagi menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik. Penggunaan 3M Plus merupakan determinan yang paling dominan dalam model multivariat. Pola hubungan determinan perilaku dengan status NS1 berbeda menurut gradien ketinggian, sehingga strategi promosi kesehatan perlu disesuaikan dengan karakteristik masing-masing wilayah.

Keempat temuan tersebut secara terpadu menunjukkan bahwa risiko dengue pada berbagai gradien ketinggian terbentuk melalui keterkaitan faktor iklim, karakteristik spasial wilayah, lingkungan mikro rumah tangga, keberadaan habitat dan jentik *Aedes*, perilaku pencegahan, serta status infeksi akut berbasis antigen NS1. Sintesis seluruh temuan menghasilkan Model

Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga sebagai kerangka konseptual untuk mendukung surveilans dan pengendalian dengue yang disesuaikan dengan karakteristik wilayah.

6.2 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah mengintegrasikan analisis faktor iklim, lingkungan mikro rumah tangga, perilaku pencegahan, pemeriksaan antigen NS1, dan pemetaan spasial untuk menjelaskan distribusi dan determinan risiko dengue pada berbagai gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan. Meskipun demikian, beberapa keterbatasan perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil penelitian sebagai berikut.

1. Topik II dan Topik III menggunakan desain potong lintang (*cross-sectional*), sehingga hubungan antara faktor lingkungan mikro rumah tangga, perilaku pencegahan, dan status antigen NS1 hanya dapat diinterpretasikan sebagai hubungan asosiasi dan belum dapat menjelaskan hubungan sebab-akibat secara langsung.
2. Status antigen NS1 digunakan sebagai indikator infeksi dengue akut berdasarkan pasien yang memeriksakan diri di puskesmas wilayah penelitian. Oleh karena itu, hasil penelitian belum mencakup seluruh kasus dengue di masyarakat, termasuk pasien yang berobat ke rumah sakit, fasilitas kesehatan lain, atau yang tidak mencari pelayanan kesehatan. Selain itu, pemeriksaan NS1 memiliki sensitivitas optimal pada fase awal infeksi sehingga hasil penelitian menggambarkan infeksi akut yang terdeteksi pada saat pemeriksaan.
3. Hubungan antara rumah tangga dengan status NS1 teridentifikasi dan keberadaan mikrohabitat rumah tangga tidak dapat diartikan sebagai bukti bahwa penularan terjadi di lokasi tersebut. Mobilitas penduduk memungkinkan paparan virus dengue terjadi di luar rumah, sehingga temuan penelitian lebih tepat diinterpretasikan sebagai kedekatan epidemiologis antara bukti infeksi akut dan kondisi lingkungan yang mendukung keberadaan vektor.
4. Analisis faktor iklim menggunakan data curah hujan pada tingkat kabupaten/kota sehingga belum sepenuhnya menggambarkan variasi mikroklimat pada tingkat rumah tangga. Selain itu, penelitian ini belum memasukkan variabel suhu dan kelembapan sebagai kovariat karena data dengan cakupan ruang dan periode yang sesuai pada wilayah penelitian tidak tersedia. Padahal, kedua variabel tersebut diketahui berperan dalam memengaruhi dinamika populasi *Aedes* dan proses transmisi dengue. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengintegrasikan data suhu, kelembapan, dan faktor mikroklimat lainnya untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh iklim terhadap risiko dengue
5. Survei entomologi dilakukan pada satu periode pengamatan sehingga belum menggambarkan variasi musiman keberadaan jentik dan

produktivitas breeding habitat sepanjang tahun. Oleh karena itu, kondisi entomologi yang diperoleh mencerminkan situasi pada waktu survei dan belum menggambarkan dinamika populasi vektor secara temporal.

6. Analisis spasial dalam penelitian ini masih bersifat deskriptif sehingga belum menggunakan analisis statistik spasial inferensial untuk mengidentifikasi klaster atau hotspot secara kuantitatif. Selain itu, penelitian dilakukan pada tiga wilayah yang mewakili gradien ketinggian di Provinsi Sulawesi Selatan sehingga generalisasi hasil ke wilayah lain perlu mempertimbangkan perbedaan karakteristik geografis, lingkungan, sosial, dan sistem pengendalian dengue setempat.

6.3 Rekomendasi Penelitian

6.3.1 Rekomendasi Kebijakan dan Program

Berdasarkan hasil penelitian, program pengendalian dengue perlu bergeser dari pendekatan yang berorientasi pada musim hujan dan respons setelah peningkatan kasus menuju pendekatan berbasis risiko yang mengintegrasikan faktor iklim, lingkungan mikro rumah tangga, indikator entomologi, status antigen NS1, perilaku pencegahan masyarakat, dan analisis spasial. Strategi pengendalian juga perlu disesuaikan dengan karakteristik risiko pada setiap gradien ketinggian sehingga intervensi menjadi lebih tepat sasaran dan efisien.

Dinas Kesehatan bersama puskesmas disarankan mengembangkan sistem surveilans dengue yang mengintegrasikan data epidemiologi, pemeriksaan NS1, survei jentik, data iklim, dan pemetaan spasial sebagai dasar penentuan prioritas wilayah intervensi.

6.3.2 Rekomendasi Implementasi

Upaya pemberantasan sarang nyamuk perlu diprioritaskan pada mikrohabitat rumah tangga yang terbukti produktif sebagai tempat perkembangbiakan *Aedes*, dengan mempertimbangkan karakteristik masing-masing gradien ketinggian. Program promosi kesehatan hendaknya memperkuat praktik 3M Plus melalui edukasi yang berkelanjutan, peningkatan pengetahuan masyarakat, serta penyuluhan yang berbasis kondisi lokal.

Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai kerangka operasional dalam penyusunan program surveilans dan pengendalian dengue yang adaptif sesuai karakteristik wilayah dataran rendah, sedang, dan tingg

6.3.3 Rekomendasi Penelitian Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain longitudinal atau kohort sehingga hubungan temporal antara faktor

lingkungan, perilaku, dan kejadian dengue dapat dijelaskan dengan lebih baik. Selain itu, perlu dilakukan integrasi data suhu, kelembapan, penggunaan lahan, kepadatan penduduk, serta analisis statistik spasial inferensial untuk meningkatkan ketepatan identifikasi faktor risiko dan pola penyebaran dengue.

Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk menguji validitas eksternal dan efektivitas penerapan Model Risiko Dengue Lintas Elevasi Berbasis Mikrohabitat Rumah Tangga pada wilayah lain yang memiliki karakteristik geografis dan epidemiologi berbeda, sehingga model tersebut dapat dikembangkan menjadi dasar pengambilan kebijakan pengendalian dengue pada tingkat regional maupun nasional.

MODEL KONSEPTUAL RISIKO DENGUE LINTAS ELEVASI BERBASIS MIKROHABITAT RUMAH TANGGA

Integrasi Temuan Topik 1-3: Iklim, Mikrohabitat, Jentik, Perilaku, Status NS1, dan Pola Spasial di Provinsi Sulawesi Selatan

Curah hujan sebagai faktor kontekstual, bukan sebagai determinan tunggal kejadian DBD.

