

**HUBUNGAN SUHU UDARA DAN KELEMBAPAN RELATIF DENGAN  
KELIMPAHAN LARVA-PUPA *AEDES SP.* DI WILAYAH URBAN  
KOTA MAKASSAR**



**ASMARIA KARAPA**

**K011221142**



**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN  
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2026**

**HUBUNGAN SUHU UDARA DAN KELEMBAPAN RELATIF DENGAN  
KELIMPAHAN LARVA-PUPA *Aedes sp.* DI WILAYAH URBAN  
KOTA MAKASSAR**

**ASMARIA KARAPA  
K011221142**



**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN  
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2026**

**HUBUNGAN SUHU UDARA DAN KELEMBAPAN RELATIF DENGAN  
KELIMPAHAN LARVA-PUPA *Aedes sp.* DI WILAYAH URBAN  
KOTA MAKASSAR**

ASMARIA KARAPA  
K011221142

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana  
Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat

pada

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2026**

## SKRIPSI

### HUBUNGAN SUHU UDARA DAN KELEMBAPAN RELATIF DENGAN KELIMPAHAN LARVA-PUPA *Aedes sp.* DI WILAYAH URBAN KOTA MAKASSAR

**ASMARIA KARAPA**  
**K011221142**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Kesehatan Masyarakat pada  
tanggal bulan Juli tahun 2026 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada



Departemen Kesehatan Lingkungan  
Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing Tugas Akhir,



Ruslan, SKM., MPH  
NIP 19790626 200212 1 002

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,



Dr. Hasnawati Amqam, SKM., M.Sc.  
NIP 19760418-200501 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Hubungan Suhu Udara dan Kelembapan Relatif dengan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes sp* di Wilayah Urban Kota Makassar" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Ruslan, SKM., MPH. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. 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 skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 15-Juli-2026



Asmaria Karapa  
NIM K011221142

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih, penyertaan, hikmat, kekuatan, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian perkuliahan, mulai dari menjadi mahasiswa baru hingga menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Dalam setiap proses yang dilalui, Tuhan senantiasa memberikan kekuatan untuk menghadapi berbagai tantangan, kesulitan, dan pembelajaran, sehingga penulis mampu bertahan dan menyelesaikan setiap tahapan dengan baik.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Matius Sampe Lelean dan Ibu Agustina Karapa, atas setiap doa yang tidak pernah putus, kasih sayang, cinta, perhatian, dukungan, serta segala pengorbanan yang telah diberikan dalam setiap langkah kehidupan penulis. Terima kasih karena selalu menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan alasan terbesar bagi penulis untuk terus berjuang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada saudara dan saudari penulis, Amsel, Ika, dan Feli, atas doa dan semangat yang senantiasa diberikan kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Indonesia atas kesempatan yang diberikan melalui program beasiswa selama masa perkuliahan. Bagi sebagian orang, menempuh pendidikan tinggi mungkin merupakan hal yang biasa, namun bagi penulis, kesempatan untuk berkuliah merupakan salah satu impian yang telah tumbuh sejak kecil. Melalui beasiswa ini, penulis memperoleh kesempatan untuk belajar, berkembang, memperluas wawasan, serta membentuk cara berpikir yang lebih terbuka dalam memandang dunia.

Ucapan terima kasih juga kepada seluruh dosen dan staff Departmen Kesling, terutama dosen pembimbing Bapak Ruslan, SKM., MPH. yang telah meluangkan waktu dalam memberikan arahan, bimbingan, selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen penguji Bapak Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M.Kes. dan Prof. Dr. drg. A. Arsunan, M.Kes. atas kritik, saran, dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini menjadi lebih baik. Tidak hanya memberikan ilmu, dosen penguji juga membantu penulis menjalani dan mempermudah setiap tahapan penyelesaian tugas akhir ini tanpa terlalu menuntut kesempurnaan.

Terima kasih untuk diri penulis sendiri karena berhasil *survive* dalam dunia perkuliahan dan kehidupan ini, terimakasih kepada Meli, teman seperjuangan sekaligus teman sebimbangan yang telah kebersamaan penulis mulai seminar proposal, proses penelitian yang sangat berat di lapangan, di bawah terik matahari dan berbagai penolakan responden hingga ujian akhir. Terima kasih karena selalu hadir dalam setiap proses, saling menguatkan, saling mengingatkan, dan menjadi teman berbagi cerita ketika penulis merasa lelah maupun jenuh, Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Beuty, Brain, Bingung (Meli, Puan, dan Anput), yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, selama menjalani kehidupan perkuliahan, terutama di Makassar. Kepada sobat semenjak SD (Yeye dan Dea) yang

berada di Tarakan, yang tidak lupa memberikan semangat dan dukungan dari kejauhan kepada penulis.

Terima kasih kepada teman-teman baik di Departemen Kesehatan Lingkungan Manusia Kecling (Aca, Anjum dan Ainun) serta Pajokka (Shieva, Dilmus, Dilla, Dija, dan Nadia), kepada teman baik penulis sejak awal perkuliahan, Anas dan Angel, dan Andra yang menjadi teman, kebersamaan penulis selama menjalani masa awal perkuliahan hingga masuk dalam departemen, serta berbagai pengalaman yang telah dilalui bersama sehingga perjalanan selama masa perkuliahan menjadi lebih bermakna.

Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Jual Beli Vektor, Posko PBL Pantai Bahari dan KKN Desa Tarowang atas kebersamaan, pengalaman, kerja sama, dan berbagai pembelajara pada masanya masing-masing. Ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada warga, pihak puskesmas, dan pemerintah setempat terutama di wilayah kerja Kelurahan Tammua, Sambung Jawa, dan Kaluku Bodoa yang menjadi lokasi penelitian penulis. Seluruh pengalaman tersebut menjadi bagian berharga dalam perjalanan akademik maupun pengembangan diri penulis.

Terimakasih untuk Universitas Hasanuddin dan Kota Makassar, 4 tahun penulis mendapatkan banyak pengetahuan di tempat ini, mengikuti kegiatan, organisasi, bertemu orang baru, pola pikir baru, dan menemukan makna hidup, semoga penulis dapat berkunjung kembali setelah kegiatan perkuliahan berakhir.

Semoga semua manusia dan pengalaman di kehidupan penulis, dapat menjadi pembelajaran kedepannya untuk terus bertumbuh dan berkembang dan semoga penulis dapat dipertemukan kembali di ketidaksengajaan berikutnya pada versi terbaik masing-masing, *see you on top, "Untuk segala sesuatu ada masanya, untuk apa pun di bawah langit ada waktunya."* (Penghotbah 3:1).

## ABSTRAK

ASMARIA KARAPA. **Hubungan Suhu Udara dan Kelembapan Relatif dengan kelimpahan Larva Pupa *Aedes sp.* di Wilayah Urban Kota Makassar** (dibimbing oleh Ruslan La Ane)

**Latar Belakang:** Kepadatan penduduk yang tinggi, perubahan fungsi lahan, serta munculnya fenomena *Urban Heat Island* (UHI) menciptakan kondisi yang ideal bagi nyamuk untuk berkembang biak. Wilayah urban Makassar memiliki variasi penggunaan lahan yang beragam, kondisi permukiman padat, kawasan komersial, industri, hingga ruang terbuka hijau yang dapat memengaruhi komposisi dan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp.* **Tujuan:** Menganalisis hubungan suhu dan kelembapan relatif dengan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp.* di wilayah urban kota Makassar. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain *cross-sectional* yang dilakukan pada tiga kelurahan wilayah urban Kota Makassar (Sambung Jawa, Tammua, dan Kaluku Bodoa) pada Maret–April 2026. Sampel penelitian berjumlah 107 rumah yang dipilih menggunakan teknik *multistage sampling* berbasis stratifikasi wilayah dan risiko kasus DBD, dengan pengumpulan data melalui lembar observasi larva-pupa, pengukuran suhu dan kelembapan selama 24 jam menggunakan Sensor DHT22/BME 280 berbasis IoT mikrokontroler ESP 32. Analisis data dilakukan secara univariat untuk mendeskripsikan karakteristik wadah dan secara bivariat menggunakan uji korelasi Spearman melalui perangkat lunak Jamovi **Hasil:** Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara suhu udara maupun kelembapan relatif dengan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp.* di wilayah urban Kota Makassar. Hal ini ditunjukkan oleh nilai signifikansi suhu minimum ( $p = 0,357$ ), suhu rata-rata ( $p = 0,455$ ), suhu maksimum ( $p = 0,706$ ), serta kelembapan relatif minimum ( $p = 0,801$ ), kelembapan relatif rata-rata ( $p = 0,949$ ), dan kelembapan relatif maksimum ( $p = 0,947$ ), yang seluruhnya memiliki nilai  $p > 0,05$ . **Kesimpulan:** Pada penelitian ini suhu dan kelembapan relatif tidak berhubungan secara langsung terhadap kelimpahan larva-pupa *Aedes sp.* di wilayah urban Kota Makassar, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis terkait hubungan dari faktor lingkungan dan faktor perilaku.

**Kata Kunci:** Suhu Udara, Kelembapan Relatif, Kelimpahan, Larva Pupa, Urban

## ABSTRACT

ASMARIA KARAPA. **Relationship between Air Temperature and Relative Humidity and the Abundance of *Aedes* sp. Larvae and Pupae in Urban Areas of Makassar City** (supervised by Ruslan La Ane).

**Background:** High population density, land-use changes, and the emergence of the Urban Heat Island (UHI) phenomenon create favorable environmental conditions for mosquito breeding. Urban areas of Makassar City are characterized by diverse land-use patterns, including densely populated residential areas, commercial zones, industrial areas, and urban green spaces, all of which may influence the composition and abundance of *Aedes* spp. larvae and pupae. **Purpose:** To analyze the relationship between air temperature and relative humidity and the abundance of *Aedes* spp. larvae and pupae in the urban areas of Makassar City. **Methods:** This analytical observational study employed a cross-sectional design and was conducted in three urban villages of Makassar City (Sambung Jawa, Tammua, and Kaluku Bodoa) from March to April 2026. A total of 107 households were selected using a multistage sampling technique based on area stratification and dengue risk. Data were collected through larval–pupal observation forms and 24-hour measurements of air temperature and relative humidity using IoT-based DHT22/BME280 sensors integrated with an ESP32 microcontroller. Univariate analysis was performed to describe the characteristics of breeding containers, while bivariate analysis was conducted using Spearman's rank correlation test in Jamovi software. **Results:** Spearman's rank correlation analysis revealed no statistically significant relationship between air temperature or relative humidity and the abundance of *Aedes* spp. larvae and pupae in the urban areas of Makassar City. This was indicated by the *p*-values for minimum temperature ( $p = 0.357$ ), mean temperature ( $p = 0.455$ ), maximum temperature ( $p = 0.706$ ), minimum relative humidity ( $p = 0.801$ ), mean relative humidity ( $p = 0.949$ ), and maximum relative humidity ( $p = 0.947$ ), all of which exceeded the significance level of 0.05. **Conclusion:** Air temperature and relative humidity were not directly associated with the abundance of *Aedes* spp. larvae and pupae in the urban areas of Makassar City. Future studies are recommended to investigate the influence of other environmental and behavioral factors on the abundance of *Aedes* sp. larvae and pupae.

**Keywords:** Air temperature, Relative humidity, Abundance, *Aedes* sp. larvae and pupae, Urban area.

## DAFTAR ISI

|                                                      | Halaman     |
|------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL.....</b>                            | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGAJUAN .....</b>                       | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                       | <b>iv</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>             | <b>v</b>    |
| <b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>                     | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                 | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                              | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                            | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                           | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                         | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR ISTILAH .....</b>                          | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>                         | <b>xv</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                       | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                             | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                            | 8           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                           | 8           |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                         | 9           |
| 1.5 Kajian Teori.....                                | 9           |
| 1.6 Kerangka Teori .....                             | 30          |
| 1.7 Kerangka Konsep.....                             | 31          |
| 1.8 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif ..... | 32          |
| <b>BAB II METODE PENELITIAN.....</b>                 | <b>33</b>   |
| 2.1 Jenis Penelitian.....                            | 33          |
| 2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....                 | 33          |
| 2.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....             | 33          |
| 2.4 Alat, Bahan, dan Cara Kerja .....                | 35          |
| 2.5 Pengumpulan Data .....                           | 36          |
| 2.6 Pengolahan dan Analisis Data .....               | 36          |
| 2.7 Penyajian Data .....                             | 37          |
| 2.8 Etika Penelitian .....                           | 37          |
| <b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>            | <b>39</b>   |
| 3.1 Hasil Penelitian .....                           | 39          |
| 3.2 Pembahasan.....                                  | 52          |
| 3.3 Keterbatasan Penelitian.....                     | 62          |
| <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>              | <b>63</b>   |
| 4.1 Kesimpulan .....                                 | 63          |
| 4.2 Saran .....                                      | 63          |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                          | <b>65</b>   |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                | <b>74</b>   |

## DAFTAR TABEL

| Nomor Urut                                                                                                                         | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Tabel 1.1</b> Tabel Sintesa .....                                                                                               | 23      |
| <b>Tabel 1.1</b> Definisi Operasional dan Kriteria Objektif .....                                                                  | 32      |
| <b>Tabel 2.1</b> Tabel populasi dan jumlah sampel .....                                                                            | 34      |
| <b>Tabel 3.1</b> Lokasi Penelitian di Kecamatan Mamajang dan Tammua Kota Makassar Tahun 2026 .....                                 | 39      |
| <b>Tabel 3.2</b> Distribusi Karakteristik Jenis Wadah di Kelurahan Sambung Jawa, Tammua, dan Kaluku Bodoa Kota Makassar 2026 ..... | 41      |
| <b>Tabel 3.3</b> Distribusi Karakteristik Wadah .....                                                                              | 41      |
| <b>Tabel 3.4</b> Uji normalitas .....                                                                                              | 42      |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor Urut                                                                                                                                                     | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Gambar 1.1</b> Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....                                                                                                            | 10      |
| <b>Gambar 1.2</b> Siklus Hidup Nyamuk .....                                                                                                                    | 11      |
| <b>Gambar 1.3</b> Kerangka Teori .....                                                                                                                         | 31      |
| <b>Gambar 1.4</b> Kerangka Konsep .....                                                                                                                        | 22      |
| <b>Gambar 3.1</b> Suhu rata-rata .....                                                                                                                         | 40      |
| <b>Gambar 3.2</b> Kelembapan Relatif .....                                                                                                                     | 40      |
| <b>Gambar 3.3</b> Scatter Plot Hubungan Suhu Udara dengan Kelimpahan Larva-Pupa<br><i>Aedes sp.</i> Berdasarkan Wilayah Urban Kota Makassar Tahun 2026..       | 43      |
| <b>Gambar 3.4</b> <i>Scatter Plot</i> Hubungan Kelembapan Relatif dengan Kelimpahan Larva<br>Pupa <i>Aedes sp</i> di Wilayah Urban Kota Makassar .....         | 45      |
| <b>Gambar 3.5</b> Pola Spasial Suhu Rata-Rata dan Kelimpahan Larva Pupa <i>Aedes sp</i> di<br>Kelurahan Sambung Jawa Kota Makassar Tahun 2026 .....            | 46      |
| <b>Gambar 3.6</b> Pola Spasial Suhu Rata-Rata dan Kelimpahan Larva Pupa <i>Aedes sp</i> di<br>Kelurahan Sambung Jawa Kota Makassar Tahun 2026 .....            | 47      |
| <b>Gamabar 3.7</b> Pola Spasial Suhu Rata-Rata dan Kelimpahan Larva Pupa <i>Aedes sp</i><br>di Kelurahan Tammua Kota Makassar Tahun 2026 .....                 | 48      |
| <b>Gambar 3.8</b> Pola Spasial Kelembapan Relatif dan Kelimpahan Larva Pupa <i>Aedes</i><br><i>sp</i> di Kelurahan Tammua Kota Makassar Tahun 2026 .....       | 49      |
| <b>Gambar 3.9</b> Pola Spasial Kelembapan Relatif dan Kelimpahan Larva Pupa <i>Aedes</i><br><i>sp</i> di Kelurahan Kaluku Bodoa Kota Makassar Tahun 2026 ..... | 50      |
| <b>Gambar 3.10</b> Pola Spasial Kelembapan Relatif dan Kelimpahan Larva Pupa <i>Aedes</i><br><i>sp</i> di Kelurahan Kaluku Bodoa Kota Makassar Tahun 2026..... | 51      |

**DAFTAR LAMPIRAN**

| Nomor Urut                                                            | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Lampiran 1 Formulir Pemeriksaan Larva dan Pupa .....               | 64      |
| 2. Lampiran 2 Output Penelitian Analisis Univariat dan Bivariat ..... | 66      |
| 3. Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan .....                              | 70      |
| 4. Lampiran 4 Surat Izin .....                                        | 71      |

## DAFTAR ISTILAH

| <b>Istilah</b>           | <b>Arti dan Penjelasan</b>                                                                                                                                     |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aedes sp.                | Kelompok nyamuk dari genus <i>Aedes</i> yang berperan sebagai vektor penyakit, seperti demam berdarah dengue.                                                  |
| Internet of Things (IoT) | Teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirim, dan memantau data secara otomatis.          |
| Kelimpahan               | Jumlah individu larva–pupa <i>Aedes</i> spp. yang ditemukan pada lokasi atau unit pengamatan tertentu.                                                         |
| Kelembapan Relatif       | Persentase kandungan uap air di udara dibandingkan dengan jumlah maksimum uap air yang dapat ditampung udara pada suhu tertentu                                |
| Larva–Pupa               | Tahapan perkembangan nyamuk sebelum menjadi nyamuk dewasa, yang terdiri atas fase larva dan pupa di lingkungan perairan                                        |
| Sensor                   | Perangkat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur perubahan kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembapan, kemudian mengubahnya menjadi data           |
| Suhu Udara               | Tingkat panas atau dinginnya udara pada suatu tempat yang diukur dalam derajat Celsius (°C).                                                                   |
| Urban                    | Wilayah perkotaan yang ditandai oleh kepadatan penduduk tinggi, pembangunan yang intensif, serta dominasi aktivitas nonpertanian                               |
| Urban Heat Island (UHI)  | Fenomena meningkatnya suhu di wilayah perkotaan dibandingkan daerah sekitarnya akibat dominasi bangunan, jalan beraspal, dan berkurangnya ruang terbuka hijau. |

## DAFTAR SINGKATAN

| Singkatan   | Kepanjangan                                                                           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| %RH         | <i>Relative Humidity</i> (Kelembapan Relatif)                                         |
| 3M Plus     | Menguras, Menutup, Mendaur Ulang/Memanfaatkan Kembali, serta upaya pencegahan lainnya |
| °C          | <i>Degree Celsius</i> (Derajat Celsius)                                               |
| BME280      | <i>Bosch Environmental Sensor 280</i>                                                 |
| BMKG        | Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika                                         |
| DBD         | Demam Berdarah Dengue                                                                 |
| DHT22       | <i>Digital Humidity and Temperature Sensor 22</i>                                     |
| ESP32       | <i>Espressif Systems 32</i>                                                           |
| GIS         | Geographic Information System                                                         |
| GPS         | Global Positioning System                                                             |
| IoT         | Internet of Things                                                                    |
| Kemenkes RI | Kementerian Kesehatan Republik Indonesia                                              |
| PSN         | Pemberantasan Sarang Nyamuk                                                           |
| UHI         | Urban Heat Island                                                                     |
| WHO         | World Health Organization                                                             |

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Demam berdarah merupakan penyakit infeksi yang ditularkan melalui arthropoda (*arboviral*) dan disebabkan oleh virus *dengue* (DENV) dari famili *Flaviviridae*. Terdapat empat serotipe DENV, yaitu DENV-1 hingga DENV-4, yang secara antigen maupun genetik berbeda satu sama lain. Keempatnya tersebar di berbagai belahan dunia dan dapat menginfeksi manusia. Infeksi *dengue* menimbulkan berbagai manifestasi klinis, mulai dari tidak bergejala sama sekali hingga menimbulkan kondisi berat seperti demam berdarah atau Sindrom Syok Dengue (DSS) yang berpotensi mengancam jiwa (Halim & Rifai, 2024). Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* maupun *Aedes albopictus*. Dalam beberapa tahun terakhir, angka kejadiannya meningkat tajam di berbagai negara, terutama di kawasan beriklim tropis dan subtropik (Sahawati et al., 2025).

Hingga 30 April 2024, WHO menerima laporan lebih dari 7,6 juta kasus dengue, termasuk 3,4 juta kasus terkonfirmasi laboratorium, lebih dari 16.000 kasus berat, serta lebih dari 3.000 kematian. Dalam lima tahun terakhir, peningkatan jumlah kasus secara global sangat signifikan, namun kenaikan paling mencolok terjadi di Kawasan Amerika. Di wilayah tersebut, jumlah kasus telah menembus angka tujuh juta pada akhir April 2024, melampaui rekor tahun 2023 yang sebelumnya mencapai 4,6 juta kasus (WHO, 2024).

Sepanjang tahun 2024, penularan dengue yang terus berlangsung, ditambah dengan peningkatan kasus yang tidak terduga, menyebabkan tercatatnya angka tertinggi lebih dari 14,6 juta kasus dan lebih dari 12.000 kematian akibat dengue. Kawasan Amerika menjadi penyumbang terbesar beban penyakit global tersebut, dengan lebih dari 13 juta kasus yang dilaporkan ke *World Health Organization* (WHO, 2025). Jumlah penderita DBD di Indonesia sendiri masih mengalami fluktuasi pada periode tahun 2015- 2022. Pada tahun 2015 jumlah yang terjangkit DBD sebesar 129.650, tahun 2016 mengalami kenaikan menjadi 204.171, tahun 2017 dan 2018 mengalami penurunan di mana 2017 berjumlah 68.407 dan 2018 sebesar 65.602. Lalu kembali naik dengan jumlah yang signifikan per tahun 2019 berjumlah 138.127, tahun 2020 sebesar 103.509. Pada akhir tahun 2022 jumlah kasus DBD di Indonesia mencapai 143.000 kasus (Rakhmatsani & Susanna, 2024). Tahun 2024 tercatat sebagai puncak kasus DBD di Indonesia, dengan lebih dari 1.400 kematian. Hingga Mei 2025, Kementerian Kesehatan mencatat lebih dari 56.000 kasus DBD dan 250 kematian (Kemenkes, 2025). Di Sulawesi Selatan, sebanyak 2.714 kasus DBD dilaporkan pada tahun 2020 dengan angka kejadian sebesar 29,6 per 100.000 penduduk, termasuk di Kota Makassar (Rasjid et al., 2025).

Permasalahan DBD di Indonesia muncul hampir setiap tahun dengan kecenderungan peningkatan jumlah kasus yang terjadi di berbagai wilayah. Faktor utama yang memengaruhi tingginya angka kejadian penyakit ini antara lain mobilitas serta kepadatan penduduk, ditambah dengan kondisi iklim tropis yang sangat mendukung perkembangbiakan *Aedes aegypti* (Rasjid et al., 2025). Salah satu pemicu meningkatnya kasus DBD adalah bertambahnya populasi nyamuk dan kepadatan *larva Aedes aegypti* di area permukiman. Nyamuk jenis ini merupakan vektor utama penyebab DBD. Indeks entomologi digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui tingkat kepadatan larva *Aedes aegypti* di lingkungan permukiman. Pengukuran indeks ini penting dilakukan untuk menilai potensi penularan virus dengue oleh vektor tersebut di suatu area (Sarirah & Khoiriyah, 2024).

Tingginya kasus DBD di masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti keadaan lingkungan, tingkat pengetahuan, dan kebiasaan masyarakat dalam melakukan upaya pencegahan. Selain itu, pertumbuhan populasi nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama juga berperan besar dalam meningkatnya jumlah penderita. Karena itu, diperlukan metode pengendalian yang efektif untuk membatasi perkembangan nyamuk tersebut (Rasjid et al., 2025). Program pengendalian populasi nyamuk vektor dipilih pemerintah sebagai langkah utama untuk menekan penyebaran demam dengue, mengingat hingga kini belum tersedia vaksin maupun obat yang spesifik. Di Indonesia, strategi pengendalian vektor dilakukan melalui berbagai pendekatan, termasuk metode mekanis, lingkungan, kimia, serta biologis. Seluruh metode tersebut bertujuan menurunkan populasi nyamuk, sekaligus menghambat proses replikasi dan penularan arbovirus (Adrianto et al., 2024).

Kejadian Luar Biasa (KLB) DBD umumnya muncul saat intensitas curah hujan meningkat, karena kondisi tersebut mendorong bertambahnya aktivitas vektor dengue. Hingga kini, belum tersedia obat yang secara khusus dapat menyembuhkan demam berdarah dengue (Tansil et al., 2021). Curah hujan memiliki hubungan erat dengan jumlah populasi nyamuk, yang dipengaruhi oleh keberadaan lokasi perkembangbiakan berupa genangan air. Semakin sering hujan turun, semakin banyak pula tempat bagi nyamuk untuk bertelur, sehingga populasi vektornya meningkat. Meski begitu, curah hujan yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat mengurangi habitat nyamuk (Kurniawan & Joyodiningrat, 2024). Nyamuk *Aedes* spp. bersifat diurnal, artinya aktif mencari makan atau mengisap darah pada siang hari, mulai dari sekitar pukul 08.00–12.00 sore hingga menjelang antara pukul 15.00–17.00. Spesies *Aedes aegypti* lebih sering dijumpai di dalam rumah, sedangkan *Aedes albopictus* umumnya hidup di area luar seperti kebun atau halaman (Izzatina et al., 2023).