FAKTOR MAKRO WILAYAH

Ketinggian memodifikasi pola risiko melalui konteks lokal.

Mobilitas penduduk dan konektivitas permukiman turut memengaruhi penyebaran risiko.

FAKTOR PENENTU MODEL

1. **Iklim makro:** Curah hujan tidak berhubungan signifikan dengan kasus DBD pada seluruh gradien ketinggian.
2. **Ketinggian wilayah:** Membentuk konteks ekologis dan sosial yang berbeda.
3. **Mikrohabitat Rumah Tangga:** Kepadatan hunian, letak kontainer, kondisi fisik rumah dan pekarangan.
4. **Breeding site:** Kategori kontainer domestik, non-penyimpanan, barang bekas/disposasble, alami/semi alami.
5. **Vektor:** Keberadaan jentik Aedes dan indeks entomologi (CI, HI, BI).
6. **Perilaku Rumah Tangga:** Pengetahuan, pencegahan primer, penggunaan 3M Plus, penyuluhan kesehatan.
7. **Infeksi akut:** Status antigen NS1 sebagai bukti infeksi dengue akut.

KESIMPULAN:

Risiko dengue di provinsi sulawesi Selatan terbentuk melalui interaksi antara ketinggian wilayah, mikrohabitat rumah tangga, kategori breeding site, keberadaan jentik, perilaku pencegahan, dan infeksi akut berbasis NS1. Model ini menekankan bahwa konteks lokal tiap dataran memerlukan strategi pengendalian yang berbeda.

DATARAN TINGGI

>500 MDPL

Highland Micro-foci Risk



Permukiman lebih tersebar, lingkungan pegunungan, pekarangan dan aktivitas luar rumah tetap penting.

Proporsi jentik tertinggi ditemukan pada kontainer alami/semi alami (100,0%; n=5)
Kategori breeding berhubungan bermakna dengan keberadaan jentik (p<0,001).



- Memelihara hewan peliharaan/ternak
- Tempat minum hewan sering menjadi wadah perkembangbiakan
- Fokus pencegahan lebih banyak pada kontainer dalam rumah
- Kontainer luar rumah sering tidak diperhatikan

Indikator entomologi & NS1: CI 32,4% | HI 55,0% | BI 88,0
18 rumah tangga NS1 (+)

NS1 dan jentik tampak pada beberapa rumah yang berdekatan; berguna untuk surveilans titik prioritas, tanpa klaim kluster statistik formal.

Pendekatan berbasis mikrofokus: surveilans pada rumah NS1/jentik dan rumah sekitarnya, fokus pada kontainer pekarangan, tempat minum hewan, wadah semi alami, dan penampung air hujan.

DATARAN SEDANG

100-500 MDPL

Transitional Corridor Dengue Risk



Konteks wilayah	Permukiman campuran, mengikuti jaringan jalan, konektivitas antar-rumah sedang.
Breeding Site dominan	Proporsi jentik tertinggi ditemukan pada barang bekas/disposable container (61,4%). Kategori breeding berhubungan bermakna dengan keberadaan jentik (p<0,001).
Perilaku/ kebiasaan lokal	• Pot bunga dibiarkan berair • Barang bekas di luar rumah terabaikan • Wadah kecil penampung air hujan tidak diperiksa • Penutupan kontainer tidak selalu rapat/optimal
Indikator entomologi & NS1	CI 52,2% | HI 84,0% | BI 154,0 29 rumah tangga NS1 (+)
Pola spasial	NS1 dan jentik tersebut (diffuse) di banyak titik rumah
Arah intervensi	Pendekatan berbasis kawasan: pemeriksaan rumah sekitar, pengendalian kontainer luar rumah, pengelolaan pot bunga, ban, ember bekas, dan wadah kecil penampung air hujan.

DATARAN RENDAH

<100 MDPL



Konteks wilayah	Permukiman padat, mobilitas tinggi, banyak pekarangan kecil dan lingkungan urban.
Breeding Site dominan	Proporsi jentik tertinggi ditemukan pada kontainer domestik non-penyimpanan air (79,1%), diikuti barang bekas/disposable container (70,8%). Kategori breeding berhubungan bermakna dengan keberadaan jentik (p<0,001).
Perilaku/ kebiasaan lokal	• Pot bunga dibiarkan berair • Barang bekas di luar rumah terbalikan • Wadah kecil penampung air hujan tidak diperiksa • Penutupan kontainer tidak selalu rapat/optimal
Indikator entomologi & NS1	CI 52,2% | HI 84,0% | BI 154,0 29 rumah tangga NS1 (+)
Pola spasial	NS1 dan jentik tersebut (diffuse) di banyak titik rumah
Arah intervensi	Pendekatan berbasis kawasan: pemeriksaan rumah sekitar, pengendalian kontainer luar rumah, pengelolaan pot bunga, ban, ember bekas, dan wadah kecil penampung air hujan.

TEMUAN KUNCI

- curah hujan bukan determinan utama kejadian DBD pada semua gradien ketinggian.
- Keberadaan jentik berasosiasi dengan infeksi dengue akut: 88,7% rumah tangga NS1 (+) memiliki kontainer positif jentik.
- Faktor perilaku berperan penting: penggunaan 3M Plus merupakan determinan paling dominan (AOR=14,29; p<0,001)
- Pola risiko berbeda menurut ketinggian: diffuse (rendah), corridor (sedang), micro-focus (tinggi).

KETERANGAN INDIKATOR

CI : Container Index
HI : House Index
BI : Breteau Index
NS1 : Non-Structural Protein 1 (antigen dengue)

OUTPUT KEBIJAKAN: SURVEILANS LINTAS ELEVASI BERBASIS RISIKO RUMAH TANGGA

1. **Pemetaan risiko spasial:** Identifikasi rumah prioritas pada setiap gradien ketinggian
2. **Surveilans terintegrasi:** Gabungan data iklim, entomologi, perilaku, NS1, dan koordinat rumah tangga.
3. **Intervensi perilaku spesifik elevasi:** Promosi kesehatan disesuaikan dengan budaya dan kebiasaan lokal.
4. **Pengendalian berbasis rumah tangga:** Fokus pada mikrofokus: 3M Plus, dan pemeriksaan kontainer dalam maupun luar rumah

Poster Edukasi
Highland Micro-Foci Risk Dengue

Universitas Hasanuddin

Pencegahan DBD pada Dataran Tinggi Berbasis NS1, Kontainer Positif Jentik, Mikrohabitat Rumah Tangga, Perilaku 3M Plus, dan Peta Rumah

Perhatian Khusus: pot bunga, dispenser, dan kontainer lain yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan jentik



DENGUE DAPAT DICEGAH
- Deteksi dini
- Pemantauan jentik
- Edukasi rumah tangga
- Kerja sama masyarakat

1 Apa itu Highland Micro-Foci Risk?

Risiko dengue di dataran tinggi cenderung terfokus pada titik mikro, yaitu rumah tangga tertentu atau kelompok rumah dengan kontainer berisiko, mikrohabitat yang mendukung, dan perilaku pencegahan yang belum optimal



2 Komponen Utama

Data Klinis Ag NS1
Deteksi dini kasus dengue melalui pemeriksaan antigen NS1.

Kontainer Positif Jentik
Kontainer yang ditemukan jentik menandakan sumber risiko penularan.

Mikrohabitat Rumah Tangga
Kondisi sekitar rumah dapat mendukung berkembangnya nyamuk.

Perilaku 3M Plus
Perilaku pencegahan yang konsisten membantu menurunkan risiko.

Koordinat Rumah
Lokasi rumah membantu pemetaan rumah prioritas dan klaster mikro-fokus.

3 Langkah Prioritas

Deteksi Mikro-Fokus
Identifikasi rumah atau kelompok rumah yang menjadi titik risiko utama.

→

Audit Kontainer
Periksa kontainer terbuka, termasuk pot bunga, dispenser, wadah minum hewan, dan kontainer penampung air lainnya (drum, ember, ban, talang, dsb)

→

Kunjungan Rumah
Lakukan edukasi, tindak lanjut, dan pemantauan pada rumah prioritas.

4 Aksi Keluarga

1. Menguras tempat penampungan air secara berkala.
2. Menutup rapat kontainer air.
3. Menyimpan barang bekas di tempat aman dan memanfaatkannya kembali atau mendaur ulang.
4. Memantau wadah minum hewan dan kontainer lain yang memungkinkan perkembangan jentik.
5. Segera periksa bila demam ke fasilitas kesehatan.
6. Memantau dan membersihkan pot bunga, dispenser, wadah minum hewan, dan kontainer lain yang dapat menampung air secara rutin.

5 Pesan Kunci

Pada dataran tinggi, risiko dengue sering muncul sebagai mikro-fokus. Karena itu deteksi rumah prioritas, audit kontainer, kunjungan rumah, dan perilaku 3M Plus sangat penting.

3M Plus

Lakukan 3M Plus setiap hari!
- Menguras
- Menutup
- Memanfaatkan kembali
- Pencegahan tambahan lainnya

Langkah Pencegahan
- Menguras
- Menutup
- Memanfaatkan kembali
- Pencegahan tambahan lainnya

Tim Penyusun
- Nirmawati, S.Si., M.Kes
- Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes., CWM
- Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., PHM
- Dr. Eng. Ilham Alimuddin, ST., M.Gis., Ph.D

Universitas Hasanuddin | Prodi S3 Kesmas FKM Unhas

Lindungi Keluarga, Cegah DBD Mulai Dari Rumah!

Poster Edukasi
Urban Diffuse Risk Dengue

Pencegahan DBD pada Dataran Rendah Berbasis NS1, Jentik, Mikrohabitat, Perilaku, dan Peta Rumah

Universitas Hasanuddin
Prodi S3 Kesmas FKM Unhas

Perhatian Khusus: pot bunga, dispenser, dan kontainer lain yang dapat menampung air perlu dipantau secara rutin

1 Apa itu Urban Diffuse Risk?

Risiko dengue menyebar pada pemukiman padat di dataran rendah, dipengaruhi oleh keberadaan kasus NS1, jentik Aedes, kontainer air, perilaku 3M Plus, dan kondisi lingkungan rumah tangga.

DENGUE DAPAT DICEGAH
dengan pengetahuan, tindakan nyata, dan kerja sama semua pihak.

Cegah | Deteksi | Tindak | Bersama

2 Komponen Utama

- **Data Klinis Ag NS1** — Deteksi dini kasus dengan melalui pemeriksaan antigen NS1.
- **Mikrohabitat Kontainer** — Kontainer ini di dalam dan sekitar rumah menjadi tempat berkembang biak nyamuk Aedes.
- **Jentik Aedes** — Keberadaan jentik menunjukkan risiko penularan di lingkungan rumah
- **Perilaku 3M Plus** — Perilaku pencegahan 3M Plus yang konsisten menurunkan risiko penularan.
- **Koordinat Rumah** — Lokasi rumah membantu pemetaan dan prioritas intervensi yang tepat sasaran.

3 Langkah Prioritas

- **Peta Rumah Berisiko** — Identifikasi dan pemetaan rumah beresiko untuk intervensi yang tepat sasaran.
- **Prioritas PSN 3M Plus** — Fokus pada pengendalian jentik melalui penerapan 3M Plus secara rutin di rumah dan lingkungan, termasuk pemantauan pot bunga dan dispenser.
- **Surveilans NS1 Berkala** — Pemeriksaan NS1 secara berkala untuk deteksi dini dan pemantauan kasus dengue.

4 Aksi Keluarga

1. Menguras tempat penampungan air sekurang-kurangnya seminggu sekali.
2. Menutup rapat kontainer air agar nyamuk tidak bertelur.
3. Memanfaatkan kembali/mendaur ulang barang bekas.
4. Memantau jentik secara berkala minimal seminggu sekali.
5. Memantau dan membersihkan pot bunga, dispenser, dan wadah lain yang dapat menampung air.
6. Ikut kegiatan PSN di lingkungan dan gotong royong rutin.

5 Pesan Kunci

Kepadatan permukiman, banyaknya kontainer air, dan perkasa pencegahan yang belum konsisten dapat meningkatkan risiko DBD di dataran rendah

6 Tujuan

Menurunkan risiko dengue melalui edukasi keluarga, pemetaan rumah beresiko, pengendalian jentik, dan surveilans NS1 yang berkelanjutan.

Tim Penyusun
- Nismawati, S.Si, M.Kes
- Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes., CWM
- Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., PhD
- Dr. Eng. Ilham Alimuddin, ST., M.Sis., Ph.D

Universitas Hasanuddin | Prodi S3 Kesmas FKM Unhas

3M PLUS — Menguras, Menutup, Memanfaatkan kembali, Plus: Pencegahan tambahan lainnya

Lindungi Keluarga, Cegah DBD Mulai Dari Rumah!

Poster Edukasi
Trasitional Corridor Risk Dengue

Pencegahan DBD pada Dataran Sedang Berbasis NS1, Jentik, Mikrohabitat, Perilaku, dan Peta Rumah

Universitas Hasanuddin

1 Apa itu Transitional Corridor Risk?

Risiko dengue pada dataran sedang bersifat transisi. Risiko muncul mengikuti jalur permukiman, konektivitas antarwilayah, dan variasi lingkungan rumah tangga



DENGUE DAPAT DICEGAH

- Deteksi dini
- Pemantauan jentik
- Edukasi terarah
- Kerja sama masyarakat

2 Komponen Utama

Data Klinis Ag NS1
Deteksi dini kasus dengue melalui pemeriksaan antigen NS1.

Jentik Aedes
Kontainer yang ditemukan jentik menandakan sumber risiko penularan.

Mikrohabitat Kontainer
Kontainer air di rumah dan lingkungan dapat menjadi tempat berkembang biak nyamuk.

Perilaku 3M Plus
Perilaku pencegahan yang konsisten menurunkan risiko penularan.

Koordinat Rumah
Lokasi rumah membantu pemetaan koridor risiko dan prioritas intervensi.

3 Langkah Prioritas

Mapping Kontainer
Identifikasi kontainer prioritas dan rumah berisiko pada koridor permukiman.

Penyuluhan Targeted
Edukasi fokus pada rumah dan komunitas dengan risiko lebih tinggi.