Vektor penyebab penularan DBD sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim yang dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit. Kenaikan suhu udara serta meningkatnya curah hujan berdampak pada ekosistem hewan, termasuk mempercepat proses metamorfosis nyamuk (Ernyasih et al., 2021). Selain itu, perubahan iklim juga berperan dalam meningkatnya keberadaan beberapa jenis

virus, terutama pada pergantian musim yang ditandai dengan curah hujan tinggi, suhu hangat, dan kelembaban udara yang relatif tinggi (Eryansih et al., 2021)

Lingkungan yang mendukung pertumbuhan vektor *Aedes aegypti* sangat dipengaruhi oleh keberadaan tempat perindukan larva di sekitar pemukiman, kondisi geografis yang sesuai, suhu udara, tingkat kelembaban, keberadaan ikan pemangsa larva, serta tanaman yang berfungsi mengusir nyamuk. Selain faktor lingkungan, perilaku atau kebiasaan manusia juga berperan dalam menentukan keberadaan vektor ini. Beberapa di antaranya meliputi frekuensi membersihkan atau menguras tempat penampungan air, kebiasaan menutup wadah air, tingkat kepadatan hunian, pemasangan kawat pada ventilasi, penggunaan kelambu, pemakaian larvasida, penggunaan insektisida di dalam rumah, serta kebiasaan menggantung pakaian (Oktafiani et al., 2025).

Suhu optimal untuk pertumbuhan nyamuk berada di bawah 24°C. Perubahan suhu dapat memengaruhi peningkatan jumlah nyamuk, di mana suhu yang lebih tinggi mempercepat perkembangan larva, meningkatkan aktivitas menggigit, serta memperpendek masa inkubasi ekstrinsik virus. Masa inkubasi ekstrinsik yang lebih singkat, ditambah dengan frekuensi gigitan yang lebih sering, dapat meningkatkan risiko penularan DBD. Waktu yang dibutuhkan virus untuk berkembang di dalam tubuh nyamuk hingga dapat ditularkan ke inang berkisar 8–12 hari pada suhu 25°C–27°C (Khairinnisa et al., 2025). Populasi nyamuk cenderung meningkat seiring naiknya suhu udara, kemudian menurun kembali setelah melewati batas suhu tertentu. Suhu ideal bagi kelangsungan hidup nyamuk dewasa umumnya berada pada rentang 25–30 °C, meskipun kisaran pastinya dapat berbeda tergantung spesies vektornya (Lim et al., 2021).

Larva *Aedes aegypti* dapat berkembang dengan baik pada tingkat kelembaban antara 60–90%, di mana 60% merupakan batas minimum yang memungkinkan nyamuk dapat bertahan hidup. Kelembaban berpengaruh terhadap ukuran populasi nyamuk karena terkait dengan fungsi spirakel lubang pernapasan pada tubuh nyamuk. Ketika kelembaban udara menurun, tidak ada mekanisme yang dapat menjaga spirakel tetap tertutup, sehingga spirakel akan terbuka lebar. Kondisi ini menyebabkan cairan tubuh nyamuk cepat menguap, mengakibatkan dehidrasi dan pada akhirnya memperpendek umur nyamuk (Olivia et al., 2025). Penelitian Gunasari (2024), menunjukkan bahwa suhu yang lebih panas dapat mempercepat siklus hidup nyamuk. Kelembaban ideal bagi pertumbuhan nyamuk berada pada kisaran 70%–90%, dan terdapat hubungan positif antara tingginya curah hujan dengan peningkatan jumlah *Aedes* spp. Kondisi-kondisi tersebut akhirnya mendorong pertambahan populasi nyamuk. Semua faktor ini berperan dalam proses perkembangbiakan nyamuk yang berujung pada meningkatnya kepadatan vektor (Gunasari et al., 2024).

Kepadatan jentik *Aedes aegypti* mengacu pada jumlah jentik yang ditemukan di berbagai Tempat Penampungan Air (TPA), baik yang berada di dalam maupun di luar rumah, termasuk fasilitas umum, yang umumnya berada dalam radius maksimal sekitar 500 meter dari permukiman. Tingginya populasi jentik *Aedes* sp. dapat meningkatkan risiko penularan penyakit DBD di

masyarakat. Oleh sebab itu, untuk menilai efektivitas upaya pengendalian vektor DBD, perlu dilakukan pengukuran tingkat kepadatan jentik atau *Density Figure* (Luter et al., 2025).

Peningkatan kasus serta meluasnya wilayah endemis DBD dipengaruhi oleh tingginya mobilitas masyarakat dan meningkatnya kepadatan penduduk. Nyamuk penyebab penularan DBD (*Aedes aegypti*.) telah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, ditambah dengan masih sering digunakannya berbagai jenis Tempat Penampungan Air (TPA) tradisional seperti tempayan, ban bekas, drum, dan lainnya. Tingkat keterlibatan masyarakat dalam upaya pencegahan DBD dapat dilihat dari rendahnya Angka Bebas Jentik (ABJ) di rumah, sekolah, maupun fasilitas umum. Secara nasional, target ABJ yang diperlukan untuk membatasi penyebaran DBD adalah minimal 95% (Lamposo et al., 2024).

Monitoring kelimpahan populasi *Aedes aegypti* sangat penting untuk menilai tingkat ancaman penyakit serta meningkatkan efektivitas upaya pemberantasan sarang nyamuk. Pengukuran populasi nyamuk dilakukan dengan memeriksa seluruh tempat penampungan air, baik di dalam maupun di luar rumah, menggunakan tiga jenis indeks yaitu *Container Index* (CI), *House Index* (HI), *Breteau Index* (BI), serta angka bebas jentik. Kepadatan jentik *Aedes* sp. menunjukkan jumlah jentik yang ditemukan pada berbagai wadah penampung air di lingkungan rumah maupun area publik, biasanya dalam radius tidak lebih dari 500 meter dari permukiman. Jarak antar rumah berperan besar dalam penyebaran nyamuk ini; semakin dekat letaknya, semakin tinggi kemungkinan penularan dan penyebaran nyamuk terjadi (Luter et al., 2025).

Proses urbanisasi dapat memperluas tempat berkembangnya larva nyamuk, khususnya bagi spesies yang dekat dengan aktivitas manusia seperti *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, karena meningkatnya jumlah sampah, wadah, serta berbagai benda yang mampu menampung air. Kenaikan suhu yang terjadi akibat urbanisasi juga dapat memengaruhi struktur komunitas nyamuk dan pola penularan patogen melalui berbagai cara. Selain itu, setiap spesies nyamuk memiliki kemampuan toleransi suhu yang berbeda-beda, baik terhadap suhu minimum, maksimum, maupun perubahan suhu harian (Montgomery et al., 2025).

Wilayah pusat kota sejak lama dianggap berisiko tinggi terhadap penularan demam berdarah. Hal ini disebabkan oleh tingginya kepadatan penduduk yang memungkinkan nyamuk vektor menyebarkan virus *dengue* (DENV) kepada banyak individu rentan tanpa harus berpindah jauh. Selain itu, mobilitas manusia yang tinggi menuju dan dari area dengan tingkat penularan tinggi turut memperbesar risiko. Masalah infrastruktur, seperti sistem pengelolaan air dan limbah yang tidak berfungsi optimal, serta aktivitas masyarakat yang menghasilkan berbagai tempat potensial bagi *Aedes aegypti* untuk bertelur mulai dari ban bekas, wadah kecil yang dapat menampung genangan air, hingga wadah besar untuk penyimpanan air rumah tangga semakin memperparah kondisi. Keseluruhan faktor tersebut mendukung

tingginya populasi vektor di pusat kota, yang menyediakan kondisi ideal bagi penularan arbovirus secara berkelanjutan (Man et al., 2023)

Kepadatan serta keberadaan larva nyamuk sangat dipengaruhi oleh variasi jenis wilayah dalam lingkungan perkotaan. Setiap tipe area mulai dari kawasan dengan penduduk sangat padat, wilayah dengan kepadatan sedang hingga rendah, sampai area yang memiliki vegetasi seperti perkebunan dan daerah sekitar danau menunjukkan perbedaan nyata dalam jumlah dan jenis larva nyamuk yang ditemukan. *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* umumnya lebih banyak dijumpai di kawasan urban yang padat serta daerah yang memiliki banyak wadah buatan manusia, seperti kontainer, alat penggiling batu, dan ban bekas. Sebaliknya, area yang lebih hijau seperti perkebunan cenderung memiliki keanekaragaman spesies nyamuk yang lebih besar, tetapi densitas *Aedes* lebih rendah. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa karakteristik wilayah termasuk tingkat urbanisasi, keberadaan pohon, sumber air, dan aktivitas manusia sangat memengaruhi variasi kepadatan dan distribusi larva nyamuk di lingkungan perkotaan (Dharmamuthuraja et al., 2023).

Penelitian Ferraguti (2016) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan mencolok dalam kepadatan dan keanekaragaman spesies nyamuk antara wilayah urban, rural, dan natural. Daerah natural dan rural cenderung memiliki populasi serta jumlah spesies yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan perkotaan. Kondisi ini disebabkan karena lingkungan natural dan rural menyediakan habitat yang lebih ideal bagi nyamuk, seperti keberadaan lahan basah, vegetasi yang lebih lebat, dan sumber air alami yang mendukung proses perkembangbiakan dan tempat beristirahat. Sebaliknya, wilayah urban umumnya menunjukkan kepadatan nyamuk yang lebih rendah akibat tingginya pembangunan, dominasi permukaan keras yang tidak menyerap air, padatnya aktivitas manusia, serta upaya pengendalian vektor yang menekan jumlah populasi. Dengan demikian, perbedaan karakteristik antara wilayah urban, rural, dan natural membentuk pola yang konsisten (Ferraguti et al., 2016).

Kepadatan penduduk yang besar, perubahan fungsi lahan, serta munculnya fenomena *Urban Heat Island* (UHI) menciptakan kondisi yang ideal bagi nyamuk untuk berkembang biak dan meningkatkan penyebaran demam berdarah. Pemanasan global turut memperbesar potensi penularan penyakit ini. Setiap kenaikan suhu 1 °C dapat meningkatkan risiko infeksi sekitar 13%, dengan wilayah beriklim monsun tropis dan subtropis lembap menjadi yang paling rentan. Kehadiran pulau panas perkotaan semakin mempertinggi risiko tersebut karena menghasilkan suhu yang tetap tinggi dan stabil, sehingga mendukung aktivitas nyamuk dan keberlangsungan penyebaran virus (Sureshkumar & Shekhar, 2025).

Dengan adanya perubahan penggunaan lahan yang terjadi dalam suatu kota secara tidak langsung berdampak dengan meningkatnya suhu permukaan pada daerah pusat kota atau biasa disebut sebagai fenomena *Urban Heat Island* (UHI). UHI adalah suatu fenomena meningkatkan suhu udara perkotaan seiring dengan meningkatnya pembangunan dan aktivitas manusia di wilayah tersebut.

UHI dicirikan seperti pulau udara permukaan panas yang terpusat di wilayah kota terutama pada daerah pusat kota dan akan semakin turun temperaturnya di daerah sekelilingnya yakni pada daerah pinggir kota. Hal ini dikarenakan terdapat dominasi material buatan yang menampung panas (*heat storage*) di wilayah kota (Ramadhan et al., 2024).

Walaupun suhu yang sangat tinggi dapat mematikan nyamuk, kondisi udara yang lebih hangat justru mendukung kelangsungan hidup vektor tersebut. Curah hujan yang tinggi dan berlangsung terus-menerus juga menciptakan lebih banyak lokasi potensial untuk tempat berkembang biak di sekitar area permukiman. Perubahan pola hujan turut memicu terbentuknya genangan air, yang menjadi habitat ideal bagi pertumbuhan larva nyamuk (Arivadany, 2024). Selain itu, kelembaban udara yang rendah cenderung memperpendek umur nyamuk, sedangkan kelembaban tinggi dapat meningkatkan masa hidupnya, sehingga memperbesar peluang terjadinya penularan penyakit (Rahmasari et al., 2025).

Kenaikan suhu berpengaruh terhadap dinamika populasi *A. aegypti* dan, pada akhirnya, terhadap penularan virus dengue. Suhu tinggi dengan fluktuasi harian yang rendah—seperti yang terjadi pada fenomena UHI diketahui dapat meningkatkan jumlah virus yang terbawa oleh nyamuk. Pengaruh suhu terhadap laju metabolisme organisme ektotermik, termasuk serangga, telah banyak dibuktikan sebelumnya. Temuan penelitian menunjukkan bahwa suhu yang lebih hangat (28°C dan 32°C) mempercepat perkembangan larva *A. aegypti* dan meningkatkan frekuensi mengisap darah serta bertelur, sehingga wilayah dengan kondisi suhu lebih tinggi menjadi lebih menguntungkan bagi reproduksi nyamuk (Araujo et al., 2014).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fyie et al. (2023) menunjukkan bahwa kenaikan suhu yang menyerupai kondisi UHI dapat secara signifikan memengaruhi fisiologi nyamuk, yang memasuki fase diapause yang penting untuk bertahan hidup di musim dingin. Nyamuk yang hidup pada kenaikan suhu 2–4°C dari kondisi normal ternyata mengalami hambatan dalam memulai diapause, sehingga tetap aktif, lebih sering mencari darah, serta mampu berkembang biak meskipun seharusnya sudah memasuki periode dormansi. Nyamuk yang terpapar suhu lebih tinggi juga lebih cepat dan peningkatan frekuensi menggigit, sehingga memperpanjang potensi penularan penyakit. Peningkatan suhu lingkungan, khususnya di kawasan perkotaan, dapat memperpanjang aktivitas nyamuk dan risiko penularan penyakit, meskipun berdampak negatif pada keberlangsungan hidup mereka (Fyie et al., 2023).

Hasil penelitian Abbasi (2025) menunjukkan bahwa perubahan iklim yang ditandai kenaikan suhu dan penurunan curah hujan telah meningkatkan kelimpahan *Aedes* secara signifikan di tiga tipe wilayah berbeda di Provinsi Tehran. Kepadatan nyamuk sebesar 87,5% di wilayah urban dan dua kali lipat di wilayah peri-urban serta wilayah alami selama dua dekade terakhir. Studi biologis memperlihatkan adanya peningkatan umur hidup nyamuk (+50%), produksi telur (+50%), dan laju perkembangan larva (+33%) pada kondisi suhu yang lebih

hangat. Pemodelan prediktif mengindikasikan adanya ekspansi habitat layak sebesar 83% pada tahun 2050 di bawah skenario iklim RCP8.5. Data epidemiologis menunjukkan peningkatan kasus dengue sebesar 200% di wilayah urban serta kenaikan 140–150% di wilayah peri-urban dan alami (Abbasi, 2025).

Sebagai salah satu wilayah perkotaan di Indonesia, Kota Makassar telah mengalami ekspansi besar-besaran selama beberapa dekade terakhir, yang mengakibatkan perubahan penggunaan lahan dan struktur di daerah pinggiran kota sekitarnya. Berdasarkan penelitian Arifin, 2023 analisis spasial penggunaan lahan, terjadi peningkatan yang sangat signifikan dalam penggunaan ruang (tidak terbangun) dalam kurun waktu 15 tahun (2001–2016). Baru-baru ini, pembangunan terfokus pada pusat kota (Kelurahan Makassar, Ujung Tanah, Mariso, Wajo, Bontoala, dan Ujung Pandang), di mana lahan terbangun mengalami stagnasi, dan ruang kosong sebagian besar digunakan sebagai ruang terbuka hijau, lapangan, dan tempat parkir. Pembangunan lebih mengarah pada pola intensifikasi, khususnya pembangunan vertikal. Sementara itu, penyebaran lahan terbangun di Makassar bergeser ke arah utara Kabupaten Maros (Kelurahan Bringkanaya dan Tamalanrea), dan ke timur ke Gowa, serta Kabupaten Takalar (Tamalate). proyeksi Kota Makassar untuk 15 tahun ke depan pasti akan melebihi ambang batas ini. Oleh karena itu perlunya kebijakan kota untuk membatasi konversi lahan apa pun yang tidak mempertimbangkan faktor lingkungan atau ekologis (Arifin et al., 2023).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Knoblauch et al. (2024) di Rio de Janeiro, Brasil, diperoleh bahwa kepadatan tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* yang dideteksi menggunakan citra satelit resolusi tinggi dan citra street view memiliki hubungan yang signifikan secara statistik dengan kepadatan telur dan larva nyamuk yang diukur melalui ovitrap ( $p \leq 0,05$ ). Penelitian ini menunjukkan bahwa fitur lingkungan perkotaan seperti tangki air, ban bekas, saluran air, kantong plastik, dan tanaman dalam pot dapat digunakan sebagai indikator spasial untuk memodelkan kepadatan nyamuk. Pendekatan yang digunakan bersifat skala makro di area urban, dengan memanfaatkan citra satelit resolusi tinggi untuk memetakan distribusi kepadatan nyamuk secara luas, tanpa melakukan pengukuran mikroklimat *in-situ* di dalam rumah warga (Knoblauch et al., 2024).

Penelitian secara *in-situ* menggunakan sensor mikro untuk mengukur suhu dan kelembapan menjadi sangat penting dalam mengkaji kepadatan jentik, larva, dan pupa nyamuk di wilayah urban Kota Makassar, karena kondisi mikroklimat di tingkat rumah tangga dan lingkungan sekitar tidak dapat direpresentasikan secara akurat oleh data skala makro. Peningkatan pembangunan fisik, kepadatan bangunan, serta intensitas aktivitas manusia di kawasan perkotaan berkontribusi terhadap fenomena peningkatan suhu udara perkotaan (*Urban Heat Island*), yang secara langsung memengaruhi siklus hidup dan produktivitas vektor nyamuk. Oleh karena itu, pengukuran mikroklimat secara langsung di lapangan diperlukan untuk memperoleh gambaran kondisi

lingkungan riil yang menentukan dinamika kepadatan stadium pradewasa nyamuk, serta sebagai dasar perumusan strategi pengendalian vektor yang lebih tepat sasaran di kawasan urban.

Kota Makassar merupakan salah satu kota terbesar di Kawasan Indonesia Timur (KTI) yang memiliki potensi terjadinya fenomena *urban heat island* sebagai akibat dari tingkat laju yang tinggi. Pembangunan atas pemenuhan kebutuhan masyarakat yang pesat di Kota Makassar mengakibatkan alih fungsi kawasan tidak terbangun menjadi kawasan terbangun yang juga berdampak terhadap penurunan ruang terbuka hijau (Mujahid et al., 2023).

Karakteristik ini menjadikan lingkungan urban Makassar sangat potensial sebagai lokasi perkembangbiakan vektor penyakit, khususnya *Aedes*, yang menjadi penyebab utama penularan DBD, variasi struktur lanskap urban memiliki pengaruh langsung terhadap keberadaan dan kepadatan larva nyamuk. Area dengan konsentrasi penduduk tinggi dan banyaknya wadah buatan manusia seperti kontainer air, ban bekas, dan tempat penampungan air informal terbukti menjadi habitat utama *Aedes aegypti*. Temuan ini sangat relevan bagi area urban Kota Makassar. Wilayah urban Makassar memiliki variasi penggunaan lahan yang beragam permukiman padat, kawasan komersial, industri, hingga ruang terbuka hijau yang dapat memengaruhi komposisi dan kelimpahan larva pupa *Aedes*. Sehingga penelitian ini akan dilakukan pada wilayah Urban Kota Makassar.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik suhu dan kelembaban relatif berdasarkan gradien morfologi urban Kota Makassar?
2. Bagaimana hubungan suhu dengan kelimpahan larva–pupa *Aedes sp.* pada zona gradien urban kota Makassar?
3. Bagaimana hubungan kelembaban relatif dengan kelimpahan larva–pupa *Aedes sp.* pada zona gradien urban kota Makassar?
4. Bagaimana pola spasial pengaruh iklim mikro (suhu dan kelembaban) dengan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp.* di wilayah urban kota Makassar?

## 1.3. Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Untuk menganalisis hubungan suhu udara dan kelembaban relatif dengan kelimpahan larva pupa *Aedes sp.* di wilayah urban kota Makassar.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis karakteristik suhu udara dan kelembaban relatif pada zona gradien urban kota Makassar.
2. Menganalisis hubungan suhu dengan kelimpahan larva pupa *Aedes sp.* pada zona urban kota Makassar.
3. Menganalisis hubungan kelembaban relatif dengan kelimpahan larva pupa *Aedes sp.* pada zona urban kota Makassar.

4. Menggambarkan pola spasial pengaruh iklim mikro (suhu udara dan kelembapan relatif) dengan tingkat kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp di zona urban kota makassar

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1. Manfaat Teoretis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah literatur mengenai entomologi kesehatan, khususnya hubungan antara faktor iklim mikro (suhu udara dan kelembapan relatif) dengan kelimpahan larva pupa *Aedes* sp. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar pengembangan model prediksi sederhana untuk mengestimasi periode peningkatan populasi nyamuk dewasa.

### **1.4.2 Manfaat Praktis**

1. Memberikan informasi berbasis data lapangan bagi Dinas Kesehatan Kota Makassar untuk merencanakan intervensi pengendalian vektor secara lebih tepat waktu.
2. Menjadi acuan bagi kader kesehatan, petugas jumantik, dan masyarakat dalam memahami faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangbiakan nyamuk.
3. Memperkuat strategi PSN (Pemberantasan Sarang Nyamuk) melalui pendekatan berbasis iklim mikro lingkungan rumah.

## **1.5 Kajian Teori**

### **1.5.1 Nyamuk *Aedes***

Nyamuk *Aedes aegypti*, yang memiliki ciri khas belang hitam-putih, tubuhnya memiliki pola garis-garis putih menyerupai pita keperakan pada latar berwarna hitam. Ukurannya relatif kecil, dengan panjang tubuh sekitar 3–4 mm. Ciri khas nyamuk ini terlihat pada bagian badan dan kepalanya yang memiliki bintik-bintik hitam dan putih, serta adanya cincin berwarna putih pada bagian kakinya (Repelita, 2024). *Aedes albopictus* menunjukkan ciri morfologi berupa femur kaki belakang yang memiliki garis putih memanjang pada bagian posterior dengan warna dasar hitam pekat. Pada bagian pleura, sisik berwarna putih tampak tersebar tidak beraturan. Karakteristik ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya. Pada bagian toraks, mesonotum memiliki satu garis putih tipis di tengah, sedangkan seluruh sisik pada scutum berwarna gelap. Di area pangkal sayap terlihat akumulasi sisik putih yang cukup lebar. Sisik putih pada pleura tidak tersusun membentuk pola garis, melainkan tersebar secara acak. Tibia tidak memperlihatkan adanya cincin putih, sementara cakar pada tarsi depan dan tengah berbentuk sederhana tanpa gerigi. Selain itu, pada bagian abdomen ditemukan adanya bercak berwarna putih (Jasmi et al., 2024).

#### **1.5.1.1 Karakteristik dan Morfologi**

Nyamuk merupakan salah satu vektor penting penyebab penularan berbagai penyakit di wilayah tropis.

Salah satu spesies yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyebarkan penyakit adalah *Aedes aegypti*, yang dikenal sebagai vektor utama Demam *Dengue*. Spesies ini banyak ditemukan di daerah tropis maupun subtropis (Manap Trianto, 2025). Klasifikasi *Aedes aegypti* menurut Adrianto (2023) adalah sebagai berikut:

|           |                        |
|-----------|------------------------|
| Kingdom   | : <i>Animalia</i>      |
| Phylum    | : <i>Arthropoda</i>    |
| Subphylum | : <i>Hexapoda</i>      |
| Class     | : <i>Insecta</i>       |
| Order     | : <i>Diptera</i>       |
| Subfamily | : <i>Culicidae</i>     |
| Tribe     | : <i>Culicinae</i>     |
| Genus     | : <i>Aedes</i>         |
| Subgenus  | : <i>Aedes</i>         |
| Spesies   | : <i>Aedes aegypti</i> |



**Gambar 1.1** Nyamuk *Aedes aygepti*

Sumber: Nurbaya, (2022)

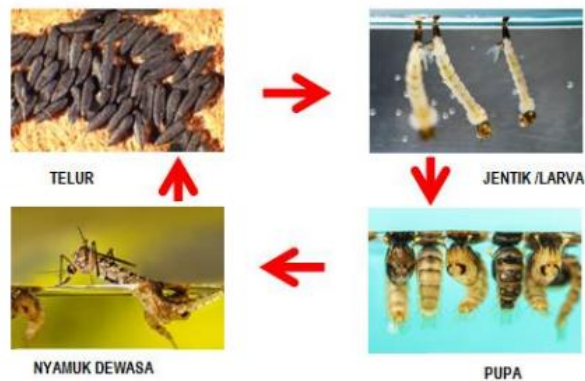
Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki ciri khas berupa pola garis atau pita berwarna putih keperakan pada tubuhnya yang berwarna hitam. Ukurannya relatif kecil, sekitar 3–4 mm, dengan cincin putih pada bagian kakinya. Spesies ini cenderung memilih air bersih sebagai lokasi untuk meletakkan telur dan berkembang biak. Berbagai faktor memengaruhi keputusan nyamuk betina dalam memilih tempat bertelur, antara lain suhu, pH air, kadar amonia, nitrat, dan sulfat, serta tingkat kelembapan dan kondisi teduh yang tidak terkena sinar matahari langsung (Manap Trianto, 2025).