Penguatan Kader
Kader membantu pemantauan, kunjungan rumah, dan tindak lanjut perilaku pencegahan.

4 Aksi Keluarga

1. Menguras tempat penampungan air secara berkala.
2. Menutup rapat kontainer air.
3. Memanfaatkan kembali atau mendaur ulang barang bekas.
4. Memantau jentik minimal seminggu sekali.
5. Segera periksa bila demam ke fasilitas kesehatan.
6. Ikut kegiatan PSN dan gotong royong rutin lingkungan.

5 Pesan Kunci

Wilayah dataran sedang memerlukan pemetaan koridor risiko, edukasi terarah, pemantauan jentik, dan perubahan perilaku yang konsisten.

6 Tujuan

Menurunkan risiko dengue di dataran sedang melalui deteksi dini NS1, pengendalian kontainer, pemetaan rumah, penguatan kader, dan edukasi pencegahan berbasis bukti.

3M Plus

- ✓ Menguras
- ✓ Menutup
- ✓ Memanfaatkan kembali
- \+ PLUS: Pencegahan Tambahan

Tim Penyusun

- Nismawati, S.Si., M.Kes
- Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes., CWM
- Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., P.Hd
- Dr. Eng. Ilham Alimuddin, ST., M.Gis., Ph.D

Universitas Hasanuddin

Prodi S3 Kesmas FKM Unhas

Lindungi Keluarga, Cegah DBD
Mulai dari Rumah dan Lingkungan!

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245, Telp.(0411) 585658,
e-mail : fkm.unhas@gmail.com, website: https://fkm.unhas.ac.id/

SURAT KETERANGAN JURNAL

Nomor: 11796/UN4.14.3/PJ/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Prof. Anwar Mallongi, SKM., M.Sc., Ph.D
NIP	:	197408161999031002
Jabatan	:	Wakil Dekan Bidang Kemitraan, Riset dan Inovasi FKM Unhas

Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini:

Nama	:	**Nismawati**
NIM	:	K013221025
Promotor	:	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes
Program Studi	:	S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat
Disertasi	:	Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang Dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan

Menerbitkan artikel ilmiah dengan rincian sebagai berikut:

Judul artikel	:	*Transmission Of Four Serotypes Of Dengue Virus Several Asian Countries Literature Review*
Nama Jurnal	:	*Pharmacognosy Journal;Vol.15, Issue 6 (Suppl), Nov-Dec, 2023*
Indeks	:	**Scopus (Q3)**
Status	:	**Published**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagai kelengkapan persyaratan izin ujian.

Makassar, 19 November 2024
Wakil Dekan Bidang Kemitraan, Riset, dan
Inovasi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Prof. Anwar Mallongi, SKM., M.Sc., Ph.D.
NIP 197408161999031002

Tembusan:
1. Dekan FKM (sebagai laporan);
2. Kepala Bagian Tata Usaha FKM

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10
Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon (0411) 586200
e-mail: fkm.unhas@unhas.ac.id
Laman: fkm.unhas.ac.id

SURAT KETERANGAN JURNAL

Nomor: 09480/UN4.1.23.3/PJ/2026

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Prof. Anwar Mallongi, SKM., M.Sc., Ph.D
NIP	:	197408161999031002
Jabatan	:	Wakil Dekan Bidang Kemitraan, Riset, Inovasi dan Alumni FKM Unhas

Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini:

Nama	:	**Nismawati**
NIM	:	K013221025
Promotor	:	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes
Program Studi	:	S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat
Judul Disertasi	:	Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Pada Dataran Tinggi, Sedang Dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan

Menerbitkan artikel ilmiah dengan rincian sebagai berikut:

Judul Artikel	:	*Household Environmental Determinants of Aedes aegypti Breeding in Tana Toraja Highlands, Indonesia*
Nama Jurnal	:	*Journal of Public Health and Pharmacy;Vol.6, No.3 (2026)*
Indeks	:	**Scopus (Q3)**
Status	:	**Accepted (16 Juli 2026)**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagai kelengkapan persyaratan izin ujian.

Makassar, 20 Juli 2026

Wakil Dekan Bidang Kemitraan, Riset, Inovasi,
dan Alumni Fakultas Kesehatan Masyarakat

Prof. Anwar Mallongi, SKM., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197408161999031002

Tembusan:
1. Dekan FKM (sebagai laporan)
2. Kepala Bagian Tata Usaha FKM

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC00202433628, 29 April 2024
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes., CWM dkk**
Alamat	:	Bontotene, Desa Toddotoa, Pallangga, Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Universitas Hasanuddin**
Alamat	:	Gedung Rektorat Lt.6 Kantor KI Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 , Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan 90245
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Karya Tulis (Artikel)**
Judul Ciptaan	:	**TRANSMISSION OF FOUR SEROTYPES OF DENGUE VIRUS IN SEVERAL ASIAN COUNTRIES LITERATURE REVIEW**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	3 Desember 2023, di India
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan	:	000608984

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

IGNATIUS MT SILALAHI
NIP. 196812301996031001

Disclaimer:
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene, Desa Toddotoa, Pallangga, Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes., CWM	Kompleks Dosen Unhas Tamalanrea Blok GI No. 12 , Tamalanrea, Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Kompleks Dosen Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Baru, Tamalanrea, Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki 2 Lorong 2 A No. 1, Tamalate, Makassar
5	Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH	Kompleks Hartaco Permai Blok M/12, Jalan Perintis Kemerdekaan X, Tamalanrea, Makassar
6	Prof. dr. Muh. Nasrum Massi, Ph.D., SpMK (K)	Jalan Pelanduk No. 28, Makassar, Makassar
7	Prof. Anwar Mallongi, S.KM., M.Sc., Ph.D	Jalan Goa Ria. Taman Bunga Sudiang Blok D No. 8 , Biring Kanaya, Makassar



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026113414, 14 Juli 2026
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Karya Tulis Lainnya**
Judul Ciptaan	:	**Model Highland Micro-Foci Risk Dengue pada Dataran Tinggi Berbasis NS1, Kontainer Positif Jentik, Mikrohabitat Rumah Tangga, Perilaku 3M Plus, dan Pemetaan Spasial di Sulawesi Selatan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	10 Juli 2026, di Kota Makassar
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001345730

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki II LR 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026113409, 14 Juli 2026
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Karya Tulis Lainnya**
Judul Ciptaan	:	**Model Transitional Corridor Risk Dengue pada Dataran Sedang Berbasis NS1, Jentik, Mikrohabitat Rumah Tangga, Perilaku 3M Plus, dan Pemetaan Spasial di Sulawesi Selatan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	10 Juli 2026, di Kota Makassar
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001345712

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki II LR 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki II LR 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026113401, 14 Juli 2026
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 90161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 90161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Karya Tulis Lainnya**
Judul Ciptaan	:	**Model Urban Diffuse Risk Dengue pada Dataran Rendah Berbasis NS1, Jentik, Mikrohabitat Rumah Tangga, Perilaku 3M Plus, dan Pemetaan Spasial di Sulawesi Selatan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	10 Juli 2026, di Kota Makassar
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001345694