Nyamuk ini memiliki ciri khas berupa bintik-bintik hitam dan putih pada tubuh serta kepalanya, dengan cincin berwarna putih pada bagian kaki. Pada bagian dorsal toraks *Aedes aegypti* terdapat pola khas berupa dua garis lurus di bagian tengah dan dua garis melengkung di sisi luar. Secara morfologis, nyamuk betina memiliki abdomen yang meruncing

di ujungnya dan cerci yang lebih panjang dibandingkan dengan spesies nyamuk lainnya. Selain itu, ukuran tubuh nyamuk betina *Aedes aegypti* umumnya lebih besar dibandingkan dengan nyamuk jantan (Repelita, 2024).

#### 1.5.1.2 Siklus Hidup

Nyamuk mengalami metamorfosis sempurna, nyamuk mengalami empat tahap perkembangan yang terpisah dan berbeda dari siklus hidupnya yaitu, telur, larva, pupa dan dewasa (Lema et al., 2021). Pada kondisi lingkungan yang mendukung, larva akan bermetamorfosis menjadi pupa dalam waktu sekitar 4–9 hari, selanjutnya pupa berkembang menjadi nyamuk dewasa dalam waktu 2–3 hari. Dengan demikian, keseluruhan proses perkembangan mulai dari telur, larva, pupa hingga menjadi nyamuk dewasa berlangsung kurang lebih selama 7–14 hari (Arsin, 2013).



**Gambar 1.2** Siklus Hidup Nyamuk

Sumber: Repelita, (2024)

##### a. Telur

Nyamuk betina *Aedes aegypti* mulai bertelur sekitar tiga hari setelah mengisap darah. Kemudian, dalam waktu sekitar 24 jam setelah proses bertelur, nyamuk betina akan kembali mencari darah untuk diisap dan menghasilkan telur berikutnya. Setiap siklus, nyamuk betina dapat menghasilkan sekitar 100 butir telur. Setelah telur tersebut terendam air selama kurang lebih dua hari, telur-telur itu akan menetas menjadi jentik (Repelita, 2024).

Telur nyamuk *Aedes* memiliki bentuk bulat memanjang dengan ujung tumpul. Pada awalnya berwarna putih, kemudian berubah menjadi hitam, dengan ukuran sekitar 0,5–1 mm. Permukaan cangkangnya halus dan tampak seperti memiliki pola

anyaman menyerupai jaring. Telur-telur ini diletakkan secara terpisah atau dalam kelompok kecil pada bagian dalam dinding wadah, sedikit di atas permukaan air. Sekitar 85% telur menempel pada dinding wadah, sementara sekitar 15% lainnya jatuh ke permukaan air. Dalam satu kali siklus, induk betina dapat menghasilkan 100 hingga 400 telur. Air yang disukai sebagai tempat peletakan telur adalah air bersih yang tenang dan belum tercemar organisme lain. Jika wadah mengering, telur dapat tetap bertahan dalam kondisi dorman dalam jangka waktu lama (Adrianto et al., 2023).

b. Larva (jentik)

Larva nyamuk mengalami empat tahapan perkembangan (instar) dan memperoleh makanan dari lingkungan perindukannya. Perkembangan dari instar pertama hingga keempat berlangsung sekitar 6–8 hari, sebelum berubah menjadi pupa. Pada fase pupa, nyamuk tidak lagi makan, tetapi masih membutuhkan oksigen yang diperoleh melalui corong pernapasan (*breathing trumpet*) (Wahyuni et al., 2021). Ciri khas larva *Aedes* adalah siphon yang pendek dan berukuran relatif besar. Pupa berada di permukaan air dengan posisi istirahat yang khas dan bergerak dengan putaran cepat ketika terganggu (Ridho et al., 2017).

Larva instar I berukuran sangat kecil, tampak transparan, panjang sekitar 1–2 mm, dengan duri-duri pada thorax yang belum tampak jelas, serta siphon yang belum menggelap. Pada instar II, ukuran tubuh bertambah menjadi 2,5–3,5 mm, duri thorax masih belum menonjol, namun siphon sudah berwarna hitam. Larva instar III berukuran 4–5 mm, duri pada bagian dada mulai terlihat, dan siphon tampak cokelat kehitaman. Sementara itu, larva instar IV memiliki ukuran terbesar, yaitu 5–6 mm, dengan kepala berwarna gelap (Lema et al., 2021). Jentik nyamuk *Aedes* sp mampu bertahan hidup pada air yang memiliki suhu berkisar 20°C -30°C. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh, (Bachtiar et al., 2022) ciri-ciri larva *aedes* yaitu:

1. Memiliki siphon yang pendek dan gemuk
2. Terdapat sepasang bulu siphon
3. *Comb Scales* pada larva *Aedes aegypti* terdapat duri-duri lateral.

4. Habitatnya di temukan di tempat penampungan air dalam ruangan dengan kondisi air bersih yaitu pada bak mandi dan ember yang gelap

c. Pupa

Stadium pupa, yang sering disebut juga sebagai kepompong, memiliki tubuh melengkung menyerupai tanda koma. Bentuk tubuhnya terdiri atas dua bagian utama, yaitu *cephalothorax* (gabungan kepala dan toraks) serta abdomen. *Cephalothorax* berukuran lebih besar dibandingkan bagian perut. Pada bagian dorsal cephalothorax terdapat sepasang tabung pernapasan (*air trumpets* atau *respiratory trumpets*) yang menembus permukaan air untuk memungkinkan proses respirasi. Pada subfamili *Culicinae*, tabung pernapasannya berbentuk panjang, ramping, dan memiliki ujung terbuka yang sempit. Di ujung abdomen terdapat sepasang struktur seperti dayung (*paddles*) yang berfungsi membantu pupa bergerak di air. Beberapa karakteristik pupa menurut hasil identifikasi (Yamany et al., 2024) adalah sebagai berikut:

1. Pupa memiliki cephalothorax dan abdomen; cuticle berwarna coklat muda dan terdiri dari satu unit kepala dan thoraks.
2. Kepala pupa berbentuk pipih (*flattened head*).
3. Kepala memiliki *mouthpart sheaths*, dan thoraks memiliki *sheaths* untuk sayap dan kaki.
4. Abdomen terdiri dari delapan segmen utama (I–VIII).
5. Segmen abdomen pertama memiliki *palmate setae* yang berfungsi membantu pupa tetap mengapung di permukaan air.
6. Panjang pupa sekitar 2,626 mm.
7. Segmen kesembilan relatif kecil; segmen ini memiliki beberapa penjulur yang dapat digerakkan yang disebut dayung, yang merupakan organ fundamental dalam pergerakan pupa

d. Nyamuk Dewasa

Secara keseluruhan, tubuh *Aedes aegypti* berwarna hitam dengan pola bintik dan garis putih. Salah satu ciri khas nyamuk ini adalah adanya bentuk menyerupai kecapi pada bagian dorsal toraks, yang terdiri dari satu garis melengkung putih di setiap sisi dan satu garis lurus berwarna putih di bagian tengah. Abdomen *Ae. aegypti* tersusun atas delapan segmen,

masing-masing memiliki pita putih pada bagian dorsalnya. Sisik-sisik putih yang tersebar pada pangkal pita tersebut menjadi penanda penting untuk membedakan morfotipe *Ae. aegypti*. Nyamuk dewasa (*imago*) memiliki tiga bagian tubuh utama, yaitu kepala (*cephal*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*). Jenis kelaminnya terbagi menjadi jantan dan betina, di mana ukuran tubuh nyamuk betina umumnya lebih besar. Perbedaan antara jantan dan betina dapat dikenali melalui ciri morfologis tertentu: (Adrianto et al., 2023).

Nyamuk *Aedes* dewasa Jantan:

1. Memiliki antena berbulu panjang dan lebat (*plumose*)
2. Memiliki palpus yang sama atau lebih panjang dengan proboscis.

Nyamuk *Aedes* dewasa betina:

1. memiliki antena berbulu pendek dan jarang (*pilose*).
2. memiliki palpus yang lebih pendek daripada proboscis

### **1.5.2 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Perkembangan Larva–Pupa**

Lingkungan yang mendukung pertumbuhan vektor *Aedes aegypti* sangat dipengaruhi oleh keberadaan tempat perindukan larva di sekitar pemukiman, kondisi geografis yang sesuai, suhu udara, tingkat kelembaban, keberadaan ikan pemangsa larva, serta tanaman yang berfungsi mengusir nyamuk. Selain faktor lingkungan, perilaku atau kebiasaan manusia juga berperan dalam menentukan keberadaan vektor ini. Beberapa di antaranya meliputi frekuensi membersihkan atau menguras tempat penampungan air, kebiasaan menutup wadah air, tingkat kepadatan hunian, pemasangan kawat pada ventilasi, penggunaan kelambu, pemakaian larvasida, penggunaan insektisida di dalam rumah, serta kebiasaan menggantung pakaian (Oktafiani et al., 2025).

#### **1.5.2.1 Suhu Udara (Temperature)**

Suhu udara merupakan kondisi yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya atmosfer dan sering disebut sebagai temperatur. Perbedaan suhu di wilayah kepulauan Indonesia sangat dipengaruhi oleh ketinggian suatu daerah; semakin tinggi lokasinya, semakin rendah suhu udaranya. Ketika suhu meningkat, kelembaban cenderung menurun, dan sebaliknya, suhu yang rendah akan meningkatkan kelembaban. Hubungan antara suhu dan kelembaban ini juga berdampak pada pola curah hujan (Kahfi et al., 2023). Suhu

udara menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam perkembangan larva *Aedes aegypti*. Kisaran suhu ideal bagi pertumbuhan nyamuk berada pada 25–27°C, sedangkan proses pertumbuhan akan terhenti apabila suhu berada di bawah 10°C atau melebihi 40°C (Izza & Mulasari, 2023).

Laju perkembangan nyamuk sangat dipengaruhi oleh kecepatan metabolisme, yang sebagian besar dikendalikan oleh suhu lingkungan. Suhu yang relatif tinggi, yaitu berkisar antara 25–27°C (<35°C), dapat meningkatkan aktivitas fisiologis dan perilaku nyamuk (Lema et al., 2021). Pada suhu 28°C, larva membutuhkan waktu sekitar 10 hari untuk berkembang, sedangkan proses perubahan menjadi pupa berlangsung selama 5–7 hari pada rentang suhu 30–40°C. Secara umum, larva lebih menyukai kondisi udara yang lebih sejuk, meskipun masih mampu bertahan hidup pada suhu yang lebih panas maupun lebih dingin (Istsabitah et al., 2024).

#### **1.5.2.2 Kelembaban Relatif (Relative Humidity / RH)**

Kelembapan merupakan jumlah uap air yang terdapat dalam suatu volume udara (Yoal et al., 2023). Kelembapan udara atau *relative humidity* adalah ukuran yang menunjukkan banyaknya uap air yang terkandung di udara. Semakin tinggi kandungan uap air, semakin lembap kondisi udaranya. Nilai kelembapan udara dinyatakan dalam satuan persen (%). Secara matematis, kelembapan relatif (RH) diartikan sebagai persentase perbandingan antara tekanan uap air parsial dengan tekanan uap air jenuh. Dengan demikian, *relative humidity* menggambarkan rasio antara jumlah uap air yang ada dalam udara dengan jumlah maksimum yang mampu ditampung udara tersebut ketika mencapai kondisi jenuh (Satria, 2022).

Kelembapan udara berperan penting dalam kelangsungan hidup nyamuk. Kadar kelembapan yang rendah cenderung mempersingkat umur nyamuk, sedangkan peningkatan kelembapan berkorelasi positif dengan kepadatan populasi nyamuk. Rentang kelembapan yang ideal bagi perkembangan larva nyamuk berada pada kisaran 60–80%, dengan batas minimum yang masih memungkinkan nyamuk bertahan hidup adalah 60% (Lema et al., 2021).

#### **1.5.2.3 Kualitas Air dan Ketersediaan Nutrien**

Kelembapan udara berperan dalam kelangsungan hidup nyamuk, sementara kualitas air turut memengaruhi perkembangan larva, meliputi faktor-faktor seperti suhu, pH, salinitas, dan intensitas cahaya (Wahono et al., 2022). Tingkat keasaman air (pH) sangat memengaruhi daya hidup dan

pertumbuhan *Aedes aegypti*, di mana nyamuk tidak dapat bertahan pada  $\text{pH} \leq 3$  atau  $\geq 12$ . Larva yang terpapar air dengan pH sangat asam atau sangat basa memiliki risiko kematian lebih tinggi, dan pertumbuhan plankton salah satu sumber makanan utama larva juga akan terganggu. Penurunan jumlah plankton ini dapat menghambat perkembangan jentik dan mengancam kelangsungan hidupnya (Martiani et al., 2023). Larva *Aedes* umumnya ditemukan pada suhu  $27\text{--}30^\circ\text{C}$ , sedangkan telur nyamuk biasanya diletakkan pada rentang suhu  $20\text{--}30^\circ\text{C}$  (Daswito et al., 2024).

Tempat potensial bagi nyamuk betina *Aedes aegypti* untuk meletakkan telurnya meliputi berbagai wadah penampungan air yang digunakan oleh masyarakat, seperti bak mandi, bak WC, drum, gentong, ember, dan sejenisnya. Selain itu, media lain yang dapat menjadi tempat bertelur antara lain kontainer, saluran air hujan, parit, serta genangan air di sekitar rumah (Repelita, 2024). Lokasi perindukan *Aedes aegypti* biasanya berupa penampungan air bersih yang tidak bersentuhan langsung dengan tanah dan terhindar dari paparan sinar matahari secara langsung (Saputra et al., 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa vektor maupun telur *Aedes aegypti* tidak hanya berkembang di air bersih, tetapi juga mampu hidup di media seperti air rendaman eceng gondok maupun air bekas cucian pakaian. Pergeseran kemampuan nyamuk ini menjadi informasi penting yang perlu diketahui oleh masyarakat dan pihak pemerintah, karena menandakan bahwa media perkembangbiakan vektor DBD tidak terbatas pada air bersih saja (Repelita, 2024). Kemampuan adaptasi yang tinggi juga memungkinkan larva *Aedes aegypti* tumbuh pada berbagai jenis air, di mana kualitas air—termasuk pH, salinitas, dan suhu lingkungan—secara tidak langsung memengaruhi pertumbuhan larva (Aroonasyaka, 2025).

Kontainer dengan dinding berbahan semen memiliki risiko lebih tinggi menjadi tempat perkembangbiakan *Aedes aegypti*. Hal ini disebabkan oleh sifat kontainer yang jarang dibersihkan, bersifat berpori, memiliki permukaan kasar, serta mudah ditumbuhi lumut dan mikroorganisme yang berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi larva nyamuk (Anindita et al., 2023). Ketersediaan nutrisi seperti nitrat, fosfat, dan amonia diduga berkorelasi dengan kepadatan larva *Aedes aegypti*, karena senyawa nitrogen dan fosfor tersebut merupakan

makronutrien penting bagi sebagian besar organisme hidup (Dianti et al., 2019).

### 1.5.3 Kelimpahan Larva-Pupa

Keberadaan jentik yang ditemukan di suatu daerah menjadi tanda dari adanya populasi nyamuk *Aedes* spp. di wilayah tersebut. Beberapa penelitian juga menemukan adanya hubungan antara kepadatan jentik nyamuk dengan kasus DBD yang terjadi di suatu daerah.<sup>3,8</sup> Survei kepadatan larva merupakan metode yang dapat dilakukan untuk mengukur penyebaran nyamuk dalam suatu wilayah tertentu. Tujuan dari survei larva yaitu mengukur tingkat kepadatan larva yang ditemukan dengan cara mengamati langsung ke kontainer atau tempat perindukan yang bisa berupa TPA ataupun non TPA yang ada dalam suatu daerah (Rey et al., 2024). Data tingkat densitas larva *Aedes aegypti* diukur dengan menggunakan house index (HI), container index (CI), breteau index (BI) dan density figure (DF) (Aris et al., 2022).

### 1.5.4 Urban Morphology dan Pengaruhnya terhadap Habitat *Aedes aegypti*

Proses urbanisasi dapat memperluas tempat berkembangnya larva nyamuk, khususnya bagi spesies yang dekat dengan aktivitas manusia seperti *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, karena meningkatnya jumlah sampah, wadah, serta berbagai benda yang mampu menampung air. Kenaikan suhu yang terjadi akibat urbanisasi juga dapat memengaruhi struktur komunitas nyamuk dan pola penularan patogen melalui berbagai cara. Selain itu, setiap spesies nyamuk memiliki kemampuan toleransi suhu yang berbeda-beda, baik terhadap suhu minimum, maksimum, maupun perubahan suhu harian (Montgomery et al., 2025).

#### 1.5.4.1 Karakteristik Kawasan Perkotaan

Perkembangan suatu kota dipengaruhi oleh pertumbuhan dinamis di masing-masing wilayah, yang seiring dengan aktivitas ekonomi dan mobilitas penduduk meningkatkan permintaan lahan untuk berbagai kegiatan, sehingga lahan menjadi sumber daya yang bernilai tinggi. Munculnya permukiman baru di pinggiran kota yang tersebar secara tidak teratur dan kurang terintegrasi menciptakan ruang kosong di antara kawasan perumahan maupun antara permukiman dan pusat kota. Kondisi ini menjadi ciri khas perubahan spasial yang dikenal sebagai *urban sprawl* (Pasha et al., 2025). Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan adalah faktor lingkungan. Perubahan yang terjadi meliputi kondisi bangunan, kualitas tempat tinggal masyarakat, munculnya permukiman kumuh, transformasi sarana dan

prasarana, serta peningkatan tingkat pencemaran lingkungan (Sushanti et al., 2021).

Kota-kota memiliki lingkungan yang heterogen dengan variasi suhu, vegetasi, dan infrastruktur buatan manusia. Lingkungan perkotaan menyediakan berbagai tipe habitat larva, termasuk area konstruksi, sambungan pipa bocor, serta habitat akuatik yang muncul akibat perubahan penggunaan lahan oleh manusia, seperti bromelia, tanaman *Colocasia*, ember, dan wadah plastik. Habitat-habitat tersebut terbukti berkorelasi positif dengan kelimpahan spesies *Aedes*. Kualitas habitat larva merupakan salah satu faktor utama yang menentukan distribusi dan jumlah spesies nyamuk. Faktor-faktor seperti kondisi lingkungan (misalnya hidrologi dan iklim mikro), penggunaan lahan, perubahan iklim, serta peningkatan urbanisasi memengaruhi karakteristik siklus hidup nyamuk, yang pada gilirannya berdampak pada perilaku epidemiologis dan kemampuan nyamuk dalam menularkan penyakit (Dharmamuthuraja et al., 2023).

Sebagai salah satu wilayah perkotaan di Indonesia, Kota Makassar telah mengalami ekspansi besar-besaran selama beberapa dekade terakhir, yang mengakibatkan perubahan penggunaan lahan dan struktur di daerah pinggiran kota sekitarnya. Berdasarkan penelitian Arifin, 2023 analisis spasial penggunaan lahan, terjadi peningkatan yang sangat signifikan dalam penggunaan ruang (tidak terbangun) dalam kurun waktu 15 tahun (2001–2016). Baru-baru ini, pembangunan terfokus pada pusat kota (Kelurahan Makassar, Ujung Tanah, Mariso, Wajo, Bontoala, dan Ujung Pandang), di mana lahan terbangun mengalami stagnasi, dan ruang kosong sebagian besar digunakan sebagai ruang terbuka hijau, lapangan, dan tempat parkir. Pembangunan lebih mengarah pada pola intensifikasi, khususnya pembangunan vertikal. Sementara itu, penyebaran lahan terbangun di Makassar bergeser ke arah utara Kabupaten Maros (Kelurahan Bringkanaya dan Tamalanrea), dan ke timur ke Gowa, serta Kabupaten Takalar (Tamalate). proyeksi Kota Makassar untuk 15 tahun ke depan pasti akan melebihi ambang batas ini. Oleh karena itu, para pembuat kebijakan kota disarankan untuk membatasi konversi lahan apa pun yang tidak mempertimbangkan faktor lingkungan atau ekologis (Arifin et al., 2023).

Kota Makassar merupakan salah satu kota terbesar di Kawasan Indonesia Timur (KTI) yang memiliki potensi terjadinya fenomena urban heat island sebagai

akibat dari tingkat laju yang tinggi. Pembangunan atas pemenuhan kebutuhan masyarakat yang pesat di Kota Makassar mengakibatkan alih fungsi kawasan tidak terbangun menjadi kawasan terbangun yang juga berdampak terhadap penurunan ruang terbuka hijau (Mujahid et al., 2023). Kehidupan vektor sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Proses penetasan telur menjadi larva, perkembangan larva menjadi pupa, dan transformasi pupa menjadi imago dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti curah hujan, suhu, dan tingkat evaporasi (Sayono et al., 2011). Keberadaan larva nyamuk di suatu wilayah juga dipengaruhi oleh faktor manusia dan lingkungan. Faktor manusia meliputi kepadatan penduduk, mobilitas, jarak antar rumah, intensitas cahaya, serta penerapan program Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN). Sementara itu, faktor lingkungan yang memengaruhi keberadaan larva mencakup siklus hidup nyamuk, jenis dan lokasi tempat perindukan, curah hujan, suhu udara, kelembapan, ketinggian tempat, serta pengaruh angin. Keberadaan tempat perindukan (*breeding place*) sangat berkaitan dengan kelimpahan nyamuk, karena menjadi lokasi utama bagi perkembangan larva. Oleh karena itu, dalam upaya pengendalian nyamuk, penting untuk memahami karakteristik tempat perindukan tersebut (Windyaraini et al., 2020).

Hasil penelitian Surya et al. (2020) menunjukkan bahwa kepadatan penduduk di Kota Makassar terbagi ke dalam tiga kategori wilayah. Kepadatan tinggi terdapat di Kecamatan Tallo, Bontoala, Makassar, Mariso, dan Mamajang dengan kisaran 24.070–33.935 jiwa per hektar, yang mencerminkan konsentrasi penduduk padat di kawasan inti perkotaan. Kepadatan sedang dijumpai di Kecamatan Wajo dan Rappocini dengan rentang 15.806–18.431 jiwa per hektar. Kepadatan rendah meliputi Kecamatan Ujung Pandang, Tamalate, Panakkukang, Tamalanrea, Manggala, Biringkanaya, serta Kepulauan Sangkarrang dengan nilai 3.638–11.047 jiwa per hektar, yang umumnya berada di wilayah pinggiran kota dan kawasan kepulauan (Surya et al., 2021).

Kualitas habitat larva nyamuk, atau tempat perkembangbiakannya, merupakan faktor utama yang menentukan distribusi dan kelimpahan spesies nyamuk. Lingkungan perkotaan menunjukkan keragaman yang tinggi, dengan variasi suhu, vegetasi, serta infrastruktur seperti sistem penyimpanan dan akses air. Perbedaan ini

menciptakan iklim mikro yang bervariasi pada skala spasial yang sangat kecil. Sebagian besar survei entomologi masih berfokus pada rumah atau lokasi dengan kepadatan nyamuk tinggi. Namun, penting untuk meneliti lingkungan perkotaan yang lebih luas, termasuk area non-perumahan, karena faktor-faktor seperti hidrologi, kondisi iklim, dan tingkat urbanisasi sangat memengaruhi karakteristik siklus hidup nyamuk (Dharmamuthuraja et al., 2023).

#### **1.5.4.2 Aspek Sosial-Demografi**

Keberadaan jentik nyamuk pada tingkat rumah tangga dipengaruhi oleh faktor sosio-lingkungan, termasuk praktik pengelolaan air dan perilaku pemeliharaan sanitasi domestik. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan wadah penampungan air tanpa penutup, ketidakrutinan dalam proses pembersihan dan pengurasan, serta rendahnya penerapan praktik 3M berkontribusi terhadap meningkatnya *House Index* (HI) dan *Container Index* (CI). Kondisi ini diperparah oleh rendahnya pemahaman dan kesadaran masyarakat mengenai potensi wadah domestik sebagai mikrohabitat bagi *Aedes*, sehingga berbagai jenis kontainer seperti ember, drum, dan bak air menjadi tempat perindukan yang efektif. Faktor-faktor sosio-perilaku tersebut terbukti memiliki korelasi kuat dengan tingginya temuan jentik pada wadah yang tidak dikelola secara optimal (Susmaneli et al., 2024).

Wilayah dengan suhu udara rata-rata yang tinggi cenderung menunjukkan tingkat kejadian infeksi demam berdarah yang lebih besar, khususnya di kalangan masyarakat berstatus sosial-ekonomi tinggi pada permukiman perkotaan. Vektor penyebar demam berdarah tersebar secara global, dengan kepadatan yang bervariasi akibat faktor urbanisasi, konektivitas, dan perubahan iklim. Fenomena ini berkaitan dengan kepadatan penduduk, di mana titik akses dan keberadaan tanaman hias turut memengaruhi persebaran nyamuk. Selain jumlah penghuni, kepadatan nyamuk betina *Aedes* di rumah dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk suhu minimum rata-rata, kelembapan, dan curah hujan. Faktor-faktor fisik ini memberikan dampak yang berbeda terhadap kejadian demam berdarah, misalnya curah hujan lebih berpengaruh di daerah perkotaan, sedangkan kelembapan udara lebih menentukan di wilayah peri-perkotaan (Dharmamuthuraja et al., 2023).

#### **1.5.4.3 Urban Heat Island dan Surface Urban Heat Island**

*Urban Heat Island* (UHI) adalah wilayah dengan tutupan vegetasi yang minim dan permukaan buatan manusia

yang luas, seperti atap gelap, jalan, dan area beraspal, yang menyerap radiasi matahari, memancarkan panas kembali, serta menahan air lebih sedikit dibandingkan area dengan tutupan lahan alami. Karakteristik ini mengurangi kelembapan yang diperlukan untuk proses penguapan dan pendinginan. Sayangnya, efek pemanasan global cenderung memperparah dampak negatif UHI terhadap kesehatan manusia (Araujo et al., 2014).

*Aedes aegypti* memiliki toleransi suhu yang lebih luas dibandingkan *Aedes albopictus*, mampu bertahan hidup pada rentang 11–36 °C, meskipun kondisi suhu ekstrem dapat berdampak negatif pada populasi vektornya. Faktor iklim ini berperan penting dalam meningkatkan risiko demam berdarah di wilayah tropis dan subtropis. Kombinasi variabilitas iklim, urbanisasi, dan perubahan pola cuaca menekankan pentingnya memahami dinamika spasial dan temporal penularan demam berdarah serta merancang strategi mitigasi yang tepat. Kepadatan penduduk yang tinggi, perubahan penggunaan lahan, dan fenomena *Urban Heat Island* (UHI) menciptakan lingkungan yang mendukung perkembangbiakan nyamuk dan penyebaran demam berdarah. Pemanasan global semakin meningkatkan potensi transmisi penyakit ini; setiap kenaikan suhu sebesar 1 °C dapat meningkatkan risiko infeksi relatif hingga 13%, dengan zona iklim monsun tropis dan subtropis lembap menjadi yang paling rentan. Fenomena UHI memperburuk risiko tersebut dengan menghasilkan suhu yang stabil dan tinggi, yang mempertahankan aktivitas nyamuk serta memperlancar penyebaran virus (Sureshkumar & Shekhar, 2025).

Peningkatan suhu memiliki pengaruh signifikan terhadap dinamika populasi *Aedes aegypti* dan, secara tidak langsung, terhadap transmisi virus dengue. Suhu tinggi disertai fluktuasi harian yang rendah, seperti yang terjadi pada fenomena *Urban Heat Island* (UHI), dapat meningkatkan viral load dalam tubuh nyamuk. Dampak suhu terhadap laju metabolisme organisme ektotermik, termasuk serangga, telah dibuktikan melalui berbagai penelitian. Temuan menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi, yaitu 28–32°C, mempercepat perkembangan larva *Aedes aegypti*, serta meningkatkan frekuensi aktivitas mengisap darah dan bertelur, menandakan bahwa kondisi lingkungan yang lebih hangat mendukung perkembangbiakan nyamuk (Araujo et al., 2014).

#### **1.5.5 Analisis Spasial dan Pola Distribusi Larva–Pupa *Aedes aegypti***

Analisis spasial merupakan bagian dari Informasi Geografis (SIG) memungkinkan penggabungan data kasus (time-stamped), variabel iklim, data demografi, dan indikator entomologis pada skala ruang dan waktu yang seragam. SIG membantu mengidentifikasi hotspot, menguji korelasi spasial antarwilayah, memvisualkan kluster menginformasikan spasial) prioritas intervensi vektor (Leandro et al., 2024). Hasil penelitian Terradas (2023) menyatakan bahwa menggabungkan analisis faktor iklim dan demografis dengan pendekatan geografis dapat meningkatkan pemahaman pola spasial dan membantu mengidentifikasi prioritas intervensi pada wilayah dengan kasus DBD. (Gerard Terradas et al., 2023).

Spasial cukup efisien dalam pengelolaan penyakit perkotaan seperti demam berdarah dengue melalui penerapan spasial. Meningkatnya ketersediaan data besar spasial, seperti citra satelit dan citra tampilan jalan, menghadirkan peluang besar untuk memperoleh indikator resolusi tinggi untuk memetakan keberadaan nyamuk perkotaan di luar titik sampel entomologi dan memungkinkan interpolasi tanpa terkait terbatasnya jangkauan terbang nyamuk kedepan (Knoblauch et al., 2024).

Pendekatan spasial melalui pemanfaatan data penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki peranan strategis dalam pemantauan kepadatan nyamuk *Aedes aegypti*, terutama melalui pemetaan potensi tempat perindukan secara presisi. Analisis spasial memanfaatkan variabel karakteristik lingkungan kawasan urban seperti densitas bangunan, struktur dan tutupan vegetasi, serta indeks spektral NDVI dan NDWI, untuk memprediksi distribusi dan jumlah potensi breeding site tanpa ketergantungan yang tinggi pada survei lapangan. Pemahaman mengenai keterkaitan spasial tersebut memungkinkan intervensi pengendalian vektor lebih terarah pada area berisiko tinggi. Selain itu, hasil pemodelan spasial dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan ketika data entomologi tidak tersedia secara lengkap, sehingga mendukung penyusunan strategi pengendalian DBD yang lebih efektif dan berbasis bukti (Teillet et al., 2024).

#### **1.5.6 Alat sensor DHT22 dan BME 280 Berbasis IoT**

Internet of *Things* (IoT) adalah suatu sistem yang memungkinkan objek fisik terhubung ke jaringan internet sehingga mampu mengirim dan menerima data antarperangkat. Sistem IoT bekerja melalui logika pemrograman, di mana setiap instruksi menghasilkan interaksi otomatis antarperangkat yang saling terhubung tanpa memerlukan campur tangan manusia, serta dapat beroperasi dalam jangkauan jarak yang luas. BME280 merupakan sensor terintegrasi yang mampu mengukur kelembapan, tekanan udara (barometrik), dan suhu. Sensor ini dikemas dalam bentuk Land

Grid Array (LGA) dengan pelindung logam yang berukuran sangat kompak, memiliki dimensi sekitar  $2,5 \times 2,5 \text{ mm}^2$  dan tinggi 0,93 mm. Berkat ukurannya yang kecil serta konsumsi daya yang rendah, sensor ini cocok digunakan pada berbagai perangkat berbasis baterai DC, seperti jam tangan pintar dan modul GPS, serta memberikan performa yang andal untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran tekanan udara dan kelembapan secara presisi (Awaluddin et al., 2022).

Sensor DHT22 merupakan salah satu perangkat yang umum dimanfaatkan untuk pengukuran suhu dan kelembapan udara pada berbagai kebutuhan, termasuk sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT). Sensor ini memiliki keunggulan berupa tingkat ketelitian yang relatif baik, biaya yang ekonomis, serta kemudahan dalam pengoperasian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi pengukuran kelembapan DHT22, jika dibandingkan dengan alat higrometer, mencapai lebih dari 95%. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan memiliki performa yang stabil dan cukup andal untuk mendukung kegiatan pemantauan kondisi lingkungan di Laboratorium Kelautan dan Sains Dasar (Santoso et al., 2025).

**Tabel 1.1**  
Tabel Sintesa

| No. | Peneliti<br>(Tahun) dan<br>Sumber<br>Jurnal            | Judul<br>dan<br>Nama<br>Jurnal                                                                                                                  | Desain<br>Penelitian<br>dan Metode<br>Analisis                                                                                                                                                                               | Sampel                                                                                                                                                         | Temuan                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | (Dutra et al., 2024) PLOS Neglected Tropical Diseases. | <i>Larval crowding enhance s dengue virus loads in Aedes aegypti, a relations hip that might increase transmis sion in urban environm ents.</i> | Desain: (1) meta-analisis perbandinga n kumpulan data urban vs non-urban; (2) percobaan laboratorium faktorial $2 \times 2$ (Temperatur e $\times$ Density). Metode lab: Larvae direar pada dua suhu ( $21^\circ\text{C}$ vs | Meta-analisis: data dari 21 studi; kepadatan larva $\sim 8.6 \times$ lebih tinggi di area urban. Eksperime n: n per pengukura n bervariasi (mis. $n=20-60$ per | Hasil: Kepadatan (crowding) memiliki efek kuat: memperlambat perkembangan, menghasilkan nyamuk dewasa lebih kecil, menurunkan kelangsungan hidup & fecundity, dan meningkatkan viral load dengue pada nyamuk dewasa. Suhu yang lebih tinggi |

|    |                                                                |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                |                                                                                                                                                    | 26°C) dan dua kepadatan (0.2 vs 0.4 larva/mL; setara 20 vs 40 per cup) dengan makanan terkontrol; kemudian diukur waktu perkembangan, berat dewasa, kelangsungan hidup, fecundity, dan viral load dengue setelah infeksi. | perlakuan untuk trait life-history).                 | mempercepat perkembangan dan menurunkan viral load, namun efek kepadatan dapat mengatasi (override) efek suhu.                                               |
| 2. | (Mulyani et al., 2022)<br>Jurnal Kesehatan komunitas Indonesia | Hubungan Faktor Lingkungan Fisik Rumah, Volume Kontainer Dan Faktor Perilaku Pemberantasan Sarang Nyamuk Dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Aedes Sp. | Metode pengambilan data dilakukan dengan cara pengukuran (intensitas cahaya dengan menggunakan luxmeter, suhu dan kelembaban menggunakan hygrometer HTC-2) Survei jentik dilakukan secara visual                          | sampel dalam penelitian ini yaitu sebanyak 356 rumah | Terdapat hubungan antara suhu udara dengan keberadaan jentik Aedes sp dan Tidak terdapat hubungan antara kelembaban udara dengan keberadaan jentik Aedes sp. |

|    |                                                                                                             |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | (Daswito et al., 2024) <i>Trophico / Indonesian Journal of Public &amp; Community Research (USU)</i> (PDF). | <i>pH, suhu air, dan perilaku pemberantasan sarang nyamuk berhubungan dengan distribusi jentik Aedes sp.</i> (2024) | Desain: Observasional cross-sectional / deskriptif. Metode: Survei habitat penampungan air; pengukuran parameter fisik-kimia air (suhu air, pH) dan kondisi lingkungan; identifikasi dan kuantifikasi larva; analisis statistik untuk melihat hubungan parameter vs kelimpahan jentik. | Sampel: kontainer/ TPA di area studi (jumlah sampel dan rumah tercatat di metode).                          | Hasil: Ditemukan bahwa jentik <i>Aedes</i> spp. paling banyak ditemukan pada rentang suhu air sekitar 27–30°C (disebutkan dalam hasil), dan ada hubungan bermakna antara beberapa parameter fisik (termasuk suhu) dengan distribusi jentik. Penelitian juga melaporkan efek perilaku pemberantasan oleh masyarakat terhadap distribusi jentik |
| 4  | (Manik et al., 2020). <i>BIOSFER Journal</i>                                                                | Karakteristik Habitat Perkembangan <i>Aedes aegypti</i> di Desa Gosoma, Halmahera Utara, Indonesia                  | Jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional, survei larva sewaktu dilakukan pada setiap titik pengambilan sampel yang potensial                                                                                                                                            | Pengambilan larva dilakukan pada 8 stasiun pengamatan yang mewakili tingkat rumput, herba, perdu dan pohon. | Karakteristik lingkungan abiotik diperoleh hasil pengukuran suhu udara berkisar antara 28-32 °C, kelembaban 64-83%                                                                                                                                                                                                                            |

|   |                                              |                                                                                                                       |                                                                                                                              |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | (Go'mez-Vargas et al., 2024)                 | Density of Aedes aegypti and dengue virus transmission risk in two municipalities of Northwestern Antioquia, Colombia | cross-sectional dilakukan dengan survei entomologi triwulanan di tiga lingkungan di Apartadó dan Turbo antara 2021 dan 2022. | Peneliti melakukan 1.428 inspeksi rumah di 5 wilayah (sub-regions) di Antioquia, Kolombia. | Terdapat hubungan kepadatan vektor dengan kelembapan relatif dan curah hujan di lingkungan 29 November dan 24 Desember. Hubungan tersebut tidak konsisten pada semua wilayah, artinya efek suhu berbeda antar sub-region. Beberapa wilayah menunjukkan kepadatan nyamuk meningkat saat suhu lebih tinggi (ketika kelembapan mendukung), tetapi wilayah lain tidak memperlihatkan tren yang sama. |
| 6 | (Lesmana & Halim, 2020). Jurnal Kesmas Jambi | Gambaran Tingkat Kepadatan Jentiknyamuk Aedes Aegypti di Kelurahan Kenali Asam                                        | Jenis penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif ini untuk menilai dan mendeskripsikan tingkat kepadatan nyamuk Aedes      | Sampel penelitian berjumlah 160 rumah. Teknik pengambilan sampel menggunakan proporsion    | Berdasarkan hasil penelitian bahwa suhu udara di beberapa titik lokasi pemeriksaan jentik sebagian besar berkisar antara 20-30°C, yang artinya kondisi suhu di                                                                                                                                                                                                                                   |

|   |                                                |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                | Bawah Kota Jambi                                                                                                  | aegypti dengan menghitung angka House Index(HI), Container Index(CI), Bruteau Index(BI), Density Figure(DF) dan Angka Bebas Jentik (ABJ) dengan melihat ada atau tidaknya larva di setiap tempat genangan air. | al random sampling.                                                                                                                       | lokasi sangat mendukung pertumbuhan nyamuk Aedes aegypti. Begitu juga dengan kelembapan udara di beberapa titik lokasi yang pemeriksaan jentik sebagian besar berada dibawah angka 81,5%, yang berarti kelembapan di lokasi penelitian sangat mendukung pertumbuhan nyamuk Aedes aegypti   |
| 7 | (Sari et al., 2025).<br>Jurnal Kesehatan Jompa | Analisis Spasial Demam Berdarah Berdasarkan Kepadatan Penduduk dan Faktor Iklim Di Kabupaten Purworejo Tahun 2024 | Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dengan desain studi ekologi yang dilakukan di Kabupaten Purworejo pada periode data bulan Januari-Desember tahun 2024.                                       | menganalisis hubungan faktor lingkungan dan sosial dengan kejadian DBD pada tingkat kecamatan, dengan 16 kecamatan di Kabupaten Purworejo | danya hubungan signifikan antara kasus DBD dengan kepadatan penduduk ( $r = 0,557$ ; $p = 0,028$ ) dan suhu ( $r = 0,418$ ; $p = 0,020$ ). Sebaliknya, curah hujan ( $r = -0,286$ ; $p = 0,158$ ) dan kelembapan ( $r = -0,217$ ; $p = 0,284$ ) tidak menunjukkan hubungan berarti. Secara |

|   |                                           |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                           |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                           | keseluruhan, temuan ini mengindikasikan bahwa dinamika demografi dan suhu memiliki peran lebih kuat dalam memengaruhi insiden DBD                                                                                                                                                                         |
| 8 | (Rasjid et al., 2024).<br>Jurnal Sulolipu | Hubungan Kondisi Lingkungan Dengan Keberadaan Telur Nyamuk Aedes di Wilayah Kerja Puskesmas Bontokassi Kabupaten Takalar | Observasional Analitik dengan desain cross sectional study yaitu desain untuk menguji hubungan antar variabel independen yaitu suhu udara, kelembapan udara, pencahayaan dan kebersihan lingkungan dengan variabel dependen yaitu keberadaan telur nyamuk Aedes di wilayah puskesmas Bontokassi Kecamatan | Adapun sampel dalam penelitian ini yaitu 32 rumah untuk desa Bontokassi, 38 rumah untuk desa Sawakung dan 25 rumah untuk desa Kadatong adapun jumlah keseluruhan sampel yaitu 95 rumah dengan jumlah ovitrap 190 buah yang akan diletakkan pada seluruh sampel baik dalam | tidak ada hubungan antara jumlah kelembapan udara dalam rumah dengan jumlah telur nyamuk Aedes yang ditemukan di wilayah kerja Puskesmas Bontokassi. Hal ini disebabkan karena banyak rumah yang memiliki kelembapan udara yang rendah sehingga membuat nyamuk Aedes tidak dapat berkembang biak di sana. |

|   |                                        |                                                                                            |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                        |                                                                                            | Galesong Selatan Kabupaten Takalar | maupun luar rumah dengan pembagian 95 buah ovitrap untuk dalam rumah dan 95 buah ovitrap untuk luar rumah                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |
| 9 | (Barrera et al., 2025)<br>Acta Tropica | Defining <i>Aedes aegypti</i> density thresholds for preventing human arboviral infections | cluster randomized field trial     | Sampel Entomologis (nyamuk <i>Aedes aegypti</i> ) Jumlah pemeriksaan: 29.367 pool nyamuk betina. Total nyamuk yang dianalisis: 175.346 ekor. Sampel Manusia (untuk serologi dengue) Dua survei serologi: 2022 dan 2023. 600 peserta/survei (50 | Suhu, kelembapan, dan curah hujan semuanya berpengaruh signifikan ( $p < 0.001$ ). Kenaikan suhu meningkatkan kepadatan nyamuk (IRR = 1.061 → naik 6% tiap 1°C). |

|    |                                                                                                                |                                                                                                          |                                                                                                       |                                                              |                                                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                |                                                                                                          |                                                                                                       | per<br>klaster).                                             |                                                                                                  |
| 10 | (Rady, Al-Khalaf, Salama, El-Magd, et al., 2025).<br>The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences | Climate impact on spatial patterns of <i>Aedes aegypti</i> abundance in Al-Quseir with distribution maps | Studi observasi al-deskriptif berbasis survei entomologi dan analisis spasial (remote sensing & GIS). | survei entomologi dilakukan di 912 rumah tangga di lima area | Kelembapan (moisture) adalah faktor <i>penentu</i> peningkatan kelimpahan/kepadatan <i>Aedes</i> |

Faktor lingkungan, khususnya suhu dan kepadatan vektor, merupakan determinan utama yang memengaruhi keberadaan, kepadatan, serta potensi penularan penyakit oleh *Aedes aegypti*. Suhu lingkungan dan suhu air pada kisaran optimal ( $\pm 27\text{--}30^\circ\text{C}$ ) terbukti mendukung perkembangan jentik dan peningkatan kepadatan nyamuk. Selain itu, kepadatan larva yang tinggi terutama di wilayah perkotaan dan daerah dengan kepadatan penduduk tinggi berkorelasi dengan meningkatnya risiko penularan *dengue*, baik melalui peningkatan populasi vektor maupun tingginya muatan virus pada nyamuk dewasa. Pengaruh kelembapan udara dan curah hujan menunjukkan hasil yang bervariasi dan tidak selalu signifikan, yang mengindikasikan adanya perbedaan kondisi ekologis dan karakteristik wilayah.

### 1.6 Kerangka Teori

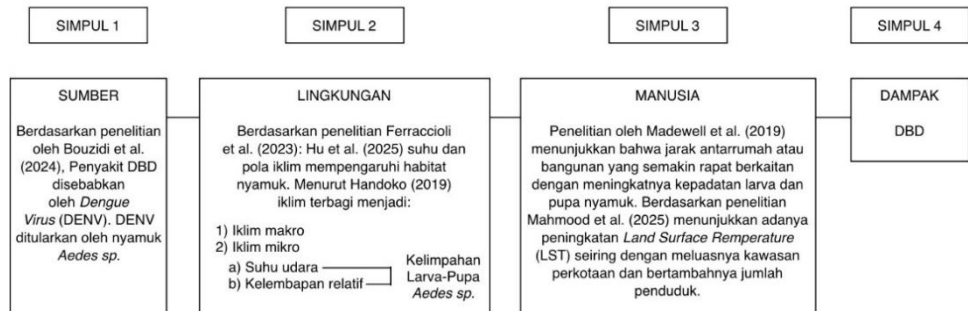
Teori simpul digunakan dalam penelitian ini untuk menjelaskan bahwa kepadatan larva dan pupa *Aedes sp* merupakan hasil interaksi beberapa faktor yang saling berkaitan, yaitu sumber, lingkungan, manusia, dan dampak. Simpul sumber berkaitan dengan keberadaan tempat perkembangbiakan nyamuk, simpul lingkungan meliputi kondisi suhu dan kelembapan yang memengaruhi siklus hidup dan kelangsungan hidup vektor, sedangkan simpul manusia berperan melalui perilaku dan aktivitas yang dapat menciptakan atau memodifikasi lingkungan perkembangbiakan nyamuk.

Dalam wilayah inti urban, peningkatan suhu dan kelembapan sebagai karakteristik lingkungan perkotaan dapat mempercepat perkembangan *Aedes aegypti* dan meningkatkan kepadatan stadia pradewasa. Interaksi antara kondisi lingkungan dan perilaku manusia tersebut pada akhirnya menimbulkan simpul dampak berupa meningkatnya populasi nyamuk dewasa dan risiko penularan penyakit berbasis vektor, khususnya Demam Berdarah Dengue. Dengan demikian, teori simpul menjadi kerangka konseptual yang tepat untuk

menganalisis pengaruh suhu dan kelembapan terhadap kepadatan larva, jentik, dan pupa *Aedes aegypti*.

### TEORI SIMPUL

(UMAR FAHMI ACHMADI, 2011)

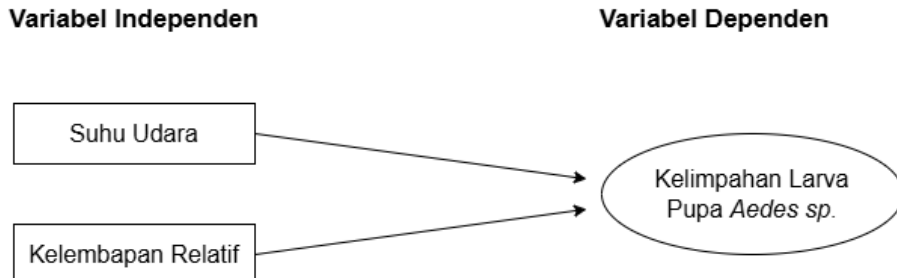


**Gambar 1.3 Kerangka Teori Modifikasi**

(Achmadi, 2011), (Handoko, 2019), (Madewell et al., 2019), (Ferraccioli et al., 2023), (Rady, Al-Khalaf, Salama, Salama, et al., 2025), (Bouzidi et al., 2024), (Hu et al., 2025), (Mahmood et al., 2025)

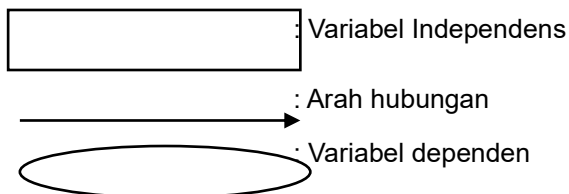
### 1.7 Kerangka Konsep

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas, maka dapat digambarkan alur penelitian dalam bentuk kerangka konsep penelitian sebagai berikut



**Gambar 1.4 Kerangka Konsep**

#### Keterangan:



### 1.8 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

**Tabel 1.2**

Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

| Variabel                              | Definisi Operasional                                                                                                                                                                                                                                                                            | Alat Ukur                                               | Kriteria Objektif | Skala Pengukuran |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
| Suhu                                  | Rata-rata suhu udara (°C) di sekitar rumah yang diukur selama 24 jam                                                                                                                                                                                                                            | Sensor DHT22/BME 280 berbasis IoT mikrokontroler ESP 32 | -                 | Kontinu          |
| Kelembapan                            | Rata-rata kelembapan relative (%) yang diukur selama 24 jam                                                                                                                                                                                                                                     | Sensor DHT22/BME 280 berbasis IoT mikrokontroler ESP 32 | -                 | Kontinu          |
| Kelimpahan Larva-Pupa <i>Aedes</i> sp | Jumlah larva–pupa <i>Aedes</i> sp. adalah total individu larva dan pupa <i>Aedes</i> sp. yang ditemukan pada setiap rumah sampel dan dinyatakan dalam angka ( <i>count</i> ). Dinyatakan dalam jumlah absolut ( <i>count</i> ) per sampel rumah (0, 1, 2, 3, dst.) tanpa pengelompokan kategori | -                                                       | -                 | Rasio            |

## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan yaitu observasional analitik dengan desain *cross sectional*. Pendekatan ini dipilih untuk menganalisis dinamika korelasi antara variabel bebas (suhu udara dan kelembaban relatif) dengan variabel terikat (kepadatan larva pupa *Aedes* sp) yang diukur pada periode waktu yang sama. Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan secara kontinu (logging) selama 24 jam di setiap titik sampel rumah untuk mendapatkan nilai rata-rata harian yang representatif, sedangkan observasi kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp di sampel rumah.

#### **2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Urban Kota Makassar, yang secara spesifik meliputi Kelurahan Kaluku Bodoa, Panampu, dan Rapokalling. Pemilihan lokasi didasarkan pada karakteristik wilayah inti urban dengan perubahan tata guna lahan masif yang berpotensi menciptakan mikro-habitat baru bagi vector. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Juni 2026.

#### **2.3 Populasi dan Sampel**

##### **2.3.1 Populasi**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh unit rumah tangga (bangunan tempat tinggal) yang berada di wilayah inti urban Kota Makassar, Kecamatan Tallo dan Mamajang khususnya di Kelurahan Kaluku Bodoa, Tammua, dan Sambung Jawa yang memiliki karakteristik transisi lingkungan dan berpotensi menjadi habitat perkembangbiakan vektor *Aedes aegypti*. Kelurahan ini dijadikan populasi karena berdasarkan hasil penelitian Surya et al. (2021) menunjukkan bahwa kepadatan penduduk di Kota Makassar terbagi ke dalam tiga kategori wilayah. Kepadatan tinggi terdapat di Kecamatan Tallo, Bontoala, Makassar, Mariso, dan Mamajang dengan kisaran 24.070–33.935 jiwa per hektar, yang mencerminkan konsentrasi penduduk padat di kawasan inti perkotaan, dan 3 kelurahan tersebut memiliki tingkat kepadatan rumah yang tinggi.

##### **2.3.2 Unit Sampel**

Unit sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumah atau bangunan (*premise*).

- a. Rumah dijadikan sebagai unit analisis karena pengukuran suhu udara dan relative dilakukan dalam atau sekitar rumah.
- b. Data kelimpahan larva pupa *Aedes* sp. akan dihitung berdasarkan temuan pada seluruh kontainer di dalam unit rumah.