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	: Kompleks Dosen Unhas Blok Gi No. 12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Baru Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki 2 Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	: Kompleks Dosen Unhas Blok Gi No. 12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Baru Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki 2 Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026114020, 14 Juli 2026
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Poster**
Judul Ciptaan	:	**Poster Edukasi Highland Micro-Foci Risk Dengue pada Dataran Tinggi Berbasis NS1, Kontainer Positif Jentik, Mikrohabitat Rumah Tangga, 3M Plus, dan Peta Rumah di Sulawesi Selatan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	10 Juli 2026, di Kota Makassar
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001346994

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D.	Jalan Mannuruki II, Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D.	Jalan Mannuruki II, Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026113991, 14 Juli 2026
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92160
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92160
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Poster**
Judul Ciptaan	:	**Poster Edukasi Transitional Corridor Risk Dengue pada Dataran Sedang Berbasis NS1, Jentik, Mikrohabitat Rumah Tangga, 3M Plus, dan Peta Rumah di Sulawesi Selatan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	10 Juli 2026, di Kota Makassar
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001346941

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D.	Jalan Mannuruki II, Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D.	Jalan Mannuruki II, Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026113970, 14 Juli 2026
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 92161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Poster**
Judul Ciptaan	:	**Poster Edukasi Urban Diffuse Risk Dengue pada Dataran Rendah Berbasis NS1, Jentik, Mikrohabitat Rumah Tangga, 3M Plus, dan Peta Rumah di Sulawesi Selatan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	10 Juli 2026, di Kota Makassar
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001346892

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D.	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki II Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI/12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D.	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D	Jalan Mannuruki II Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026131822, 3 Agustus 2026
Pencipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 90161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes, Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM. dkk**
Alamat	:	Bontotene, Palangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, 90161
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Karya Tulis (Disertasi)**
Judul Ciptaan	:	**Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Pada Dataran Tinggi, Sedang Dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	1 Juli 2026, di Kota Makassar
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001391868

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI No. 12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D.	Jalan Mannuruki II, Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar
5	Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH	Kompleks Hartaco Permai Blok M/12, Jalan Perintis Kemerdekaan X. Tamalanrea, Kota Makassar
6	Prof. dr. Muh. Nasrum Massi, Ph.D., SpMK (K)	Jalan Pelanduk No.28 Makassar, Kota Makassar
7	Prof. Anwar Mallongi, S.KM., M.Sc., Ph.D	Jalan. Goa Ria. Taman Bunga Sudiang. Blok D Nomor 8 Biringkanaya, Kota Makassar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Nismawati, S.Si., M.Kes	Bontotene Palangga, Kab. Gowa
2	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes. CWM.	Kompleks Dosen Unhas Blok GI No. 12 Tamalanrea, Kota Makassar
3	Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D	Perumdos Unhas Tamalanrea Blok AC/6 Tamalanrea, Kota Makassar
4	Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D.	Jalan Mannuruki II, Lorong 2 A No.1 Tamalate, Kota Makassar
5	Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH	Kompleks Hartaco Permai Blok M/12, Jalan Perintis Kemerdekaan X. Tamalanrea, Kota Makassar
6	Prof. dr. Muh. Nasrum Massi, Ph.D., SpMK (K)	Jalan Pelanduk No.28 Makassar, Kota Makassar
7	Prof. Anwar Mallongi, S.KM., M.Sc., Ph.D	Jalan. Goa Ria. Taman Bunga Sudiang. Blok D Nomor 8 Biringkanaya, Kota Makassar

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang ditertibkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jln.Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245, Telp.(0411) 585658,
E-mail : fkm.unhas@gmail.com, website: https/fkm.unhas.ac.id/

REKOMENDASI PERSETUJUAN ETIK

Nomor : **1996/UN4.14.1/TP.01.02/2024**

Tanggal: 30 Agustus 2024

Dengan ini Menyatakan bahwa Protokol dan Dokumen yang Berhubungan dengan Protokol berikut ini telah mendapatkan Persetujuan Etik :

No. Protokol	7824093047	No. Sponsor Protokol	
Peneliti Utama	**Nismawati**	Sponsor	Pribadi
Judul Peneliti	**Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang, dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan**		
No.Versi Protokol	1	Tanggal Versi	07 Agustus 2024
No.Versi PSP	1	Tanggal Versi	07 Agustus 2024
Tempat Penelitian	**1. Kabupaten Tana Toraja** **2. Kabupaten Bulukumba** **3. Kota Makassar**		
Judul Review	☐ Exempted ☐ Expedited ☒ Fullboard	Masa Berlaku **30 Agustus 2024 Sampai 30 Agustus 2025**	Frekuensi review lanjutan
Ketua Komisi Etik Penelitian	Nama : Prof.dr.Veni Hadju,M.Sc,Ph.D	Tanda tangan	Tanggal 30 Agustus 2024
Sekretaris komisi Etik Penelitian	Nama : Dr. Wahiduddin, SKM.,M.Kes	Tanda tangan	Tanggal 30 Agustus 2024

Kewajiban Peneliti Utama :

1. Menyerahkan Amandemen Protokol untuk persetujuan sebelum di implementasikan
2. Menyerahkan Laporan SAE ke Komisi Etik dalam 24 Jam dan dilengkapi dalam 7 hari dan Lapor SUSAR dalam 72 Jam setelah Peneliti Utama menerima laporan
3. Menyerahkan Laporan Kemajuan (progress report) setiap 6 bulan untuk penelitian resiko tinggi dan setiap setahun untuk penelitian resiko rendah
4. Menyerahkan laporan akhir setelah Penelitian berakhir
5. Melaporakn penyimpangan dari protocol yang disetujui (protocol deviation/violation)
6. Mematuhi semua peraturan yang ditentukan

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245, Telp.(0411) 585658,
e-mail : fkm.unhas@gmail.com, website: https://fkm.unhas.ac.id/

Nomor : **10241/UN4.14.1/PT/2024** **30 Juli 2024**
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala Dinas DPMPTSP Provinsi Sulawesi Selatan

di Makassar

Dengan hormat kami sampaikan bahwa, mahasiswa Program Studi S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang tersebut di bawah ini:

Nama	:	**Nismawati**
NIM	:	K013221025
Program Pendidikan	:	Doktor (S3)
Program Studi	:	Ilmu Kesehatan Masyarakat

Bermaksud melakukan penelitian dalam rangka persiapan penulisan Disertasi dengan Judul " Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang Dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan ".

Promotor	: Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes
Ko-Promotor	: Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc.,Ph.D
Ko-Promotor	: Dr. Eng. Ilham Alimuddin, ST., MGIS., Ph.D
Waktu Penelitian	: Agustus 2024 - Maret 2025

Sehubungan dengan hal tersebut kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu kiranya berkenan memberi izin kepada yang bersangkutan.