##### **2.3.3 Besar Sampel**

Menurut standar operasional survei vektor (WHO, 2023) dan pedoman pengendalian DBD Kemenkes, jumlah sampel minimal untuk survei jentik guna mendapatkan angka estimasi indeks yang representatif dan valid secara statistik dalam satu wilayah adalah 100

rumah. Berdasarkan acuan tersebut, maka besar sampel ditetapkan minimal sebesar 100 unit rumah. Untuk mengantisipasi kemungkinan *drop-out* (responden menolak atau alat sensor mengalami malfungsi teknis), jumlah sampel ditambah sebesar 10%, setelah proses *cleaning* data, sampel yang memenuhi menjadi 107 sampel rumah.

#### 2.3.4 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan pendekatan multistage sampling berbasis stratifikasi wilayah dan mempertimbangkan Risiko kasus DBD. Pemilihan kelurahan dilakukan berdasarkan karakteristik wilayah urban dan jumlah penduduk, sedangkan pemilihan RW dan RT mempertimbangkan Riwayat kasus DBD. Setelah wilayah ditentukan, pemilihan rumah dilakukan sesuai kuota sampel pada masing-masing wilayah.

Rumus alokasi proporsional adalah

**Tahap I:** Stratifikasi Wilayah (Tingkat Kelurahan) Dari Kecamatan Tallo dan Mamajang yang menjadi lokasi penelitian, dipilih Kelurahan yang memenuhi kriteria karakteristik urban (wilayah transisi/pengembangan perumahan).

**Tahap II:** Stratifikasi Unit Lingkungan (Tingkat RT) di setiap Kelurahan terpilih, dilakukan pendataan kasus DBD yang tercatat Puskesmas di kelurahan tersebut.

**Tahap III:** Alokasi Sampel rumah, untuk menentukan jumlah sampel rumah diambil pada RT terpilih yang menjadi lokasi terjadinya kasus DBD, dengan menggunakan rumus

$$n_i = \frac{N_i}{N} \times n$$

Keterangan:

$n_i$  = Jumlah sampel rumah yang akan diambil di RT ke- $i$

$N_i$  = Jumlah total populasi rumah di RT ke- $i$

$N$  = Jumlah total populasi rumah di seluruh wilayah penelitian (Total Populasi)

$n$  = Jumlah total sampel minimal yang ditetapkan (100 rumah)

**Tabel 2.1** Populasi dan Jumlah Sampel

| No    | Lokasi                 | Jumlah Populasi | Sampel Kelurahan |
|-------|------------------------|-----------------|------------------|
| 1     | Kelurahan Kaluku Bodoa | 269.800         | 50               |
| 2     | Kelurahan Tammua       | 137.500         | 28               |
| 3     | Kelurahan Sambung Jawa | 148.700         | 29               |
| Total |                        | 556.000         | 107              |

### 2.3.5 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

- a. Kriteria Inklusi:
  1. Rumah berpenghuni tetap di wilayah studi
  2. Memiliki tempat penampungan air (TPA) atau kontainer potensial perindukan nyamuk.
  3. Pemilik rumah bersedia menandatangani Informed Consent dan mengizinkan pemasangan alat logger sensor suhu/kelembaban selama 24 jam.
  4. Kondisi fisik rumah permanen atau semi-permanen dengan ventilasi alami (mewakili kondisi perumahan sub-urban).
- b. Kriteria Eksklusi:
  1. Rumah kosong atau ditinggalkan saat survei.
  2. Rumah yang tidak memiliki akses listrik/keamanan yang memadai untuk penempatan alat sensor.
  3. Rumah yang sedang dalam renovasi besar-besaran (karena mempengaruhi suhu mikro secara tidak alami).

## 2.4 Alat, Bahan, dan Cara Kerja

### 1.4.1 Alat dan Bahan

- a. Sensor DHT22/BME 280 berbasis IoT *mikrokontroler* ESP 32
- b. Lembar *Informed Consent*
- c. Lembar Observasi
- d. Senter
- e. Pipet tetes
- f. Gayung
- g. Saringan

### 4.4.2 Cara Kerja

- a. Persiapan sebelum turun ke lapangan
  - 1) Formulir kuesioner pencatatan survei. Sensor IoT suhu dan kelembapan disiapkan.
  - 2) Perangkat perekam data berupa gawai atau laptop disiapkan untuk memastikan keterhubungan dengan sistem IoT.
  - 3) Lembar Observasi survei dicetak dan disusun sebagai instrumen pencatatan hasil observasi.
- b. Prosedur di lokasi

Penelitian ini dilakukan dengan satu kali kunjungan lapangan pada setiap rumah. Pengukuran suhu udara dan kelembapan relatif dilakukan menggunakan alat yang diletakkan selama 24 jam, sedangkan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp* dihitung dan dicatat di lembar observasi.

- 1) Pengukuran suhu udara dan kelembapan relatif dilakukan menggunakan Sensor DHT22/BME 280 berbasis IoT yang ditempatkan di dalam atau sekitar rumah yang tersedia aliran listrik.

- 2) Data hasil pengukuran suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), kelembapan relatif (%RH), dan waktu pencatatan direkam secara langsung atau dikirim otomatis ke dasbor pemantauan berdasarkan koordinat lokasi atau identitas rumah sampel.
- 3) Pemeriksaan kelimpahan larva–pupa dilakukan melalui inspeksi Tempat Penampungan Air (TPA) pada setiap rumah sampel, kemudian jumlah larva pupa *Aedes* sp yang didapatkan dari seluruh TPA pada setiap rumah dicatat dalam lembar observasi.
- 4) Pemetaan spasial titik pemeriksaan dan kelimpahan larva–pupa *Aedes aegypti* disusun menggunakan perangkat pemetaan digital.

## 2.5 Pengumpulan Data

### a. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan yaitu mencakup hasil pengukuran suhu udara dan kelembapan relatif di lokasi pengamatan, serta kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp. yang dihitung melalui observasi lapangan dan pengisian lembar observasi.

### b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari literatur terkait seperti buku, jurnal, skripsi hasil penelitian serta data dari instansi terkait dan data-data pendukung seperti data kasus DBD, dan data jumlah penduduk.

## 2.6 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya disusun dalam bentuk master tabel dan kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Jamovi untuk dianalisis. Proses pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Editing, yaitu melakukan pemeriksaan terhadap data yang telah diperoleh dari lembar observasi guna memastikan kelengkapan, kejelasan, serta tidak adanya pencatatan ganda.
2. Coding, yaitu setiap variabel (suhu udara, kelembapan relative, serta jumlah kelimpahan) diberikan kode numerik tertentu guna memudahkan proses input data.
3. Entry, yaitu proses memasukkan data ke dalam perangkat lunak pengolahan data seperti Microsoft Excel dan Jamovi.
4. Cleaning, yaitu pemeriksaan ulang yang dilakukan untuk memastikan tidak terdapat kesalahan input atau data hilang (*missing data*).
5. Tabulasi Data, data yang telah bersih disajikan dalam bentuk tabel distribusi sebelum dianalisis lebih lanjut.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 1. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk memperoleh hasil distribusi frekuensi karakteristik. Selain itu, analisis univariat juga dilakukan untuk

mengetahui nilai pada masing-masing variabel yaitu variabel independent (suhu udara dan kelembapan relatif) dan variabel dependen (kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp).

## 2. Analisis Bivariat

Untuk menguji hubungan antara suhu udara dan kelembapan relatif dengan kelimpahan larva pupa *Aedes* sp), digunakan uji Korelasi Pearson (jika data normal) atau Rank Spearman (jika data tidak normal).

## 2.7 Penyajian Data

Data yang telah melalui proses analisis selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi, yang dilengkapi dengan penjelasan atau informasi untuk setiap tabel guna memberikan pemahaman yang lebih jelas terhadap hasil yang diperoleh.

## 2.8 Etika Penelitian

Penelitian ini melibatkan partisipasi manusia (pemilik rumah) dan observasi lingkungan privat (dalam rumah). Oleh karena itu, seluruh prosedur penelitian dilaksanakan dengan menjunjung tinggi prinsip-prinsip etika penelitian kesehatan yang mengacu pada Deklarasi Helsinki dan pedoman nasional etik penelitian kesehatan. Sebelum pelaksanaan penelitian, proposal ini akan diajukan ke Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin untuk mendapatkan surat kelayakan etik (*Ethical Clearance*).

Prinsip-prinsip etika yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

### 1. Menghormati Harkat dan Martabat (*Respect for Persons*)

Peneliti menghormati otonomi calon responden. Sebelum penelitian dimulai, peneliti memberikan Penjelasan Sebelum Persetujuan (PSP) yang memuat informasi lengkap mengenai tujuan penelitian, prosedur pemasangan alat sensor logger, durasi perekaman (24 jam), serta prosedur pemeriksaan jentik.

- a. *Informed Consent*: Partisipasi responden bersifat sukarela tanpa paksaan. Responden yang bersedia diminta menandatangani lembar Informed Consent (Persetujuan Setelah Penjelasan).
- b. Hak Mengundurkan Diri: Responden berhak menolak atau mengundurkan diri sewaktu-waktu selama proses penelitian tanpa dikenakan sanksi apapun.

### 2. Bermanfaat (*Beneficence*)

Penelitian ini diupayakan memberikan manfaat langsung maupun tidak langsung bagi responden dan masyarakat:

- a. Manfaat Langsung: Responden mendapatkan informasi mengenai status keberadaan jentik nyamuk di rumahnya dan edukasi singkat mengenai cara pencegahan DBD melalui 3M Plus saat survei berlangsung.
- b. Keamanan Alat: Peneliti menjamin bahwa alat sensor iklimat (ESP32-BME280) yang dipasang aman, menggunakan tegangan rendah (adaptor standar), tidak merekam suara maupun video (menjaga

privasi aktivitas rumah tangga), dan hanya merekam data suhu serta kelembaban.

### 3. Tidak Merugikan (*Non-Maleficence*)

Peneliti meminimalisir risiko fisik maupun psikologis yang mungkin timbul:

- a. Perlindungan Privasi: Saat melakukan survei jentik (yang mungkin mengharuskan masuk ke kamar mandi atau area privat), peneliti akan didampingi oleh pemilik rumah atau kader setempat dan meminta izin sebelum memeriksa kontainer air.
- b. Prosedur Higienis: Peneliti menerapkan prosedur kebersihan saat masuk ke rumah responden untuk mencegah penularan penyakit lain.

### 4. Kerahasiaan (*Confidentiality*)

Identitas responden dan data spasial (titik koordinat rumah) akan dijaga kerahasiaannya.

- a. Data identitas responden pada kuesioner atau formulir observasi tidak mencantumkan nama terang, melainkan menggunakan sistem pengkodean (*Coding*).
- b. Publikasi hasil penelitian hanya akan menampilkan data secara agregat (kelompok) atau peta sebaran tanpa membuka identitas spesifik pemilik rumah.

### 5. Keadilan (*Justice*)

Pemilihan sampel dilakukan secara adil menggunakan metode acak (*random sampling*) berdasarkan stratifikasi wilayah, tanpa membedakan status sosial, ekonomi, suku, atau agama. Semua responden yang terpilih mendapatkan perlakuan yang sama dalam prosedur pengukuran dan hak untuk mendapatkan informasi hasil pemeriksaan jentik

## BAB III

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di 2 Kecamatan yaitu:

1. Kecamatan Mamajang (Kelurahan Sambung Jawa)
2. Kecamatan Tallo (Kelurahan Tammua dan Kaluku Bodoa)

Lokasi sampel di Kecamatan Mamajang berada di Kelurahan Sambung Jawa, meliputi RW 8 (RT 3 dan RT 4) serta RW 5 (RT 1). Sementara itu, lokasi sampel di Kecamatan Tallo berada di Kelurahan Tammua yang mencakup RW 6 (RT 3) dan RW 5 (RT 1), serta Kelurahan Kaluku Bodoa yang mencakup RW 5 (RT 1, RT 4, dan RT 11). Jumlah sampel penelitian sebanyak 107 rumah yang tersebar pada wilayah tersebut. Dari 107 rumah yang diperiksa, ditemukan 176 wadah penampungan air (*container*) yang menjadi objek pemeriksaan jentik. Pada setiap rumah dilakukan pengukuran suhu dan kelembapan selama 24 jam menggunakan sensor DHT22/BME280 berbasis Internet of Things (IoT). Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menilai hubungan antara suhu dan kelembapan dengan jumlah jentik yang ditemukan. Hasil analisis selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan diinterpretasikan sebagai berikut.

##### 3.1.1 Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi frekuensi karakteristik dan jenis wadah yang ditemukan pada lokasi penelitian. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai kondisi wadah berdasarkan karakteristik serta jenisnya, sehingga dapat diketahui proporsi masing-masing kategori yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan larva dan pupa. Hasil analisis univariat disajikan pada tabel berikut.

##### 3.1.1.1 Distribusi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada 2 kecamatan, yaitu Kecamatan Mamajang, dan Kecamatan Tallo

**Tabel 3.1 Distribusi Lokasi Penelitian di Kecamatan Mamajang dan Tammua Kota Makassar Tahun 2026**

| Lokasi                             | n          | %          |
|------------------------------------|------------|------------|
| Kecamatan Mamajang<br>Sambung Jawa | 29         | 27.1       |
| Kecamatan Tallo<br>Tammua          | 28         | 26.1       |
| Kaluku Bodoa                       | 50         | 46.8       |
| <b>Total</b>                       | <b>107</b> | <b>100</b> |

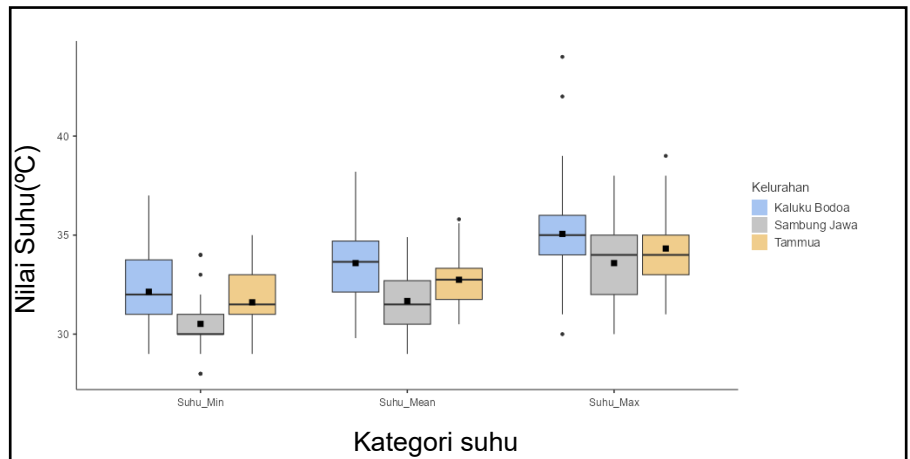
Sumber: Data Primer, 2026

Berdasarkan gambar 3.1, distribusi Lokasi penelitian dilakukan pada 3 kelurahan, didapatkan total 107 rumah yang menjadi sampel penelitian, sebagian besar berada di Kelurahan

Kaluku Bodoa yaitu 50(46.8%) rumah, kemudian di Kelurahan Sambung Jawa 29 rumah (27.1%), dan kelurahan Tammua 28 rumah (26.1%).

### 3.1.1.2 Distribusi Karakteristik Suhu dan Kelembapan

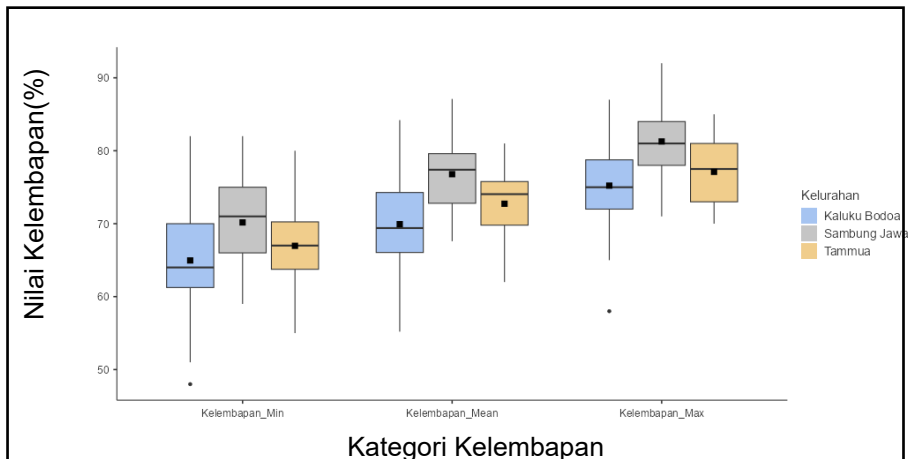
Karakteristik suhu dan kelembapan relatif dianalisis untuk menggambarkan kondisi iklim mikro pada rumah sampel di wilayah penelitian. Pengukuran dilakukan selama 24 jam pada setiap titik sampel, kemudian data yang diperoleh dikelompokkan menjadi nilai minimum, rata-rata, dan maksimum. Penyajian data dalam bentuk *box plot*



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.1 Distribusi Suhu Minimum, Rata-Rata, dan Maksimum Berdasarkan Wilayah urban Kota Makassar Tahun 2026**

Di Kelurahan Kluku Bodoa, Rata-rata suhu minimum sebesar 32,1°C, rata-rata suhu mean 33,6°C, dan suhu maksimum 35,1°C. Sementara itu, Kelurahan Tammua menunjukkan nilai suhu yang sedikit lebih rendah dengan rata-rata suhu minimum 31,6°C, rata-rata suhu mean 32,7°C, dan rata-rata suhu maksimum 34,3°C. Adapun Kelurahan Sambung Jawa memiliki suhu paling rendah, dengan rata-rata suhu minimum 30,5°C, rata-rata suhu mean 31,7°C, dan rata-rata suhu maksimum 33,6°C.



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.2 Distribusi Kelembapan Minimum, Rata-Rata, dan Maksimum Berdasarkan Wilayah urban Kota Makassar Tahun 2026**

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, Kelurahan Sambung Jawa memiliki tingkat kelembapan tertinggi dibandingkan kelurahan lainnya, dengan rata-rata kelembapan minimum sebesar 70,2%, rata-rata kelembapan mean 76,8%, dan rata-rata kelembapan maksimum 81,3%. Kelurahan Tammua berada pada urutan kedua dengan rata-rata kelembapan minimum 67,0%, kelembapan rata-rata 72,7%, dan kelembapan maksimum 77,1%. Sementara itu, Kelurahan Kaluku Bodoa menunjukkan tingkat kelembapan terendah, dengan rata-rata kelembapan minimum sebesar 65,0%, rata-rata kelembapan mean 69,9%, dan kelembapan maksimum 75,2%.

### 3.1.1.3 Distribusi Jenis wadah

Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap 176 kontainer pada 107 rumah sampel di wilayah penelitian, dilakukan pengelompokan jenis wadah.

**Tabel 3.2 Distribusi Karakteristik Jenis Wadah di Kelurahan Sambung Jawa, Tammua, dan Kaluku Bodoa Kota Makassar 2026**

| Jenis Wadah       | n          | %          |
|-------------------|------------|------------|
| Bak               | 19         | 10.8       |
| Baskom            | 28         | 15.9       |
| Drum              | 31         | 17.6       |
| Ember             | 86         | 48.9       |
| Guci              | 3          | 1.7        |
| Jerigen           | 1          | 0.6        |
| Tatakan Dispenser | 8          | 4.5        |
| <b>Total</b>      | <b>176</b> | <b>100</b> |

Berdasarkan jenis wadah, ember merupakan jenis wadah yang paling banyak ditemukan yaitu sebanyak 86 wadah (48,9%), diikuti drum sebanyak 31 wadah (17,6%), baskom sebanyak 28 wadah (15,9%), bak sebanyak 19 wadah (10,8%), tatakan dispenser sebanyak 8 wadah (4,5%), guci sebanyak 3 wadah (1,7%), dan jerigen sebanyak 1 wadah (0,6%).

#### 3.1.1.4 Distribusi Karakteristik wadah

Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap 176 kontainer pada 107 rumah sampel di wilayah penelitian, dilakukan pengelompokan karakteristik wadah, fungsi wadah, lokasi, keberadaan penghalang, frekuensi penggunaan, dan kondisi penutup wadah

**Tabel 3.3 Distribusi Karakteristik Wadah di Kelurahan Sambung Jawa, Tammua, dan Kaluku Bodoa Kota Makassar 2026**

| Karakteristik Wadah                       | n          | (%)        |
|-------------------------------------------|------------|------------|
| <b>Fungsi Wadah</b>                       |            |            |
| TPA                                       | 168        | 95.5       |
| Non-TPA                                   | 8          | 4.5        |
| <b>Total</b>                              | <b>176</b> | <b>100</b> |
| <b>Lokasi Wadah</b>                       |            |            |
| Dalam Rumah                               | 169        | 96         |
| Luar Rumah                                | 7          | 4          |
| <b>Total</b>                              | <b>176</b> | <b>100</b> |
| <b>Keberadaan Penghalang</b>              |            |            |
| Terhalang                                 | 9          | 5.1        |
| Tidak Terhalang                           | 167        | 94.9       |
| <b>Total</b>                              | <b>176</b> | <b>100</b> |
| <b>Panutup Wadah</b>                      |            |            |
| Rapat                                     | 41         | 23.3       |
| Tidak Rapat                               | 11         | 6.3        |
| Tidak ada                                 | 124        | 70.5       |
| <b>Total</b>                              | <b>176</b> | <b>100</b> |
| <b>Frekuensi Penggunaan Selama 7 hari</b> |            |            |
| Ya                                        | 165        | 93.8       |
| Tidak                                     | 11         | 6.3        |
| <b>Total</b>                              | <b>176</b> | <b>100</b> |

Berdasarkan tabel 3,3, distribusi karakteristik wadah yang diperiksa, dari total 176 wadah, sebagian besar termasuk dalam fungsi Tempat Penampungan Air (TPA) yaitu sebanyak 168 wadah (95,5%), fungsi non-TPA sebanyak 8 wadah (4,5%). Berdasarkan lokasi wadah, sebagian besar wadah berada di dalam rumah yaitu sebanyak 169 wadah (96,0%), sedangkan wadah yang berada di luar rumah sebanyak 7 wadah (4,0%). Berdasarkan keberadaan penghalang, mayoritas wadah tidak terhalang yaitu sebanyak 167

wadah (94,9%), sedangkan wadah yang terhalang sebanyak 9 wadah (5,1%).

Berdasarkan kondisi penutup wadah, sebagian besar wadah tidak memiliki penutup yaitu sebanyak 124 wadah (70,5%), wadah dengan penutup rapat sebanyak 41 wadah (23,3%), dan wadah dengan penutup tidak rapat sebanyak 11 wadah (6,3%). Berdasarkan frekuensi penggunaan wadah selama 7 hari terakhir, sebagian besar wadah digunakan yaitu sebanyak 165 wadah (93,8%), sedangkan wadah yang tidak digunakan sebanyak 11 wadah (6,3%). Dengan demikian, karakteristik wadah pada penelitian ini didominasi oleh wadah kategori TPA, berjenis ember, berada di dalam rumah, tidak terhalang, tidak memiliki penutup, dan masih digunakan dalam kurun waktu 7 hari terakhir.

### 3.1.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara masing-masing variabel independen dengan variabel dependen. Sebelum dilakukan analisis bivariat, dilakukan uji normalitas data untuk mengetahui pola distribusi data pada variabel suhu, kelembapan relatif, dan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp.*

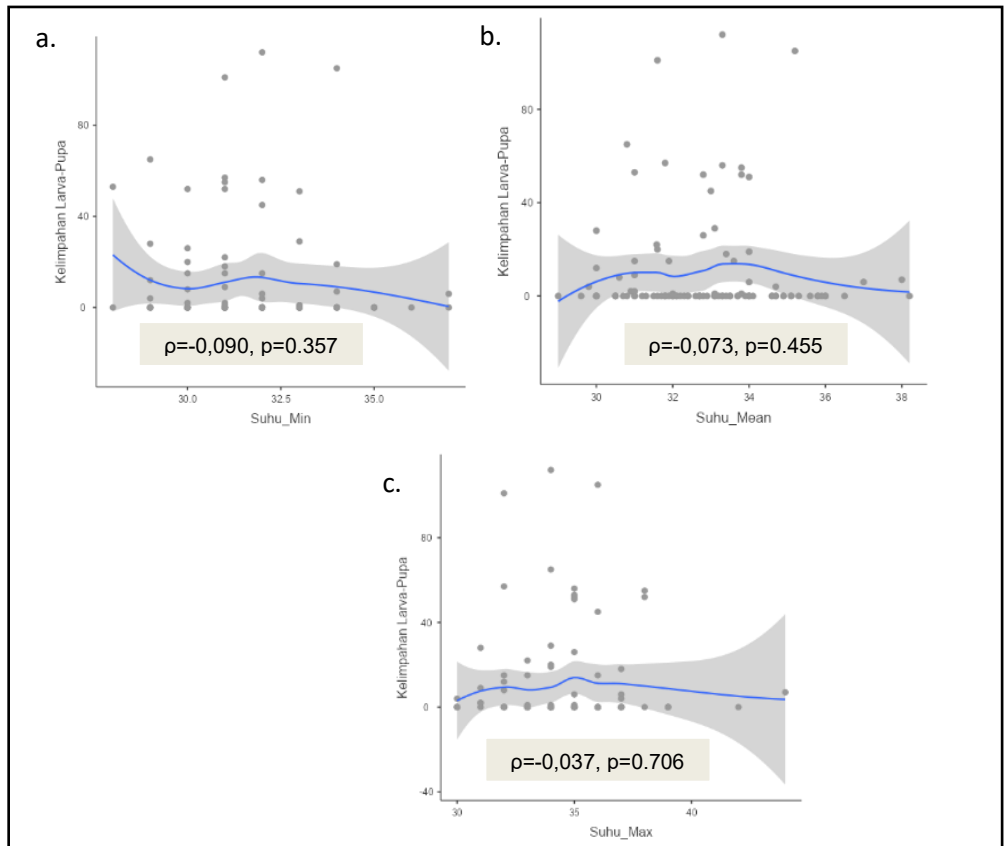
**Tabel 3.4 Uji Normalitas Variabel Penelitian**

| Variabel                     | N   | Shapiro-Wilk | p-value |
|------------------------------|-----|--------------|---------|
| Suhu minimum                 | 107 | 0,946        | <0,001  |
| Suhu rata-rata               | 107 | 0,983        | 0,175   |
| Suhu Maksimum                | 107 | 0,950        | <0,001  |
| Kelembapan Relatif Minimum   | 107 | 0,990        | 0,591   |
| Kelembapan Relatif Rata-rata | 107 | 0,991        | 0,696   |
| Kelembapan Relatif Maksimum  | 107 | 0,983        | 0,203   |
| Kelimpahan Larva–Pupa        | 107 | 0,515        | <0,001  |

Hasil uji normalitas *shapiro wilk* pada tabel 3.4 menunjukkan bahwa variabel suhu rata-rata ( $W = 0,983$ ;  $p = 0,175$ ), kelembapan minimum ( $W = 0,990$ ;  $p = 0,591$ ), kelembapan rata-rata ( $W = 0,991$ ;  $p = 0,696$ ), dan kelembapan maksimum ( $W = 0,983$ ;  $p = 0,203$ ) berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ). Sebaliknya, variabel suhu minimum ( $W = 0,946$ ;  $p < 0,001$ ), suhu maksimum ( $W = 0,950$ ;  $p < 0,001$ ), dan kelimpahan larva–pupa ( $W = 0,515$ ;  $p < 0,001$ ) tidak berdistribusi normal ( $p < 0,05$ ). Karena terdapat variabel yang tidak memenuhi normalitas, analisis hubungan antara variabel lingkungan dan kelimpahan larva–pupa dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman.

### 3.1.2.1 Hubungan Suhu Udara dengan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp*

Analisis hubungan antara suhu udara dan kelembapan relatif dengan kelimpahan larva-pupa *Aedes sp.* dilakukan menggunakan uji korelasi *Spearman*. Uji ini digunakan karena data kelimpahan larva-pupa tidak berdistribusi normal. Hasil uji korelasi Spearman disajikan sebagai berikut:



Sumber: Data Primer, 2026

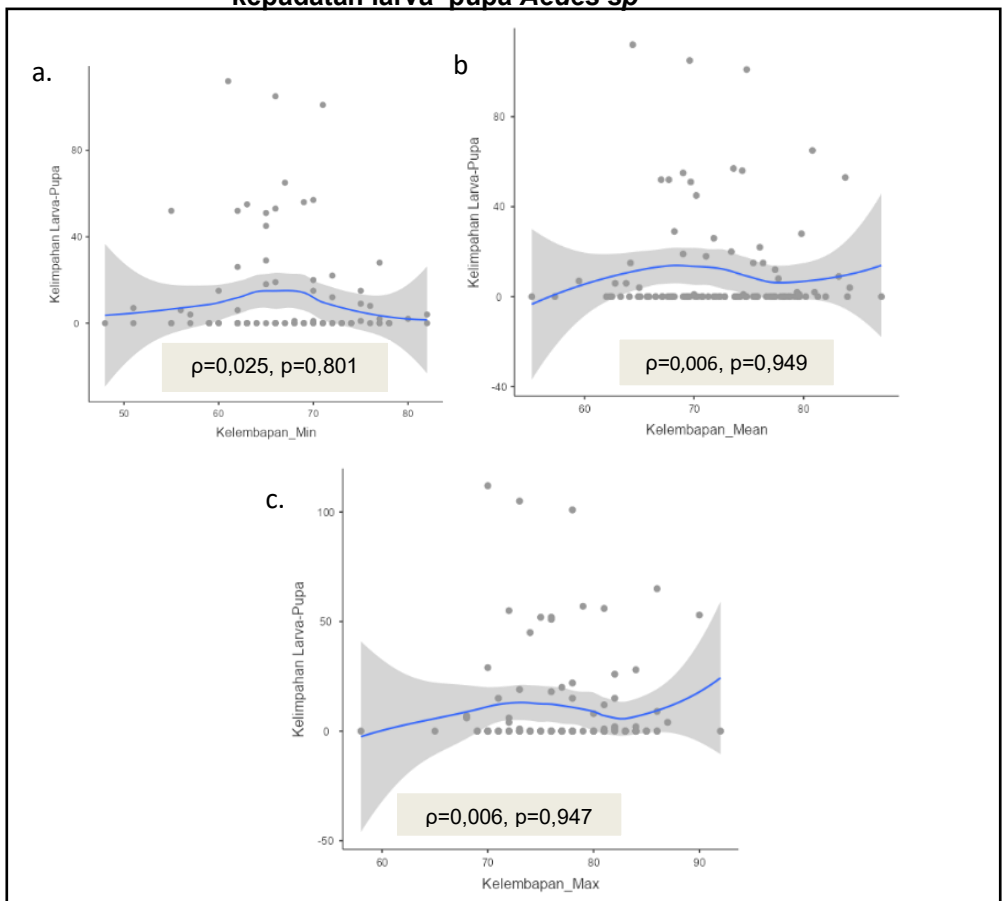
**Gambar 3.3 Scatter Plot Hubungan Suhu Udara dengan Kelimpahan Larva-Pupa *Aedes sp* di Wilayah Urban Kota Makassar Tahun 2026**

Hasil uji korelasi Spearman, menunjukkan bahwa suhu minimum, rata-rata, dan maksimum memiliki korelasi yang tidak signifikan dengan arah hubungan negatif sangat lemah dengan kelimpahan larva dan pupa secara berturut-turut untuk nilai koefisien korelasi ( $p = -0,090$ ;  $p = -0,073$ ,  $p = -0,037$ ) dan p-value (

$p = 0,357$ ,  $p = 0,455$  ;  $p = 0,706$ ). Seluruh nilai  $p$  menunjukkan  $p > 0,05$ .

Gambar 3.3 menyajikan pola hubungan antar variable dalam bentuk kurva dengan menggunakan pendekatan *Locally Estimated Scatterplot Smoothing* (LOESS) untuk memperlihatkan kecenderungan pola hubungan antara suhu udara dan kelimpahan larva/pupa yang lebih fleksibel terhadap outlier dibandingkan pendekatan regresi linear.

### 3.1.2.2 Analisis hubungan kelembaban relatif dengan tingkat kepadatan larva-pupa *Aedes sp*



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.4 Scatter Plot Hubungan Kelembapan Relatif dengan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes sp* di Wilayah Urban Kota Makassar**

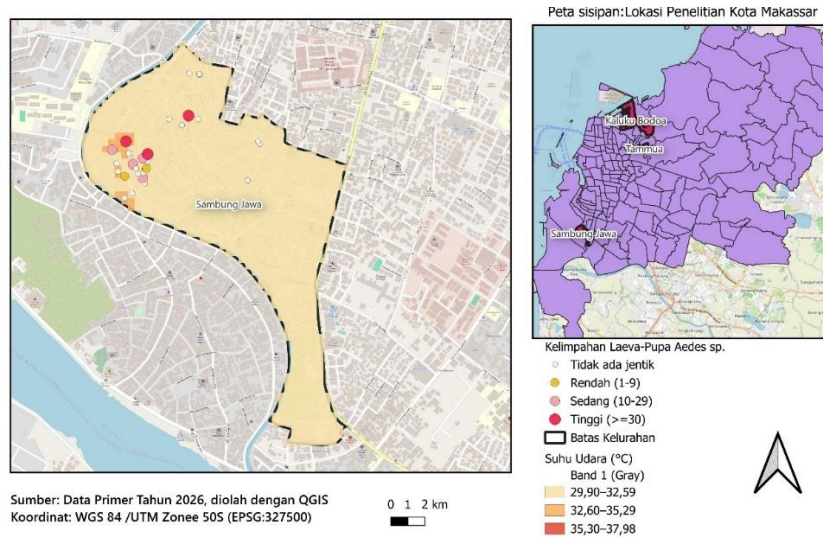
Hasil uji korelasi Spearman, menunjukkan bahwa kelembapan minimum, rata-rata, dan maksimum memiliki korelasi yang tidak signifikan dengan arah hubungan positif lemah dengan kelimpahan larva dan pupa secara

berturut-turut untuk nilai koefisien korelasi ( $p = 0,025$ ;  $p = 0,006$ ,  $p = 0,006$ ) dan p-value ( $p = 0,801$ ,  $p = 0,949$ ,  $p = 0,947$ ). Seluruh nilai  $p$  menunjukkan  $p > 0,05$ , sehingga tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kelembapan relatif dengan jumlah jentik dan pupa pada rumah sampel.

Gambar 3.4 menyajikan pola hubungan antar variable dalam bentuk kurva dengan menggunakan pendekatan *Locally Estimated Scatterplot Smoothing* (LOESS) untuk memperlihatkan kecenderungan pola hubungan antara suhu udara dan kelimpahan larva/pupa yang lebih fleksibel terhadap outlier dibandingkan pendekatan regresi linear

### **3.1.3 Pola Spasial Suhu Udara dan Kelembapan Relatif dengan Kelimpahan Larva Pupa di Wilayah Urban Kota Makassar**

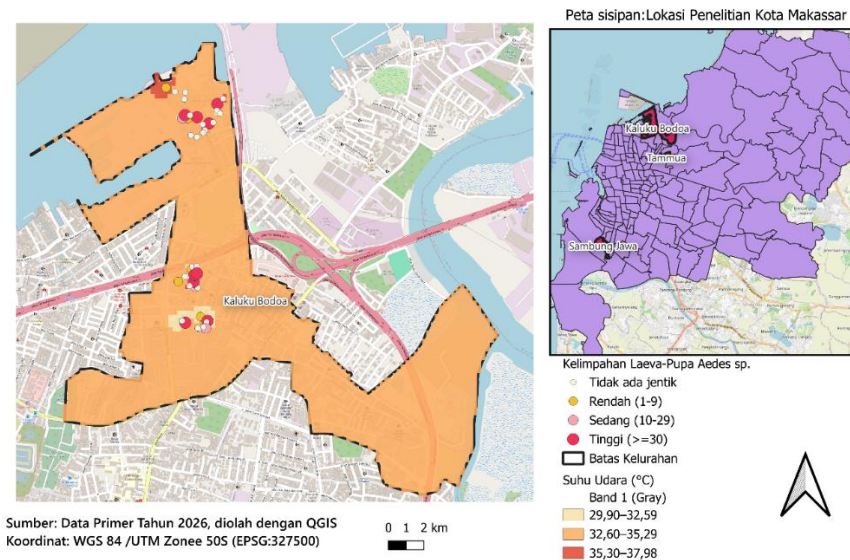
Pola spasial suhu udara dan kelembapan relatif dengan kelimpahan larva dan pupa di wilayah urban Kota Makassar menggambarkan distribusi kondisi suhu pada tiga lokasi penelitian, yaitu Kelurahan Sambung Jawa, Kaluku Bodoa, dan Tammua. Peta ini menunjukkan variasi suhu udara dan kelembapan relatif pada masing-masing kelurahan serta persebaran kelimpahan larva dan pupa. Pola spasial ini disajikan dalam bentuk visualisasi overlay antara wilayah geografis, tingkat kelimpahan larva-pupa dan gradien suhu.



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.5 Pola Spasial Suhu Rata-Rata dan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes sp* di Kelurahan Sambung Jawa Kota Makassar Tahun 2026**

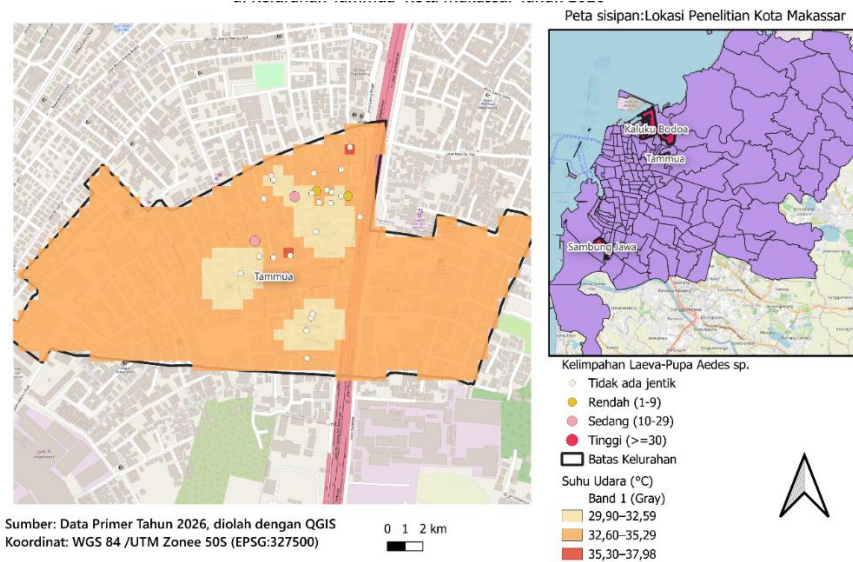
Gambar 3.5 menunjukkan bahwa kelimpahan larva–pupa *Aedes sp.* di Kelurahan Sambung Jawa cenderung terkonsentrasi pada bagian barat hingga barat laut wilayah penelitian. Titik dengan kelimpahan tinggi ( $\geq 30$ ) berada pada area dengan rentang suhu rata-rata 35,30–37,98 $^{\circ}\text{C}$ , sedangkan kelimpahan sedang (10–29) umumnya ditemukan pada suhu 32,60–35,29 $^{\circ}\text{C}$ , dan kelimpahan rendah (1–9) pada suhu 29,90–32,59 $^{\circ}\text{C}$ . Sebaran tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kelimpahan larva–pupa pada lokasi yang memiliki suhu rata-rata lebih tinggi. Berdasarkan peta wilayah Kelurahan Sambung Jawa, bagian barat dan barat laut merupakan area dengan konsentrasi titik pengamatan terbanyak, sementara bagian tengah hingga selatan relatif lebih sedikit. Dengan demikian, distribusi larva–pupa *Aedes sp.* bersifat tidak merata dan membentuk pengelompokan pada wilayah dengan suhu yang lebih hangat



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.6 Pola Spasial Suhu Rata-Rata dan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes* sp di Kelurahan Sambung Jawa Kota Makassar Tahun 2026**

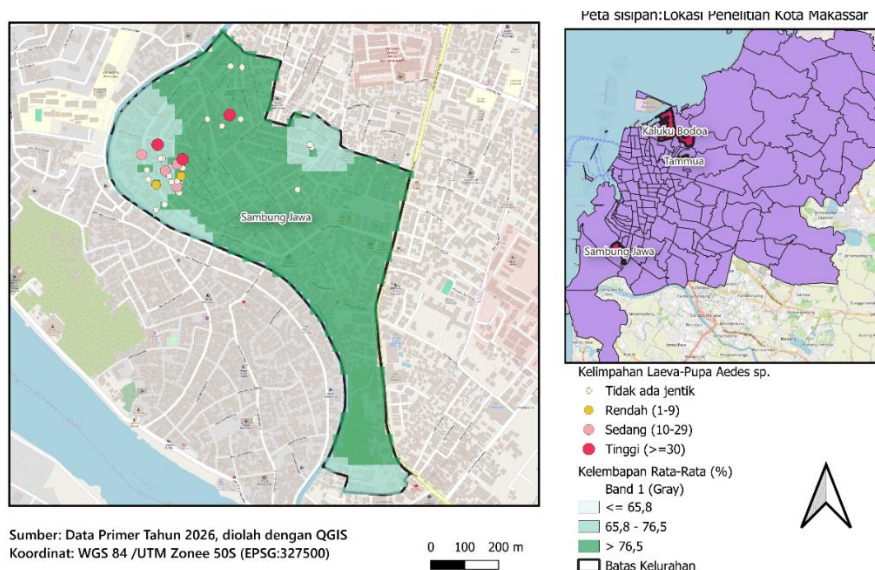
Berdasarkan Gambar 3.6, pola spasial menunjukkan bahwa kelimpahan larva–pupa *Aedes* sp. di Kelurahan Kaluku Bodoa terkonsentrasi pada bagian utara dan sebagian wilayah tengah kelurahan. Kelimpahan yang ditemukan didominasi oleh kategori rendah (1–9) dan sedang (10–29), meskipun terdapat beberapa titik dengan kelimpahan tinggi ( $\geq 30$ ) yang tersebar pada lokasi pengamatan di bagian utara dan tengah. Berdasarkan sebaran suhu rata-rata udara, sebagian besar wilayah penelitian berada pada rentang 32,60–35,29 $^{\circ}\text{C}$ , sedangkan sebagian kecil area berada pada rentang 29,90–32,59 $^{\circ}\text{C}$  dan 35,30–37,98 $^{\circ}\text{C}$ . Secara spasial, titik dengan kelimpahan larva–pupa tinggi lebih banyak ditemukan pada wilayah dengan suhu rata-rata 32,60–35,29 $^{\circ}\text{C}$ . Peta sisipan menunjukkan bahwa Kelurahan Kaluku Bodoa berada di bagian utara Kota Makassar, sehingga pola sebaran tersebut memberikan gambaran distribusi kelimpahan larva–pupa berdasarkan kondisi suhu rata-rata pada wilayah penelitian.



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.7 Pola Spasial Suhu Rata-Rata dan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes* sp di Kelurahan Tammua Kota Makassar Tahun 2026**

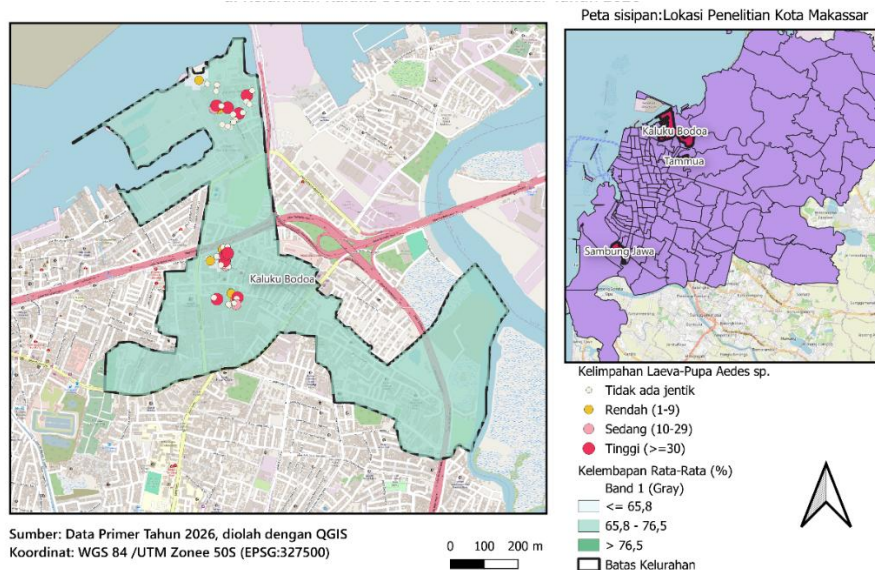
Berdasarkan Gambar 3.7, pola spasial menunjukkan bahwa kelimpahan larva–pupa *Aedes* sp. di Kelurahan Tammua terkonsentrasi pada bagian tengah hingga utara wilayah kelurahan. Kelimpahan yang ditemukan didominasi oleh kategori rendah (1–9) dan sedang (10–29), dengan beberapa titik yang menunjukkan kelimpahan tinggi ( $\geq 30$ ). Berdasarkan sebaran suhu rata-rata udara, sebagian besar wilayah berada pada rentang 32,60–35,29 $^{\circ}\text{C}$ , sedangkan sebagian kecil area di bagian tengah memiliki suhu 29,90–32,59 $^{\circ}\text{C}$  dan beberapa titik berada pada rentang 35,30–37,98 $^{\circ}\text{C}$ . Secara spasial, titik dengan kelimpahan larva–pupa lebih tinggi umumnya ditemukan pada wilayah dengan suhu rata-rata 32,60–35,29 $^{\circ}\text{C}$ . Peta sisipan menunjukkan bahwa Kelurahan Tammua berada di bagian utara Kota Makassar, sehingga pola tersebut menggambarkan distribusi kelimpahan larva–pupa berdasarkan variasi suhu rata-rata pada wilayah penelitian.



Sumber: Data Primer, 2026

### Gambar 3.8 Pola Spasial Kelembapan Relatif dan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes* sp di Kelurahan Tammua Kota Makassar Tahun 2026

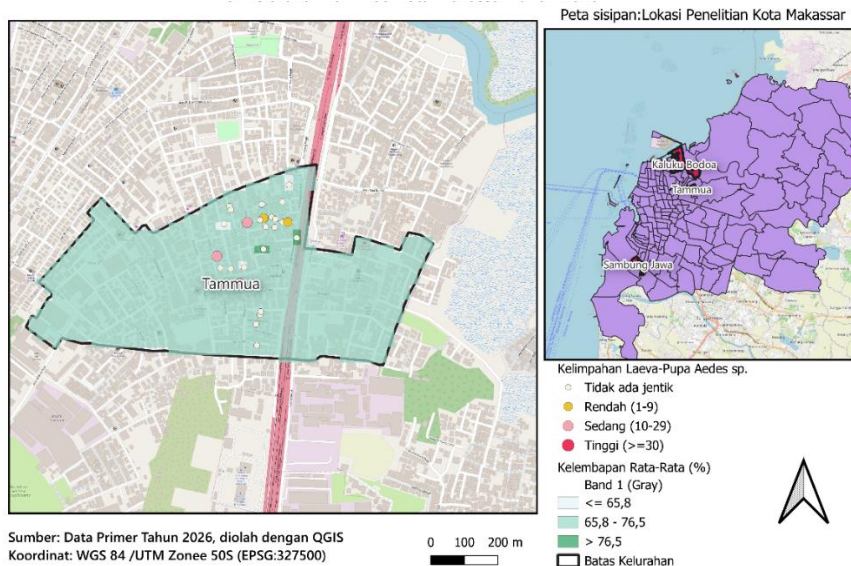
Berdasarkan Gambar 3.8, pola spasial menunjukkan bahwa kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp. di Kelurahan Sambung Jawa terkonsentrasi pada bagian barat laut wilayah kelurahan. Kelimpahan yang ditemukan didominasi oleh kategori rendah (1–9) dan sedang (10–29), dengan beberapa titik berkategori tinggi ( $\geq 30$ ). Berdasarkan sebaran kelembapan rata-rata, sebagian besar wilayah penelitian memiliki kelembapan  $>76,5\%$ , sedangkan area di bagian barat laut berada pada rentang  $\leq 65,8\%$  hingga  $65,8-76,5\%$ . Secara spasial, titik-titik kelimpahan larva-pupa lebih banyak ditemukan pada area dengan kelembapan  $\leq 76,5\%$ , sedangkan pada wilayah dengan kelembapan  $>76,5\%$  sebagian besar tidak ditemukan larva-pupa.



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.9 Pola Spasial Kelembapan Relatif dan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes sp* di Kelurahan Kaluku Bodoa Kota Makassar Tahun 2026**

Berdasarkan Gambar 5.9, pola spasial menunjukkan bahwa kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp. di Kelurahan Kaluku Bodoa terkonsentrasi pada bagian utara dan sebagian wilayah tengah kelurahan. Kelimpahan yang ditemukan didominasi oleh kategori sedang (10–29) dan tinggi ( $\geq 30$ ), dengan beberapa titik berkategori rendah (1–9). Berdasarkan sebaran kelembapan rata-rata, sebagian besar titik pengamatan berada pada rentang 65,8–76,5%, sedangkan beberapa titik lainnya berada pada rentang  $\leq 65,8\%$  dan  $> 76,5\%$ . Secara spasial, titik-titik dengan kelimpahan sedang hingga tinggi lebih banyak ditemukan pada area dengan kelembapan 65,8–76,5%, terutama di bagian utara kelurahan. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran kelimpahan larva-pupa di Kelurahan Kaluku Bodoa cenderung terkonsentrasi pada wilayah dengan kelembapan sedang



Sumber: Data Primer, 2026

**Gambar 3.10 Pola Spasial Kelembapan Relatif dan Kelimpahan Larva Pupa *Aedes* sp di Kelurahan Kaluku Bodoa Kota Makassar Tahun 2026**

Berdasarkan Gambar 3.10, pola spasial menunjukkan bahwa kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp. di Kelurahan Tammua terkonsentrasi pada bagian tengah hingga utara wilayah kelurahan. Kelimpahan yang ditemukan didominasi oleh kategori rendah (1–9) dan sedang (10–29), dengan beberapa titik berkategori tinggi ( $\geq 30$ ). Berdasarkan sebaran kelembapan rata-rata, seluruh titik pengamatan berada pada rentang 65,8–76,5%, sedangkan wilayah dengan kelembapan  $\leq 65,8\%$  maupun  $> 76,5\%$  tidak menunjukkan adanya titik pengamatan. Secara spasial, kelimpahan larva-pupa di Kelurahan Tammua tersebar pada area dengan kelembapan rata-rata 65,8–76,5%.