Atas perkenan dan kerjasama Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Makassar, 30 Juli 2024
a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan Fakultas Kesehatan Masyarakat

Dr. Wahiduddin, SKM., M.Kes.
NIP 197604072005011004

Balai Sertifikasi Elektronik
Catatan :
1. UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "*Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetakannya merupakan alat bukti yang sah.*"
2. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE

PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN

DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU

Jl.Bougenville No.5 Telp. (0411) 441077 Fax. (0411) 448936
Website : http://simap-new.sulselprov.go.id Email : ptsp@sulselprov.go.id
Makassar 90231

Nomor	:	**20640/S.01/PTSP/2024**	**Kepada Yth.**
Lampiran	:	1 lembar	Terlampir
Perihal	:	**Izin penelitian**	

di-
Tempat

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Nomor : 10241/UN4.14.1/PT/2024 tanggal 30 Juli 2024 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

N a m a	:	**NISMAWATI, S.SI, M.KES**
Nomor Pokok	:	K013221025
Program Studi	:	S3 Kesehatan Masyarakat
Pekerjaan/Lembaga	:	Universitas Hasanuddin
Alamat	:	Jl. Rappocini Raya No. 171-206 Makassar

dpmptsp PROVINSI SULAWESI SELATAN

Bermaksud untuk melakukan penelitian di daerah/kantor saudara , dengan judul :

" DISTRIBUSI VIRUS DENGUE PENYEBAB DEMAM BERDARAH BERBASIS PEMERIKSAAN ANTIGEN NS1 DAN PEMETAAN PADA DATARAN TINGGI, SEDANG DAN RENDAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN "

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl***. 02 Agusutus 2024 s/d 28 Maret 2025***

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, pada prinsipnya kami ***menyetujui*** kegiatan dimaksud dengan ketentuan yang tertera di belakang surat izin penelitian.

Demikian Surat Keterangan ini diberikan agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Diterbitkan di Makassar
Pada Tanggal 02 Agustus 2024

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN

ASRUL SANI, S.H., M.Si.
Pangkat : PEMBINA TINGKAT I
Nip : 19750321 200312 1 008

Tembusan Yth
1. Dekan FKM Unhas di Makassar;
2. *Pertinggal.*

DAFTAR TUJUAN SURAT:

1. Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan
2. Walikota Makassar
3. Bupati Bulukumba
4. Bupati Tana Toraja
5. Kepala Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah IV Makassar
6. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN

ASRUL SANI, S.H., M.Si.
Pangkat : PEMBINA TINGKAT I
Nip : 19750321 200312 1 008

Nomor: 20640/S.01/PTSP/2024

KETENTUAN PEMEGANG IZIN PENELITIAN :

1. Sebelum dan sesudah melaksanakan kegiatan, kepada yang bersangkutan melapor kepada Bupati/Walikota C q. Kepala Bappelitbangda Prov. Sulsel, apabila kegiatan dilaksanakan di Kab/Kota
2. Penelitian tidak menyimpang dari izin yang diberikan
3. Mentaati semua peraturan perundang-undangan yang berlaku dan mengindahkan adat istiadat setempat
4. Menyerahkan 1 (satu) eksamplar hardcopy dan softcopy kepada Gubernur Sulsel. Cq. Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian dan Pengembangan Daerah Prov. Sulsel
5. Surat izin akan dicabut kembali dan dinyatakan tidak berlaku apabila ternyata pemegang surat izin ini tidak mentaati ketentuan tersebut diatas.

REGISTRASI ONLINE IZIN PENELITIAN DI WEBSITE :
https://izin-penelitian.sulselprov.go.id

NOMOR REGISTRASI 20240607810043

Catatan :
• UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1 '*Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah.*'
• Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan **sertifikat elektronik** yang diterbitkan **BSrE**
• Surat ini dapat dibuktikan keasliannya dengan melakukan *scan* pada *QR Code*

PEMERINTAH KABUPATEN BULUKUMBA
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
Jl. Kenari No. 13 Telp. (0413) 84241 Fax. (0413) 85060 Bulukumba 92511

SURAT IZIN PENELITIAN
NOMOR : 511/DPMPTSP/IP/VIII/2024

Berdasarkan Surat Rekomendasi Teknis dari BAKESBANGPOL dengan Nomor: 074/0533/Bakesbangpol/VIII/2024 tanggal 28 Agustus 2024, Perihal Rekomendasi Izin Penelitian maka yang tersebut dibawah ini :

Nama Lengkap	:	**Nismawati, S.Si., M.Kes**
Nomor Pokok	:	**K013221025**
Program Studi	:	**Kesehatan Masyarakat**
Jenjang	:	**S3**
Institusi	:	**Universitas Hasanuddin**
Tempat/Tanggal Lahir	:	**Ujung Pandang / 1987-07-18**
Alamat	:	**Bontotene, Desa Toddotoa Kec.Pallangga. Kabupaten Gowa**
Jenis Penelitian	:	**Kuantitatif**
Judul Penelitian	:	**Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 Dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang, dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan**
Lokasi Penelitian	:	**Puskesmas Bontobangun dan Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba**
Pendamping/Pembimbing	:	**Prof. Dr.drg. Andi Arsunan Arsin, M.Kes**
Instansi Penelitian	:	**Puskesmas Bontobangun**
Lama Penelitian	:	**tanggal 05 Agustus 2024 s/d 28 Maret 2025**

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, pada prinsipnya kami mengizinkan yang bersangkutan untuk melaksanakan kegiatan tersebut dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Mematuhi semua Peraturan Perundang - Undangan yang berlaku dan mengindahkan adat - istiadat yang berlaku pada masyarakat setempat;
2. Tidak mengganggu keamanan/ketertiban masyarakat setempat
3. Melaporkan hasil pelaksanaan penelitian/pengambilan data serta menyerahkan 1(satu) eksamplar hasilnya kepada Bupati Bulukumba Cq. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kab.Bulukumba;
4. Surat izin ini akan dicabut atau dianggap tidak berlaku apabila yang bersangkutan tidak memenuhi ketentuan sebagaimana tersebut di atas, atau sampai dengan batas waktu yang telah ditentukan kegiatan penelitian/pengumpulan data dimaksud belum selesai.

Dikeluarkar di : Bulukumba
Pada Tanggal : 28 Agustus 2024

Kepala DPMPTSP

Drs. ASRAR A. AMIR
Pangkat : Pembina Utama Muda-IV/c
Nip 19641008 199303 1 009

Balai Sertifikasi Elektronik

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), BSSN

PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
Jl. Jendral Ahmad Yani No. 2 Makasssar 90171
Website: dpmptsp.makassarkota.go.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor: 070/3366/SKP/SB/DPMPTSP/9/2024

DASAR:

a. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2018 tentang Penerbitan Keterangan Penelitian.
b. Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pembentukan Organisasi Perangkat Daerah
c. Peraturan Walikota Nomor 4 Tahun 2023 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berbasis Resiko, Perizinan Non Berusaha dan Non Perizinan
d. Keputusan Walikota Makassar Nomor 954/503 Tahun 2023 Tentang Pendelegasian Kewenangan Perizinan Berusaha Berbasis Resiko, Perizinan Non Berusaha dan Non Perizinan yang Menjadi Kewenangan Pemerintah Daerah Kepada Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Makassar Tahun 2023
e. Surat Kepala Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Sulawesi Selatan nomor 20640/S.01/PTSP/2024, Tanggal 02 September 2024
f. Rekomendasi Teknis Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Makassar nomor 3368/SKP/SB/BKBP/IX/2024

Dengan Ini Menerangkan Bahwa :