### 3.2 Pembahasan

#### 3.2.1 Karakteristik suhu dan kelembaban relatif berdasarkan gradien morfologi urban Kota Makassar

Wilayah urban merupakan kawasan dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, aktivitas manusia yang intensif, serta dominasi lingkungan terbangun seperti permukiman, perkantoran, pusat perdagangan, dan fasilitas umum. Berdasarkan karakteristik kepadatan penduduk dan tingkat perkembangan wilayah, kawasan urban Kota Makassar berada pada kecamatan yang memiliki kepadatan penduduk tinggi dan aktivitas sosial ekonomi yang terpusat. Kecamatan yang termasuk wilayah urban antara lain Kecamatan Tallo, Bontoala, Makassar, Mariso, dan Mamajang. Wilayah tersebut memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, berkisar antara 24.070–33.935 jiwa per hektar. Karakteristik utama wilayah urban Kota Makassar meliputi tingginya

kepadatan penduduk, kepadatan bangunan yang tinggi, dominasi lahan terbangun, aktivitas ekonomi yang intensif (Surya et al., 2021).

Berdasarkan penelitian Chakraborty et al., Kota Makassar mengalami fenomena *Urban Heat Island* dengan peningkatan suhu permukaan sekitar 6–9°C pada kawasan perkotaan dibandingkan wilayah sekitarnya. Kondisi ini dipengaruhi oleh dominasi lahan terbangun, kepadatan bangunan yang tinggi, dan berkurangnya vegetasi yang berfungsi sebagai pengendali suhu lingkungan. Suhu permukaan kawasan urban relatif tinggi sepanjang tahun dan pada akhir musim kemarau (September–Oktober) mencapai rata-rata 46,6°C. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tingkat urbanisasi yang tinggi di Kota Makassar berkontribusi terhadap peningkatan suhu lingkungan perkotaan (Chakraborty et al., 2025).

Berdasarkan BPS Kota Makassar (2025), yang mengacu pada data BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Paotere, kondisi iklim Kota Makassar pada tahun 2024 menunjukkan suhu udara rata-rata berkisar antara 27–29 °C dengan kelembapan relatif rata-rata sekitar 79–86%). Berdasarkan data dari BMKG, Pada bulan Maret hingga April 2026, rata-rata suhu udara di Kota Makassar yaitu 34.5 C dan rata-rata kelembapan Relatif yaitu 72% (Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin, 2026).

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, Kelurahan Kaluku Bodoa memiliki nilai suhu tertinggi dibandingkan dua kelurahan lainnya, dengan rata-rata suhu minimum sebesar 32,1°C, rata-rata suhu mean 33,6°C, dan suhu maksimum 35,1°C. Sementara itu, Kelurahan Tammua menunjukkan nilai suhu yang sedikit lebih rendah dengan rata-rata suhu minimum 31,6°C, rata-rata suhu mean 32,7°C, dan rata-rata suhu maksimum 34,3°C. Adapun Kelurahan Sambung Jawa memiliki suhu paling rendah, dengan rata-rata suhu minimum 30,5°C, rata-rata suhu mean 31,7°C, dan rata-rata suhu maksimum 33,6°C. Secara umum, hasil tersebut menunjukkan bahwa Kaluku Bodoa merupakan wilayah dengan kondisi suhu yang lebih tinggi, diikuti oleh Tammua dan Sambung Jawa, yang mengindikasikan adanya variasi kondisi iklim antarwilayah urban di Kota Makassar.

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, Kelurahan Sambung Jawa memiliki tingkat kelembapan tertinggi dibandingkan kelurahan lainnya, dengan rata-rata kelembapan minimum sebesar 70,2%, rata-rata kelembapan mean 76,8%, dan rata-rata kelembapan maksimum 81,3%. Kelurahan Tammua berada pada urutan kedua dengan rata-rata kelembapan minimum 67,0%, kelembapan rata-rata 72,7%, dan kelembapan maksimum 77,1%. Sementara itu, Kelurahan Kaluku Bodoa menunjukkan tingkat kelembapan terendah, dengan rata-rata kelembapan minimum sebesar 65,0%, rata-rata kelembapan mean 69,9%, dan kelembapan maksimum 75,2%. Secara umum, hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi kelembapan udara bervariasi

antarwilayah urban, dengan Sambung Jawa memiliki lingkungan yang relatif lebih lembap dibandingkan Tammua dan Kaluku Bodoa.

Secara teoritis, kedekatan suatu wilayah dengan garis pantai tidak selalu menyebabkan suhu udara yang lebih tinggi dibandingkan wilayah yang lokasinya lebih jauh dari pantai. Hal ini karena adanya pengaruh angin laut (*sea breeze*), yang membawa massa udara dengan suhu relatif lebih rendah dari wilayah perairan menuju daratan sehingga dapat memberikan efek pendinginan pada daerah pesisir (Yu et al., 2026).

Suhu udara di Kelurahan Kaluku Bodoa tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan dua kelurahan lainnya. Kondisi ini diduga berkaitan dengan tingginya kepadatan penduduk serta perkembangan kawasan permukiman yang menyebabkan berkurangnya tutupan lahan vegetasi. Penurunan luas vegetasi mengurangi kemampuan lingkungan dalam menurunkan suhu melalui proses evapotranspirasi. Selain itu, pertumbuhan penduduk meningkatkan kebutuhan akan infrastruktur dan fasilitas publik, seperti jalan, gedung perkantoran, dan pusat perbelanjaan, yang mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan. Berkurangnya tutupan vegetasi dan meningkatnya luas lahan terbangun menyebabkan dominasi permukaan nonvegetatif yang umumnya memiliki kapasitas lebih tinggi dalam menyerap dan menyimpan panas (Pramono & Foresty, 2024).

Kelurahan Sambung Jawa memiliki tingkat kelembapan udara tertinggi dibandingkan dengan dua wilayah lainnya. Kondisi tersebut berkaitan dengan keberadaan tutupan vegetasi yang relatif lebih luas serta tingkat kerapatan bangunan yang lebih rendah. Vegetasi berkontribusi terhadap peningkatan kandungan uap air di atmosfer melalui proses transpirasi, sedangkan permukaan tanah dan vegetasi melepaskan uap air melalui proses evaporasi. Kombinasi kedua proses tersebut dikenal sebagai evapotranspirasi. Luas tutupan vegetasi yang lebih besar meningkatkan jumlah uap air yang dilepaskan ke atmosfer, sehingga kelembapan relatif udara di wilayah tersebut cenderung lebih tinggi (Yuli Rosianty, Delfy Lensari, 2018).

### **3.2.2 Karakteristik Wadah**

Berdasarkan karakteristik wadah yang diperiksa, sebagian besar wadah merupakan Tempat Penampungan Air (TPA) yang masih digunakan dalam 7 hari terakhir (93,8%) dan didominasi oleh jenis ember (48,9%). Wadah yang digunakan secara aktif cenderung mengalami penggantian atau penambahan air serta pembersihan secara berkala sehingga dapat mengganggu siklus perkembangan telur dan jentik. Selain itu, sebagian besar wadah berada di dalam rumah (96,0%) dan tidak memiliki penutup (70,5%), yang menunjukkan bahwa keberadaan wadah saja tidak selalu diikuti oleh tingginya jumlah jentik apabila wadah tersebut sering digunakan dan dikelola oleh penghuni rumah. Wadah tidak terhalang (94,9%), sehingga memungkinkan terjadinya paparan

cahaya yang lebih besar pada habitat perindukan. Kondisi tersebut diduga kurang mendukung preferensi *Aedes aegypti* yang umumnya lebih menyukai tempat yang teduh dan terlindung untuk meletakkan telur.

Wadah yang berukuran besar dan jarang dibersihkan akan menjadi tempat yang potensial bagi nyamuk untuk melakukan perkembangbiakan terutama nyamuk *Aedes* sp. Selain itu, wadah yang terbuat dari bahan plastik lebih banyak terdapat jentik. warna wadah juga dapat menjadi salah satu daya tarik bagi nyamuk *Aedes* untuk meletakkan telur. Nyamuk *Aedes* betina tertarik pada tempat penampungan air yang berwarna gelap, terbuka dan terutama yang terletak di tempat-tempat terlindung dari sinar matahari. Tempat penampungan air yang tidak tertutup atau yang terbuka merupakan tempat yang paling banyak ditemukan jentik, sangat berbeda dengan penampungan air yang selalu tertutup. Banyaknya jentik nyamuk yang ditemukan pada penampungan yang tertutup dikarenakan nyamuk dengan mudah untuk keluar dan masuk dibandingkan penampungan yang tertutup rapat (Mustafa et al., 2022).

Intensitas penampungan air di ember pada ruangan tertutup cenderung cepat diganti. penggunaan ember sebagai tempat penampungan air yang dikuras setiap hari dan ember selalu di tutup sehingga tidak menjadi potensi tempat perindukan (Mufidah & Rahman, 2026). Pengurasan tempat penampungan air sebaiknya dilakukan secara rutin, minimal satu kali dalam seminggu, untuk memutus siklus perkembangan *Aedes* sp. Selain itu, menutup tempat penampungan air, seperti drum, ember, dan wadah penyimpanan air lainnya, dapat mencegah nyamuk *Aedes* sp. masuk dan meletakkan telurnya. Pengelolaan barang-barang bekas dengan cara mengubur atau mendaur ulang juga penting untuk mengurangi potensi tempat perindukan (Perdaha et al., 2024).

### 3.2.3 Hubungan suhu dan kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp

Suhu udara merupakan salah satu unsur utama yang digunakan dalam pengamatan kondisi cuaca. Pengukuran suhu udara pada suatu wilayah umumnya dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu suhu udara minimum dan suhu udara maksimum. Suhu udara minimum menunjukkan kondisi ketika suhu mencapai nilai terendah dalam periode waktu tertentu, yang umumnya diukur dalam rentang satu hari. Sebaliknya, suhu udara maksimum menggambarkan kondisi ketika suhu mencapai nilai tertinggi pada periode pengamatan yang sama (Anwar, 2017). Secara umum, suhu didefinisikan sebagai besaran yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya suatu benda dan menjadi salah satu parameter yang dapat diukur dalam suatu sistem pengukuran maupun pengendalian (Tengger, 2019).

Suhu yang diukur merupakan suhu di dalam rumah selama 24 jam, sehingga mampu menggambarkan kondisi iklimat yang sebenarnya dialami oleh larva *Aedes* spp. Pengukuran selama 24 jam dilakukan untuk menangkap variasi suhu harian, baik pada siang maupun malam hari, sehingga nilai suhu minimum, rata-rata, dan maksimum yang diperoleh lebih representatif dibandingkan pengukuran pada satu waktu tertentu. Selain itu, pengukuran di dalam rumah dianggap lebih relevan karena sebagian besar tempat perindukan *Aedes aegypti*, seperti bak mandi, ember, dan tempat penampungan air, berada di lingkungan domestik. Oleh karena itu, suhu yang diperoleh mencerminkan kondisi termal yang secara langsung memengaruhi perkembangan larva.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata suhu minimum (31.6°C) memiliki korelasi negatif sangat lemah terhadap jumlah jentik dan pupa ( $p = -0,090$ ;  $p\text{-value} = 0,357$ ). Rata-rata suhu mean (32.8°C) juga menunjukkan korelasi negatif sangat lemah ( $p = -0,073$ ;  $p\text{-value} = 0,455$ ), sedangkan rata-rata suhu maksimum (34.5°C) menunjukkan korelasi negatif sangat lemah ( $p = -0,037$ ;  $p\text{-value} = 0,706$ ). Nilai  $p$  pada ketiga variabel suhu lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara suhu minimum, suhu rata-rata, maupun suhu maksimum dengan jumlah jentik dan pupa.

Berdasarkan teori, suhu memainkan peran penting dalam perkembangan dan kelangsungan hidup nyamuk *Aedes*. Rentang suhu yang mendukung perkembangan nyamuk tersebut berada pada kisaran 25°C–30°C. Suhu di bawah 10°C maupun di atas 40°C dapat menghambat siklus hidup nyamuk, yang karena dapat meningkatnya mortalitas pada fase dewasa serta terhambatnya perkembangan telur dan larva. (Liu et al., 2023). Telur nyamuk akan menetas menjadi larva dalam waktu 1 hingga 2 hari. Dalam sekali bertelur, seekor nyamuk dapat menghasilkan sekitar 50 hingga 150 butir telur. Larva berkembang pada suhu 28°C selama sekitar 10 hari dan menjadi pupa pada suhu 30–40°C selama 5–7 hari (Istsabitah et al., 2024).

Berdasarkan (Teixeira et al., 2026) *Aedes* sp masih memiliki performa biologis yang baik pada rentang suhu yang lebih luas, yaitu sekitar 21–34°C, bahkan mampu bertahan hingga mendekati 40°C. Puncak reproduksi dan kompetensi vektor dilaporkan terjadi pada suhu sekitar 26°C dan 30°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu 25–30°C merupakan kondisi optimum, tetapi bukan satu-satunya kisaran yang masih mendukung kelangsungan hidup dan perkembangan nyamuk. Selain itu, pengaruh suhu dipengaruhi oleh faktor lain seperti kelembapan, curah hujan, serta kondisi iklimat di habitat perkembangbiakan.

Berdasarkan hasil penelitian tidak ditemukannya hubungan yang bermakna antara suhu dan kepadatan jentik, hal ini disebabkan karena jumlah rumah yang positif larva-pupa penelitian ini belum memperlihatkan perbedaan kondisi yang cukup kuat untuk memengaruhi kepadatan larva-pupa secara signifikan. Jumlah rumah yang positif larva-pupa relatif sangat sedikit, yaitu hanya 34 rumah dari total 107 rumah yang diperiksa. Distribusi data yang tidak seimbang tersebut menyebabkan variasi jumlah jentik rumah menjadi terbatas sehingga kekuatan analisis statistik dalam menentukan hubungan keberadaan jentik dan suhu menjadi berkurang.

Jumlah jentik yang ditemukan cukup sedikit pada penelitian ini juga disebabkan karena penggunaan air dalam rentang waktu selama 7 hari, 165 dari 176 atau 93.8% wadah masih digunakan dalam waktu 7 hari. Penggunaan wadah secara aktif menyebabkan terjadinya penggantian air, pengurasan, maupun gangguan terhadap habitat larva sehingga perkembangan jentik menjadi kurang optimal meskipun kondisi suhu dan kelembapan lingkungan mendukung. Jenis wadah paling banyak digunakan yaitu ember 48,9%, kemudian Drum 31 buah (17.6%), baskom 28 buah (15.9%), dan bak 19 buah (10.8%), Tatakan dispenser 8 buah (4.5%) guci 3 buah (3 %). sehingga memudahkan untuk membersihkan dan mudah habis.

Pengurasan TPA yang dapat mengurangi keberadaan habitat perkembangbiakan larva *Aedes aegypti*. Tindakan tersebut berkaitan dengan siklus hidup *Aedes aegypti*, di mana fase larva hingga berkembang menjadi stadium berikutnya berlangsung sekitar 6–8 hari. Karakteristik tempat penampungan air turut memengaruhi keberadaan nyamuk. Wadah yang terpapar cahaya matahari atau cahaya lampu dalam intensitas tinggi cenderung kurang mendukung sebagai lokasi perindukan *Aedes aegypti*. Sebaliknya, tempat penampungan air yang tidak tertutup dan berada pada kondisi yang terlindung dari paparan sinar matahari merupakan lingkungan yang lebih sesuai bagi aktivitas perkembangbiakan nyamuk tersebut (David et al., 2023).

Penelitian La Ane et al. (2026) menunjukkan bahwa ember merupakan wadah yang memberikan kontribusi terbesar terhadap produksi pupa *Aedes aegypti*. Hal ini disebabkan karena ember umumnya mampu menampung air dalam waktu yang relatif lama, sering dibiarkan terbuka, serta memiliki kondisi mikrohabitat yang stabil sehingga mendukung perkembangan larva hingga mencapai stadium pupa. Selain itu, frekuensi pembersihan yang rendah pada beberapa rumah tangga dapat menyebabkan air di dalam ember tetap tersedia sebagai media perkembangbiakan nyamuk. Namun, kondisi tersebut tidak sepenuhnya sejalan dengan hasil penelitian ini. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, ember pada sebagian besar rumah tangga justru merupakan wadah yang paling sering dikuras dan dibersihkan oleh

responden, sehingga keberadaan larva maupun pupa relatif lebih sedikit dibandingkan dengan wadah lain. Perbedaan ini menunjukkan bahwa produktivitas suatu jenis wadah tidak hanya ditentukan oleh karakteristik fisiknya, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh perilaku masyarakat dalam mengelola tempat penampungan air (Ane et al., 2026).

Pada penelitian ini, suhu tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan keberadaan jentik, karena masih ada faktor lain yang juga dapat menentukan kepadatan jentik, faktor fisik lingkungan, perilaku dan pengetahuan individu yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan tempat penampungan air, serta jenis wadah yang digunakan (Iriani et al., 2023). Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Jannah et al., 2021) yang meneliti tentang hubungan lingkungan fisik (suhu) dengan keberadaan jentik *Aedes* sp. Di Kecamatan Balocci Pangkep. Hasil penelitian ini yaitu, variabel suhu udara ( $p$  value 0,901) tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan keberadaan jentik *Aedes* sp, dan terdapat faktor lain yang lebih berpengaruh seperti kelembapan dan keberadaan Cahaya.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dipahami bahwa suhu belum menunjukkan pengaruh yang bermakna terhadap keberadaan larva-pupa *Aedes* sp. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan kondisi tempat perkembangbiakan larva-pupa dan distribusi data dengan demikian, jumlah jentik pada wilayah penelitian dalam belum cukup beragam untuk memperlihatkan hubungan suhu dengan jumlah jentik *Aedes* sp. secara signifikan pada wilayah penelitian.

### 3.2.4 Hubungan kelembapan dan kelimpahan larva-pupa *Aedes* sp

Kelembaban relatif adalah rasio kelembaban uap air dalam campuran air-udara dibandingkan dengan jumlah maksimum yang mungkin. Kelembaban Relatif adalah rasio kelembapan campuran air udara tertentu dibandingkan dengan rasio kelembaban jenuh pada suhu tertentu, Kelembaban relatif adalah ukuran seberapa jenuh udara dengan uap air dibandingkan dengan total uap air yang dapat ditampung pada suhu tertentu. Ketika kelembaban mencapai 100%, udara jenuh dengan uap air. Udara dapat menampung lebih banyak air ketika suhunya meningkat (Cao Yunji, Wang, Yuesi, Zhang, 2021).

Hasil penelitian menunjukkan kelembapan minimum memiliki hubungan yang sangat lemah dan positif dengan jumlah jentik dan pupa ( $p = 0,025$ ). Namun, hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik ( $p = 0,801$ ;  $p > 0,05$ ), sehingga tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kelembapan minimum dan jumlah jentik serta pupa. kelembapan rata-rata (mean) menunjukkan hubungan sangat lemah dan positif dengan jumlah jentik dan pupa ( $p = 0,006$ ). Nilai  $p$  sebesar 0,949 ( $p > 0,05$ ) menunjukkan bahwa hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik, sehingga kelembapan rata-rata tidak berhubungan dengan jumlah jentik dan pupa. Kelembapan maksimum memiliki hubungan

sangat lemah dan positif dengan jumlah jentik dan pupa ( $p = 0,006$ ). Hasil uji menunjukkan nilai  $p$  sebesar  $0,947$  ( $p > 0,05$ ), yang berarti hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik.

Secara teoritis kelembaban optimal yang dibutuhkan untuk perkembangan nyamuk termasuk untuk larva-pupa *Aedes* sp 60-80%. Pada kelembapan yang lebih rendah di bawah 60%, umur nyamuk menjadi pendek dan perkembangan virus di dalam tubuh nyamuk dapat terganggu, pada kelembapan yang cukup tinggi, Pada kelembapan yang sangat tinggi nyamuk menjadi lebih aktif juga mempengaruhi perilaku nyamuk dan produksi telur juga lebih tinggi (Jannah et al., 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelembapan tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kepadatan jentik *Aedes* sp. Hal ini menunjukkan bahwa variasi kelembapan udara pada lokasi penelitian belum menjadi faktor utama yang menentukan jumlah jentik yang ditemukan. Perkembangan jentik kemungkinan lebih dipengaruhi oleh karakteristik habitat perkembangbiakan dan perilaku penggunaan wadah oleh Masyarakat. Tidak signifikkannya hubungan kelembapan dengan kepadatan jentik dapat disebabkan oleh karakteristik wadah yang ditemukan di lokasi penelitian. Berdasarkan analisis univariat, jenis wadah yang paling banyak ditemukan adalah ember. Ember merupakan wadah yang umumnya digunakan untuk kebutuhan sehari-hari sehingga air di dalamnya lebih sering dikuras atau diganti. Kondisi tersebut dapat mengganggu siklus perkembangan telur dan jentik *Aedes* sp. yang membutuhkan waktu sekitar 7–10 hari untuk berkembang menjadi nyamuk dewasa. Akibatnya, meskipun kondisi kelembapan lingkungan mendukung, keberadaan dan kepadatan jentik tetap rendah karena habitat perkembangbiakannya tidak stabil.

Sebagian besar wadah tidak terhalang oleh cahaya matahari sehingga lebih banyak terpapar pencahayaan langsung. Kondisi tersebut kurang disukai oleh *Aedes* sp sebagai tempat perindukan dibandingkan wadah yang berada di tempat teduh. Oleh karena itu, meskipun kelembapan lingkungan berada pada kisaran yang mendukung kehidupan nyamuk, kondisi pencahayaan pada wadah kemungkinan lebih berperan dalam membatasi kepadatan jentik. wadah yang tidak terhalang cahaya lampu ataupun matahari memungkinkan paparan cahaya yang lebih besar sehingga kurang sesuai sebagai tempat perindukan *Aedes aegypti*. Tempat penampungan air yang tidak ada tutupnyadan terlindung dari sinar matahari, merupakan tempat yang disukai oleh nyamuk (David et al., 2023).

Tidak ditemukannya hubungan yang signifikan antara kelembapan dan kepadatan jentik juga dapat dipengaruhi oleh distribusi data kepadatan jentik yang didominasi nilai nol. Banyaknya rumah yang tidak ditemukan jentik menyebabkan variasi data menjadi rendah sehingga kemampuan analisis statistik dalam mendeteksi hubungan antarvariabel

menjadi berkurang. Kondisi ini dapat mengakibatkan hubungan yang secara biologis mungkin ada menjadi tidak terdeteksi secara statistik.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian (Izhar & Syukri, 2022) yang melakukan penelitian di Kota Jambi mengenai hubungan kelembapan dengan keberadaan jentik. Hasil penelitian ini menunjukkan Tidak terdapat hubungan antara kelembapan dengan keberadaan jentik ( $p$ -value: 1,000). Kelembapan ruang berkisar 55,9-73,6% dengan rata-rata 69,19%. Rata-rata kelembapan yang ditemukan pada rumah responden yaitu sebesar 69,19%. Suhu ini berada pada rentang suhu yang optimal dan memiliki potensi yang besar bagi nyamuk untuk bisa berkembangbiak, namun tidak adanya hubungan antara kelembapan dengan keberadaan jentik nyamuk dimungkinkan adanya faktor lain yang mempengaruhinya seperti faktor perilaku penghuni rumah.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dipahami bahwa kelembapan di belum menunjukkan pengaruh yang bermakna terhadap keberadaan larva-pupa *Aedes* sp. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan dengan distribusi data dan penggunaan jenis wadah penampung air, pencahayaan, dan distribusi data pada wilayah penelitian dalam belum cukup bervariasi untuk memperlihatkan hubungan kelembapan dengan jumlah jentik *Aedes* sp. secara signifikan pada wilayah penelitian.

### 3.2.5 **Pola Spasial suhu dan kelembapan terhadap kepadatan larva-pupa *Aedes* sp**

Berdasarkan hasil pemetaan, suhu udara pada lokasi penelitian didominasi oleh kategori suhu sedang (32,60–35,29°C) dan suhu tinggi (35,30–37,98°C) yang tersebar di Kelurahan Kaluku Bodoa dan Tammua. Kondisi ini menunjukkan adanya variasi iklim mikro pada wilayah urban Kota Makassar yang dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan setempat, seperti kepadatan bangunan, aktivitas perkotaan, dan dominasi lahan terbangun.

Sebaran larva-pupa *Aedes* sp. ditemukan pada tiga wilayah, yaitu Kelurahan Kaluku Bodoa, Sambung Jawa, dan Tammua. Jumlah rumah yang ditemukan positif larva-pupa paling banyak berada di Kelurahan Kaluku Bodoa sebanyak 20 rumah, diikuti Sambung Jawa sebanyak 8 rumah dan Tammua sebanyak 6 rumah. Pola ini menunjukkan bahwa kepadatan larva-pupa tidak terkonsentrasi pada satu wilayah tertentu, tetapi tersebar pada beberapa lokasi dengan karakteristik lingkungan yang berbeda. Keberadaan larva-pupa diduga lebih dipengaruhi oleh ketersediaan habitat perindukan dan karakteristik wadah.

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa kepadatan larva-pupa tidak selalu mengikuti pola suhu udara. Kelurahan Kaluku Bodoa yang didominasi suhu sedang hingga tinggi (32,60–37,98°C) justru memiliki jumlah rumah positif larva-pupa paling banyak, yaitu 20 rumah. Sementara itu, Kelurahan Tammua yang juga berada pada kategori suhu

sedang hingga tinggi hanya ditemukan 6 rumah positif larva-pupa. Di sisi lain, larva-pupa masih ditemukan di Kelurahan Sambung Jawa sebanyak 8 rumah meskipun memiliki karakteristik suhu yang berbeda. Temuan ini menunjukkan bahwa suhu bukan faktor utama yang menentukan kepadatan larva-pupa.