Nama Lembaga	:	Universitas Hasanuddin
Nama Ketua Tim	:	Nismawati
Pekerjaan	:	Mahasiswa Program Doktoral
Alamat Lembaga	:	Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar
Lokasi Penelitian	:	Terlampir-,
Waktu Penelitian	:	02 Agustus 2024 – 28 Maret 2025
Tujuan	:	Disertasi
Jumlah Peneliti	:	Orang
Judul Penelitian	:	" DISTRIBUSI VIRUS DENGUE PENYEBAB DEMAM BERDARAH BERBASIS PEMERIKSAAN ANTIGEN NS1 DAN PEMETAAN PADA DATARAN TINGGI, SEDANG DAN RENDAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN “

Dalam melakukan kegiatan agar yang bersangkutan memenuhi ketentuan sebagai berikut:

a. Surat Keterangan Penelitian ini diterbitkan untuk kepentingan penelitian yang bersangkutan selama waktu yang sudah ditentukan dalam surat keterangan ini.
b. Tidak dibenarkan melakukan penelitian yang tidak sesuai / tidak ada kaitannya dengan judul dan tujuan kegiatan penelitian.
c. Melaporkan hasil penelitian kepada Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Makassar melalui email bidangekososbudkesbangpolmks@gmail.com.
d. Surat Keterangan Penelitian ini dicabut kembali apabila pemegangnya tidak menaati ketentuan tersebut diatas.



Ditetapkan di Makassar

Pada tanggal: 06 September 2024

Ditandatangani secara elektronik oleh
KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU KOTA MAKASSAR

HELMY BUDIMAN, S.STP., M.M.

Tembusan Kepada Yth:

1. Pimpinan Lembaga/Instansi/Perusahaan Lokasi Penelitian;

2. Pertinggal,-

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik.

Lampiran Surat Keterangan Penelitian sdr(i) NISMAWATI, S.SI., M.KES dengan nomor surat 070/3366/SKP/SB/DPMPTSP/9/2024

Lokasi Penelitian:

1. Dinas Kesehatan Kota Makassar 2. Kecamatan Rappocini Kota Makassar

DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
KABUPATEN TANA TORAJA

IZIN PENELITIAN

Nomor :377/IP/DPMPTSP/IX/2024

DASAR HUKUM :

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2002 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan Teknologi;
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian;
3. Peraturan Bupati Tana Toraja Nomor 40 Tahun 2022 tentang Pelimpahan Kewenangan Pelayanan Perizinan dan Non Perizinan kepada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kab. Tana Toraja.

Dengan ini memberikan Izin Penelitian Kepada:

Nama	: **NISMAWATI**
NIM	: KO13221025
Tempat/ Tanggal Lahir	: Ujung pandang, 18 juli 1987
Pekerjaan	: Dosen
Alamat	: Bontote'ne
Tempat Meneliti	: Kecamatan Makale,Dinas kesehatan Puskesmas Makale

Maksud dan Tujuan mengadakan penelitian dalam rangka ***"Penyusunan Disertasi"*** dengan Judul:

"DISTIBUSI VIRUS DENGUE PENYEBAB DEMAM BERDARAH BERBASIS PEMERIKSAAN ANTIGEN NS1 DAN PEMETAAN PADA DATARAN TINGGI, SEDANG DAN RENDAH DI PROVINSI SULAWASEI SELATAN "

Lamanya Penelitian : 14 Oktober 2024-14 April 2025

Mentaati semua peraturan perundang-undangan yang berlaku, serta menghormati Adat Istiadat setempat.

1. Penelitian tidak menyimpang dari maksud izin yang diberikan
2. Menyerahkan 1 (satu) examplar Foto Copy hasil penelitian kepada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Tana Toraja.
3. Surat Izin Penelitian ini dinyatakan tidak berlaku, bilamana pemegang izin ternyata tidak mentaati ketentuan-ketentuan tersebut diatas.

Demikian Izin Penelitian ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makale, 07 Oktober 2024

a.n. Bupati Tana Toraja
Kepala Dinas,



YURINUS TANGKELANGI,SH.,MH
NIP.196502111996101001

Dipindai dengan CamScanner

PEMERINTAH KABUPATEN TANA TORAJA
DINAS KESEHATAN
JL. Nusantara No. 10 Makale Kel. Bombongan Kec. Makale

LEMBARAN DISPOSISI

Surat Dari : Dinas Penanaman Modal		Diterima Tgl : 07 Oktober 2024		
No. Surat : 377/IP/DPM PTSP/IX/2024		No. Agenda : 663		
Tgl. Surat : 07 Oktober 2024		Sifat : ☐ Sangat Segera	☐ Segera	Rahasia

Hal : Izin Penelitian.

Diteruskan Kepada Sdr :
- ☐ Kasubag Kepegawaian
- ☐ Kepala PKM Makale
- ☐

Dengan hormat Harap
- ☐ Tanggapan dan Saran
- ☐ Proses Lebih Lanjut
- ☐ Koordinasi/Konfirmasikan
- ☐
- ☐

Catatan:
- Y memfasilitasi pelaksanaan penelitian.
- Y memintah hasil penelitian berupa TESIS jika sdh selesai.

(sbg arsip ps bimbing)

Nama Jabatan
(Paraf dan Tanggal)

7/10/24.

0812 - 4474 - 2959 Maxa

Dipindai dengan CamScanner

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10
Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon (0411) 586200
e-mail: fkm.unhas@unhas.ac.id
Laman: fkm.unhas.ac.id

Nomor : **02680/UN4.14.1/DI.03/2025** **7 Maret 2025**
Perihal : Permohonan Tarif Nol Rupiah Untuk Data Penelitian

Yth. Kepala Balai Besar Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar
Cq. Kepala Unit PTSP Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar.

di Tempat

Dalam rangka pencarian data untuk penelitian Disertasi maka kami mohon bantuan pengadaan data-data bagi mahasiswa S3 Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin berikut ini :

Nama	:	Nismawati
NIM	:	K013221025
Program Pendidikan	:	Doktor (S3)
Program Studi	:	Ilmu Kesehatan Masyarakat

Promotor	:	Prof. Dr. drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes
Perkiraan Waktu Selesai	:	30 April 2025
Judul	:	Distrubi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang, dan Rendah di Provinsi Sulawesi Selatan.
Data yang dicari	:	1. Curah Hujan Per Bulan 2. Suhu Per Bulan 3. Kelembaban Udara Per Bulan
Lokasi	:	Kecamatan Rappocini Kota Makassar, Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba dan Kecamatan Makale Kabupaten Tana Toraja.
Periode Waktu	:	Tahun 2020 – 2024 (5 Tahun)

Atas perhatian dan bantuan Bapak, diucapkan terima kasih.

Makassar, 7 Maret 2025
a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Kesehatan Masyarakat

Dr. Wahiduddin, SKM., M.Kes.
NIP 197604072005011004

Balai Sertifikasi Elektronik

Catatan :
1. UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "*Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetakannya merupakan alat bukti yang sah.*"
2. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE

Certified System ISO 9001 IAS-ANZ KAN

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Unhas (sebagai laporan);
2. Ketua Program Studi S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat Unhas;
3. Kepala Bagian Tata Usaha Fakultas Kesehatan Masyarakat Unhas;
4. Kasubbag Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Kesehatan Masyarakat Unhas;
5. Pertinggal

Balai Sertifikasi Elektronik

Catatan :
1. UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "*Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetakannya merupakan alat bukti yang sah.*"
2. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE

Certified System Quality ISO 9001 SAI GLOBAL JAS-ANZ KAN

PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
DINAS KESEHATAN

Jalan Teduh Bersinar No. 1, Gunung Sari, Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan Kode Pos 90221,
Telepon (0411) 881549, Faksimile (0411) 8887710
Laman dinkeskotamakassar.id / Pos-el dinkeskotamakassar@yahoo.co.id

Makassar, 09 Agustus 2024

No : 440 / /PSDK/VIII/2024
Lamp :
Perihal : **Penelitian**

Kepada Yth,

1. **Kepala Puskesmas Kassi Kassi**
2. **Kepala Puskesmas Balla Parang**
3. **Kepala Puskesmas Minasa upa**
4. **Kepala Puskesmas Antang**

Di -
Tempat

Sehubungan Surat dari Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu No : 070/3366/SKP/SB/DPMPTSP/9/2024 Pemerintah Kota Makassar tanggal 06 Agustus 2024 2024, maka bersama ini di sampaikan kepada saudara bahwa :

Nama Ketua Tim	:	**NISMAWATI**
Pekerjaan	:	Mahasiswa S3 Kesehatan Masyarakat
Institusi	:	Universitas Hasanuddin
Tanggal Penelitian	:	Agustus 2024 s/d Maret 2025
Judul Skripsi	:	"DISTRIBUSI VIRUS DENGUE PENYEBAB DEMAM BERDARAH BERBASIS PEMERIKSAAN ANTIGEN NS1 DAN PEMETAAN PADA DATARAN TINGGI, SEDANG DAN RENDAH DI PROVINSI SULAWESI SELATAN"

Akan melaksanakan kegiatan penelitian di wilayah kerja yang saudara pimpin. Demikian disampaikan, atas kerjasamanya diucapkan terima kasih

a.n Kepala DinasKesehatan
Kota Makassar
Sekretaris

dr.H.AhmadAsy'Arie
Pangkat : Pembina / IV A
NIP : 198107312009011

Dipindai dengan CamScanner

PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
DINAS KESEHATAN
PUSKESMAS KASSI KASSI
Jalan Tamalate I No. 43 Makassar Kode Pos: 90222
Telp. (0411) 863356, E-mail : puskesmaskassikassi@gmail.com

SURAT KETERANGAN

No: 219/PKM-KS/445/V/2025

Berdasarkan surat dari Kepala Dinas Kesehatan Kota Makassar Nomor: 440/06/PSDK/DKK/IX/2024 tanggal 17 September 2024 perihal Izin Penelitian, pejabat yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Nama	: **NISMAWATI**
NIM/JURUSAN	: K013221009 / **Ilmu Kesehatan Masyarakat**
Pekerjaan	: Mahasiswi S3 UNHAS

Benar telah melakukan ***Penelitian*** di Puskesmas Kassi Kassi Kota Makassar, pada tanggal 05 Agustus 2024 s/d 30 April 2025 dalam rangka penyusunan ***Desertasi*** dengan judul " ***Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NSI dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang dan Rendah di Provinsi Sulawesi Selatan".***

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 20 Mei 2025
Plt. Kepala Puskesmas Kassi Kassi

dr. Irma Kusuma Azis, M.Kes
Pangkat : Pembina
NIP : 19800918 200901 2 00

Dipindai dengan CamScanner

PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
DINAS KESEHATAN
UPT PUSKESMAS BALLAPARANG
Jl. Nikel III No. 1, Ballaparang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan Kode Pos 90222
Call Center: 083137576063 E-mail: puskesmasballaparang@yahoo.com

SURAT KETERANGAN

No. 445/535/PKM-BLP/V/2025

Yang Bertanda Tangan di bawah Ini :

Nama	: dr. Ewi Linggo
NIP	: 19830813 200901 1 002
Pangkat/GOL	: Pembina TK I / IV b
Jabatan	: Plt. Kepala UPT Puskesmas Ballaparang

Menerangkan bahwa :

Nama	: Nismawati
NIM	: K013221025
Jurusan	: S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat
Institusi	: Universitas Hasanuddin
Judul	: Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang, dan Rendah Di Provinsi Sulawesi Selatan.

Benar telah melaksanakan penelitian di Puskesmas Ballaparang Kota Makassar sejak tanggal 05 Agustus s/d 10 April 2025.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 20 Mei 2025
Plt. Kepala UPT Puskesmas Ballaparang

dr. Ewi Linggo
Pangkat : Pembina TK.I/IV.b
NIP : 19830813 200901 1 002

Dipindai dengan CamScanner

PEMERINTAH KABUPATEN BULUKUMBA
DINAS KESEHATAN
BLUD UPT PUSKESMAS BONTOBANGUN
Jl. Andi Sultan Desa Bontobangun Kec. Rilau Ale Bulukumba Kode Pos 92553

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Nomor : 980/PKM-BTB/SKSP/V/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini, Pemimpin BLUD UPT Puskesmas Bontobangun Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba menerangkan bahwa :

Nama	: Nismawati
Nim	: K.013221025
Program Studi	: S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat
Institusi	: Universitas Hasanuddin Makassar
Alamat	: Jln. Bontotene Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa

Adalah benar telah selesai mengadakan Penelitian di Wilayah Kerja BLUD UPT Puskesmas Bontobangun Kecamatan Rilau Ale dalam rangka penyusunan Desertasi dengan Judul "***Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang, dan Rendah di Provinsi Sulawesi Selatan***" yang berlangsung mulai tanggal 05 Agustus 2024 s/d 30 April 2025.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bontobangun, 27 Mei 2025

Pemimpin BLUD UPT Puskesmas
Bontobangun

Bd. Hj. Yuliana, S.ST
NIP. 19721001 199302 2 006

Dipindai dengan CamScanner

PEMERINTAH KABUPATEN TANA TORAJA

DINAS KESEHATAN

UPT PUSKESMAS MAKALE

Jln. Nusantara No. 08 Makale, Kel. Bombongan, Kec. Makale, Kab. Tana Toraja,
Kode Pos 91811, TELPON (0423) 22122, Pos-Email:puskemakale@gmail.com

Nomor : 76 /10.TU/01/II/2025
Lampiran : -
Perihal : *Keterangan telah melakukan Penelitian*

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
Di -
Tempat

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : drg. Benedicta M. W. S
NIP : 19660307 1993122001
JABATAN : Kepala UPT Puskesmas Makale

Menerangkan bahwa :

NAMA : Nismawati
NIM : K013221025
JUDUL : Distribusi Virus Dengue Penyebab Demam Berdarah Berbasis Pemeriksaan Antigen NS1 dan Pemetaan Pada Dataran Tinggi, Sedang dan Rendah di Provinsi Sulawesi Selatan.

Benar-benar telah melakukan Penelitian di UPT Puskesmas Makale Kecamatan Makale Tanggal 14 Oktober 2024 Sampai 28 Februari 2025.

Demikian disampaikan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Makale, 28 Februari 2025

Kepala UPT Puskesmas Makale

drg. Benedicta M.W.S
NIP. 19660307 1993 122001

Dipindai dengan CamScanner