Suhu udara di Kelurahan Kaluku Bodoa tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan dua kelurahan lainnya. Kondisi ini diduga berkaitan dengan tingginya kepadatan penduduk serta perkembangan kawasan permukiman yang menyebabkan berkurangnya tutupan lahan vegetasi. Penurunan luas vegetasi mengurangi kemampuan lingkungan dalam menurunkan suhu melalui proses evapotranspirasi. Selain itu, pertumbuhan penduduk meningkatkan kebutuhan akan infrastruktur dan fasilitas publik, seperti jalan, gedung perkantoran, dan pusat perbelanjaan, yang mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan. Berkurangnya tutupan vegetasi dan meningkatnya luas lahan terbangun menyebabkan dominasi permukaan nonvegetatif yang umumnya memiliki kapasitas lebih tinggi dalam menyerap dan menyimpan panas (Pramono & Foresty, 2024).

Berdasarkan hasil pemetaan, kelembapan relatif tertinggi ditemukan di Kelurahan Sambung Jawa dengan nilai lebih dari 76,5%, sedangkan Kelurahan Kaluku Bodoa dan Tammua didominasi oleh kelembapan relatif kategori sedang yaitu 65,8–76,5%. Pola tersebut menunjukkan adanya variasi kondisi iklim mikro antarwilayah penelitian, di mana Sambung Jawa memiliki kondisi udara yang lebih lembap dibandingkan Kaluku Bodoa dan Tammua. Perbedaan kelembapan ini dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat, kepadatan bangunan, sirkulasi udara, serta kedekatan dengan badan air.

pemetaan menunjukkan bahwa larva-pupa *Aedes* sp. tersebar pada tiga kelurahan, yaitu Kaluku Bodoa, Sambung Jawa, dan Tammua. Sebaran terbanyak ditemukan di Kelurahan Kaluku Bodoa dengan 20 rumah positif larva-pupa, diikuti Sambung Jawa sebanyak 8 rumah dan Tammua sebanyak 6 rumah. Selain itu, pada ketiga wilayah masih ditemukan rumah yang tidak terdapat larva-pupa, menunjukkan bahwa distribusi larva-pupa tidak merata pada seluruh lokasi penelitian.

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa wilayah dengan kelembapan relatif tertinggi tidak selalu memiliki jumlah larva-pupa yang lebih banyak. Meskipun Kelurahan Sambung Jawa memiliki kelembapan relatif tertinggi (>76,5%), jumlah rumah positif larva-pupa yang ditemukan hanya 8 rumah. Sebaliknya, Kaluku Bodoa yang memiliki kelembapan relatif kategori sedang (65,8–76,5%) justru memiliki jumlah rumah positif larva-pupa terbanyak yaitu 20 rumah. Temuan ini menunjukkan bahwa kelembapan relatif bukan satu-satunya faktor yang memengaruhi kepadatan larva-pupa. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil analisis statistik yang menunjukkan tidak adanya hubungan yang

signifikan antara kelembapan relatif dan kepadatan larva-pupa, sehingga keberadaan larva-pupa diduga lebih dipengaruhi oleh faktor lain seperti karakteristik wadah, penggunaan wadah, pergantian air, dan kondisi habitat perindukan yang mendukung perkembangan *Aedes sp.*

Kelurahan Sambung Jawa memiliki tingkat kelembapan udara tertinggi dibandingkan dengan dua wilayah lainnya. Kondisi tersebut berkaitan dengan keberadaan tutupan vegetasi yang relatif lebih luas serta tingkat kerapatan bangunan yang lebih rendah. Vegetasi berkontribusi terhadap peningkatan kandungan uap air di atmosfer melalui proses transpirasi, sedangkan permukaan tanah dan vegetasi melepaskan uap air melalui proses evaporasi. Kombinasi kedua proses tersebut dikenal sebagai evapotranspirasi. Luas tutupan vegetasi yang lebih besar meningkatkan jumlah uap air yang dilepaskan ke atmosfer, sehingga kelembapan relatif udara di wilayah tersebut cenderung lebih tinggi (Yuli Rosianty, Delfy Lensari, 2018).

### **3.3 Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan antara lain, pengukuran suhu dan kelembapan hanya berdasarkan pada hasil pembacaan dari alat data *logger Internet of Think (IoT)* berbasis *ESP 32* tanpa adanya alat pembanding, selain itu. Selain itu, data yang diukur dilakukan pada kondisi suhu dan kelembapan dalam ruang, bukan pada wadah.

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian hubungan suhu udara dan kelembapan relative dengan kelimpahan larva pupa di wilayah urban Kota Makassar 2026, didapatkan bahwa:

1. Karakteristik suhu udara di wilayah urban Kota Makassar pada lokasi penelitian berada pada rentang suhu rata-rata 32,60–35,29°C, sedangkan kelembapan relatif berada pada rentang >76,5% di Kelurahan Sambung Jawa dan 65,8–76,5% di Kelurahan Kaluku Bodoa serta Tammua. Kelimpahan larva–pupa *Aedes* sp. bervariasi pada ketiga wilayah, dengan jumlah rumah positif terbanyak ditemukan di Kelurahan Kaluku Bodoa.
2. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara suhu udara (minimum, rata-rata, maupun maksimum) dengan kelimpahan larva–pupa *Aedes* sp. di wilayah urban Kota Makassar ( $p>0,05$ ).
3. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kelembapan relatif (minimum, rata-rata, maupun maksimum) dengan kelimpahan larva–pupa *Aedes* sp. di wilayah urban Kota Makassar ( $p>0,05$ ).
4. Kelimpahan larva–pupa *Aedes* sp. tersebar di Kelurahan Kaluku Bodoa, Sambung Jawa, dan Tammua, namun pola penyebarannya tidak selalu mengikuti pola suhu maupun kelembapan.

#### 4.2 Saran

##### 1 Bagi Masyarakat

Masyarakat diharapkan melakukan pemeriksaan jentik secara mandiri berkala di dalam dan sekitar rumah, terutama pada bak mandi, ember, dispenser, vas bunga, talang air, dan wadah lain yang dapat menampung air. menerapkan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) melalui kegiatan 3M Plus secara rutin, terutama dengan menguras, menutup, dan mendaur ulang wadah yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan *Aedes* sp. Upaya ini perlu dilakukan secara berkelanjutan meskipun kondisi suhu dan kelembapan lingkungan tidak terbukti berhubungan secara signifikan dengan kelimpahan larva–pupa pada penelitian ini.

##### 2 Bagi pemerintah

Pemerintah, khususnya Dinas Kesehatan Kota Makassar, diharapkan dapat meningkatkan edukasi kepada masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan tempat penampungan air, karena hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor suhu dan kelembapan di dalam rumah bukan merupakan faktor yang berhubungan signifikan dengan kelimpahan larva–pupa. Melakukan pemetaan dan pemantauan berkala menggunakan pendekatan spasial (GIS) untuk mengidentifikasi daerah yang berpotensi menjadi fokus perkembangbiakan *Aedes* sp., sehingga pengendalian dapat dilakukan lebih efektif.

### 3 **Bagi puskesmas**

Puskesmas diharapkan meningkatkan kegiatan surveilans jentik secara berkala bersama kader jumantik, dan membagikan bubuk abate disertai edukasi kepada masyarakat mengenai pengelolaan tempat penampungan air dan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan sebagai upaya pencegahan berkembangnya *Aedes* sp.

### 4 **Bagi peneliti selanjutnya**

Peneliti selanjutnya disarankan menambahkan variabel lingkungan lain yang berpotensi memengaruhi kelimpahan larva–pupa, seperti jenis dan kondisi kontainer, pencahayaan, pH air, suhu air, curah hujan, kepadatan bangunan, dan perilaku masyarakat. Selain itu, penelitian dapat dilakukan pada periode musim yang berbeda dan dengan jumlah sampel yang lebih besar agar variasi data lebih beragam sehingga hubungan antarvariabel dapat dianalisis dengan lebih baik.

## 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(December 2024), 121441. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121441>
- Achmadi, U. F. (2011). *Dasar-Dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*.
- Adrianto, H., Silitonga, H., Ritunga, I., Santoso, G. A., & Juwono, C. (2024). ( *Linnaeus* ) dengan menggunakan tiga varietas ikan cupang ( *Betta splendens* ) *Potential for controlling Aedes aegypti ( Linnaeus ) mosquito larvae using three varieties of betta fish ( Betta splendens )*. 21(2), 130–139. <https://jurnal.pei-pusat.org/index.php/jei/article/view/859>
- Adrianto, H., Subekti, S., Arwati, H., & Rohmah, E. A. (2023). *Pengendalian Nyamuk Aedes*. CV Jejak. [https://books.google.co.id/books?id=PHHCEAAQBAJ&pg=PA13&dq=klasifikasi+nyamuk&hl=id&newbks=1&newbks\\_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwji8MOIn6qRAxVn4zgGHckdCc4Q6AF6BAgLEAM#v=onepage&q=klasifikasi+nyamuk&f=false](https://books.google.co.id/books?id=PHHCEAAQBAJ&pg=PA13&dq=klasifikasi+nyamuk&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwji8MOIn6qRAxVn4zgGHckdCc4Q6AF6BAgLEAM#v=onepage&q=klasifikasi+nyamuk&f=false)
- 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 Produktivitas pupa berdasarkan jenis wadah untuk pengendalian vektor demam berdarah Diversity : Disease Pre.* 6(2), 117–127. <https://doi.org/10.24252/diversity.v6i2.66072>
- Anindita, R., Ningsih, M. M., & Inggraini, M. (2023). KEPADATAN POPULASI LARVA *Aedes aegypti* . PADA TEMPAT PENAMPUNGAN JAKARTA TIMUR Program Studi S-1 Farmasi , STIKES MITRA KELUARGA , Bekasi Timur Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medis , STIKES MITRA KELUARGA , Bekasi Timur ABSTRAK PENDAHULUAN De. *Jurnal Kesehatan Hesti Wira Sakti*, 11(April), 20–33. <https://doi.org/10.47794/jkhws>
- Araujo, R. V., Vieira, R., Roberto, M., Costa-da-silva, A. L., Suesdek, L., Cristina, N., Franceschi, S., Marc, N., Katz, G., Ailt, V., Ciotek, B., Lara, M., Lúcia, V., & Cardoso, A. (2014). Original article São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas. *The Brazilian Journal of Infections Diseases*, 9(2), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2014.10.004>
- Arifin, T., Nur, S., Rahmania, R., Ramdhan, M., Chandra, H., Adrianto, L., Geoffrey, D., Kurniawan, F., & Kurnia, R. (2023). The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences Forecasting land-use changes due to coastal city development on the peri-urban area in Makassar City , Indonesia. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 26(1), 197–206. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.02.002>
- Aris, A. R. S., Baharuddin, A., & Gafur, A. (2022). DENSITAS DAN KARAKTERISTIK HABITAT LARVA *Aedes aegypti* DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS TAMAMAUNG MAKASSAR. *Window of Public Health Journal*, 3(6), 1121–1132.
- Arivadany, A. M. R. (2024). DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PENYEBARAN DEMAM BERDARAH: TINJAUAN LITERATUR. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(September), 7107–7119. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/30576/2235>

- Aroonasyaka, R. (2025). Literature Review: Pengaruh Jenis Air Terhadap Pertumbuhan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* di Indonesia. *Jurnal Riset Teknologi Laboratorium Medis*, 2(1), 27–31. <https://doi.org/10.37304/tropis.v2i1.18245>
- Arsin, A. A. (2013). *Epidemiologi Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia*. <https://library.stikesrshusada.ac.id/index.php?p=fstream&fid=589&bid=3341>
- Awaluddin, M., Syahrir, Zarkasi, A., & Putri, E. R. (2022). *Progressive Physics Journal*, 3, 132–141. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/ppj/article/view/910>
- Bachtiar, T., Satriani, S., & Hardiyanti, N. (2022). Analisis Kandungan Zat Gizi dan Asupan Zat Gizi Santri serta Status Gizi Santri MA. Sultan Hasanuddin Pattunggalengang-Limbung Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 11(1), 21. <https://doi.org/10.35580/sainsmat111244542022>
- Barrera, R., Rivera, R., Otero, L., Tosado, R., Medina, F. A., Saavedra, R., Miranda, J., Ryff, K., Brown, G., Madewell, Z. J., Waterman, S. H., & Paz-bailey, G. (2025). *Defining Aedes aegypti density thresholds for preventing human arboviral infections*. 267(March), 1–9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X25001640>
- Bouzidi, H. S., Sen, S., Piorkowski, G., Pezzi, L., Ayhan, N., Fontaine, A., Canivez, T., Geulen, M., Amaral, R., Grard, G., Durand, G. A., Lamballerie, X. De, Touret, F., & Klitting, R. (2024). Genomic surveillance reveals a dengue 2 virus epidemic lineage with a marked decrease in sensitivity to Mosnodenvir. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52819-z>
- Badan Pusat Statistik Kota Makassar. (28 Februari 2025). *Kota Makassar Dalam Angka 2025*. Diakses pada 16 Juli 2026, dari <https://makassarkota.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/81dcab96ca71120218f7f5fb3/kota-makassar-dalam-angka-2025.html>
- Cao Yunji, Wang, Yuesi, Zhang, Y. (2021). *Relatif Humadity*. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/relative-humidity>
- Chakraborty, S., Zigmund, E., Shah, S., Dayal, D., Sylla, M., Akorli, J., Otoo, S., Rose, N. H., McBride, C. S., Armbruster, P. A., & Benoit, J. B. (2025). Thermal tolerance of *Aedes aegypti* mosquito eggs is associated with urban adaptation and human interactions. *Journal of Thermal Biology*, 131(June), 104167. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2025.104167>
- Daswito, R., Cahyadi, N. A., & Pitriyanti, L. (2024). PH , suhu air , dan perilaku pemberantasan sarang nyamuk terhadap keberadaan jentik nyamuk *Aedes* sp di Tembesi Lama , Kota Batam PH , water temperature , and eradication of mosquito den behavior on the presence of *Aedes* sp mosquito larvae in Tembesi Lama. *Tropical Public Health Journal Vol.04*, 04(01), 1–9. <https://talenta.usu.ac.id/trophico/article/view/15796>
- David, M. R., Maciel-de-freitas, R., Petersen, M. T., Bray, D., Hawkes, F. M., Young, S., Gibson, G., & Hopkins, R. J. (2023). *Aedes aegypti oviposition-sites choice under semi-field conditions Mosquito rearing. October 2022*, 683–692. <https://doi.org/10.1111/mve.12670>
- Dharmamuthuraja, D., Rohini, P. D., M, I. L., Isvaran, K., Ghosh, S. K., & Ishtiaq, F. (2023). Determinants of *Aedes* mosquito larval ecology in a heterogeneous urban environment- a longitudinal study in. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011702>

- Dianti, I., Budiyo, & Joko, T. (2019). Nutrition Factors in Breeding Place Media and Larva Density of *Aedes Aegypti*. *Journaal of Public Health For Tropical Adn Coastal Region (JPHTCR)*, 2(2), 12–18. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jphtr/article/view/6188>
- Dutra, H. L. C., Marshall, D. J., Comerford, B., McNulty, B. P., Diaz, A. M., Jones, M. J., Mejia, A. J., Bjornstad, O. N., & Id, E. A. M. (2024). Larval crowding enhances dengue virus loads in *Aedes aegypti* , a relationship that might increase transmission in urban environments. *Neglected Tropical Diseases*, 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012482>
- Eryansih, Mar'atu, S., Srisantyorini, T., Fauziah, M., & Andriyani. (2021). Studi Literature Hubungan Variasi Iklim ( Curah Hujan , Suhu Udara Dan Kelembaban Udara ) Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Indonesia Tahun 2007 – 2020. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, 2(1), 35–48. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/EOHSJ/article/view/12138>
- Ferraccioli, F., Riccetti, N., Fasano, A., Mourelatos, S., Kioutsoukakis, I., & Stilianakis, N. I. (2023). Effects of climatic and environmental factors on mosquito population inferred from West Nile virus surveillance in Greece. *Scientific Reports*, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45666-3>
- Ferraguti, M., Puente, J. M., Roiz, D., & Ruiz, S. (2016). Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. *Nature Publishing Group, October 2015*, 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep29002>
- Fyie, L. R., Tronetti, H. R., Gardiner, M. M., & Meuti, M. E. (2023). Potential for urban warming to postpone overwintering dormancy of temperate mosquitoes. *Journal of Thermal Biology*, 115(June), 103594. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103594>
- Gerard Terradas, Manzano-Alvarez, J., Vanalli, C., Werling, K., Isabella, Cattadori, M., & Rasgon, J. L. (2023). *Temperature affects viral kinetics and vectorial capacity of Aedes aegypti mosquitoes co-infected with Mayaro and Dengue viruses*. 1–32.
- Go'mez-Vargas, Ri'os-Tapias, P. A., Marin-Velasquez, K., Giraldo-Gallo, E., Segura-Cardona, A., & Arboleda, M. (2024). Density of *Aedes aegypti* and dengue virus transmission risk in two municipalities of. *Plose One*, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295317>
- Gunasari, L. F. V, Aladdawiyah, Z. S., Suwarsono, & Triana, D. (2024). Larvae-Free Rate *Aedes* sp : The Effect of Temperature , Humidity and Rainfall in Bengkulu City , Indonesia. *Journal of Public Health for Tropical and Coastal Region*, 7(3), 289–296. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jphtr/article/view/24324>
- Halim, R., & Rifai, M. (2024). Trombositopenia pada Demam Berdarah Dengue. *UMI Medical Journal. UMI Medical Journal*, 9(1), 1–9. <https://jurnal.fk.umi.ac.id/index.php/umimedicaljournal/article/view/288>
- Handoko, J. P. S. (2019). Prinsip desain arsitektur bioklimatik pada iklim tropis. *Jurnal Arsitektur*, 6(2). <https://doi.org/10.26418/lantang.v6i2.34791>
- Hu, J., Horton, B. P., Yeo, T. W., Sung, J. J. Y., Hung, Y., & Steve, L. (2025). *Mosquito and global dengue cases in a warming world*. 1–10. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2023-014688>
- Iriani, A. I., Siwiendrayanti, A., & Info, A. (2023). *Faktor yang Berhubungan dengan Kepadatan Jentik Aedes Aegypti*. 3(3), 288–295. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/IJPHN%0AFaktor>
- Istisabitah, R., Wardani, S. D., & Wahyuni, I. (2024). PERANGKAP LIMBAH PLASTIK " ALIT " ALTERNATIF AMPUH PEMBASMI LARVA NYAMUK DENGAN

- KANDUNGAN JERUK LIMAU. *Jurnal PenaEmas*, 2(2), 1–10. <https://ojsman1pasuruan.sch.id/jurnal/index.php/PenaEmas/article/view/40>
- Izhar, M. D., & Syukri, M. (2022). Jenis Rumah dan Suhu Udara Berhubungan dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Aedes Aegypti di Kota Jambi. *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) KesMas Respati*, 7(2), 183–194. [file:///C:/Users/HP/Downloads/Izhar 2022.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Izhar%2022.pdf)
- Izza, A. N., & Mulasari, S. A. (2023). HUBUNGAN FAKTOR LINGKUNGAN DENGAN KEBERADAAN VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE ( DBD ). *Indonesian Nursing Journal of Education and Clinic*, 3(3), 106–113. <https://ejournal.penerbitjurnal.com/index.php/health/article/view/220>
- Izzatina, D., Athaillah, F., Hanafiah, M., Riandi, L. V., Eliawardani, E., Winarudin, Mutaqien, & Isa. (2023). *Identifikasi Keberadaan Nyamuk Aedes Spp Vektor Demam Berdarah Dengue ( DBD ) Di Gampong Pineung Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh Identification The Existence Of Aedes Mosquitoes Vector Dengue Hemoragic Fever ( Dhf ) Fear In Gamppong Pineung Syiah Kuala D.* 7(1), 22–30.
- Jannah, A. M., Susilawaty, A., Satrianegara, M. F., & Saleh, M. (2021). *Hubungan Lingkungan Fisik dengan Keberadaan Jentik Aedes sp . di Kelurahan Balleanging Kecamatan Balocci Kabupaten Pangkep.* *Higiene Jurnal*. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/23511>
- Jasmi, R. A., Ardani, H. I., Arif, H., & Najwa, K. (2024). *Jurnal Biologi Tropis Nokturnal of Mosquito Spesies in Sukawana , Curug District , Serang City , Banten.* <https://jurnalkip.unram.ac.id/index.php/JBT/article/view/8036>[Diakses pada 26 Mei 2025]
- Kahfi, M., Falgenti, K., Rizqi, L. D., & Megawulan, D. (2023). *Analisis pengaruh suhu udara rata-rata terhadap kelembaban di wilayah DKI Jakarta menggunakan Regresi Linear.* <https://conferences.ittelkom-pwt.ac.id/index.php/centive/article/view/161>
- Kemendes. (2025). *Nyamuk Lebih Mematikan daripada Hewan Buas.* <https://kemkes.go.id/id/nyamuk-lebih-mematikan-daripada-hewan-buas-2>
- Khairinnisa, K., Fauzi, Y., & Nugraheni, E. (2025). Analisis Spasio-Temporal Kondisi Iklim dan Jumlah kejadian Demam Berdarah Dengue ( DBD ) Tahun 2012-2021 di Bengkulu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(2), 135–143. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/67945>
- Knoblauch, S., Yin, M. S., Chatrinan, K., Rocha, A. D. A., Haddawy, P., Biljecki, F., Lautenbach, S., Resch, B., Arifi, D., Jänisch, T., Morales, I., & Zipf, A. (2024). High - resolution mapping of urban Aedes aegypti immature abundance through breeding site detection based on satellite and street view imagery. *Scientific Reports*, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67914-w>
- Kurniawan, Y., & Joyodiningrat, H. G. (2024). *DEMAM BERDARAH DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN MODEL REGRESI : STUDI KASUS KOTA BANDUNG ANALYSING THE EFFECT OF CLIMATE VARIABILITY ON DENGUE FEVER INCIDENCE USING A REGRESSION MODEL APPROACH : A CASE STUDY OF BANDUNG CITY.* 85–96. <https://crjournal.jabarpov.go.id/index.php/crj/article/view/344>
- Lamposo, N. F. H., Kanani, M., & Sakati, S. N. (2024). *Buletin Kesehatan MAHASISWA Gambaran Kualitas Penampungan Air dan Kondisi Keberadaan Existence of Aedes Sp Larvae in the Simpong Community Health Center Working Area ).* 03(July 2023). <https://fkm-untika.ac.id/jurnal/index.php/jpmeo/article/view/262>

- Leandro, A. S., Castro, W. A. C. De, Garey, M. V., & Freitas, R. M. De. (2024). Spatial analysis of dengue transmission in an endemic city in Brazil reveals high spatial structuring on local dengue transmission dynamics. *Scientific Reports*, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59537-y>
- Lema, Y. N. P., Almet, J., & Wuri, D. A. (2021). GAMBARAN SIKLUS HIDUP NYAMUK *Aedes* sp. DI KOTA KUPANG. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 4(1). <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jvn/article/view/6030>
- Lesmana, O., & Halim, R. (2020). GAMBARAN TINGKAT KEPADATAN JENTIK NYAMUK *AEDES AEGYPTI* DI KELURAHAN KENALI ASAM BAWAH KOTA JAMBI . *Jurnal Kesmas Jambi*, 4(2), 59–69. <https://online-journal.unja.ac.id/jkmj/article/view/10571>
- Lim, A. Y., Cheong, H. K., Chung, Y., Sim, K., & Kim, J. H. (2021). Mosquito abundance in relation to extremely high temperatures in urban and rural areas of Incheon Metropolitan City , South Korea from 2015 to 2020 : an observational study. *Parasites & Vectors*, 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05071-z>
- Liu, Z., Zhang, Q., Li, L., He, J., Guo, J., Wang, Z., Huang, Y., Xi, Z., Yuan, F., Li, Y., & Li, T. (2023). *The effect of temperature on dengue virus transmission by Aedes mosquitoes* - PMC. <https://translate.google.com/website?sl=en&tl=id&hl=id&client=srp&u=https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1242173>
- Luter, E., Manoppo, J. E., & Pongoh, L. L. (2025). *SURVEI KEPADATAN JENTIK NYAMUK AEDES SP PADA TEMPAT PENAMPUNGAN AIR ( TPA ) DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS KOYA KECAMATAN TONDANO SELATAN*. 6(September), 11704–11712. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/47068>
- Madewell, Z. J., Sosa, S., Brouwer, K. C., Juárez, J. G., Romero, C., Lenhart, A., & Córdón-rosales, C. (2019). Associations between household environmental factors and immature mosquito abundance in Quetzaltenango , Guatemala. *BMC Public Health*, 1–11. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-019-8102-5>
- Mahmood, R., Hassan, F., & Kulsum, U. (2025). Exploring the Role of Population Dynamics in Surface Urban Heat Island Hotspots in Peri-Urban Dhaka. *Forum Geografi*. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v39i1.6648>
- Man, O., Id, A. K., Thomas, R., Trostle, J., Lee, G. O., Robbins, C., Morrison, A. C., Coloma, J., & Eisenberg, J. N. S. (2023). Characterizing dengue transmission in rural areas : A systematic review. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011333>
- Manap Trianto, D. (2025). *DISTRIBUTION AND BREEDING HABITAT OF Aedes aegypti IN TADULAKO UNIVERSITY CAMPUS*. 10, 55–63. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma/article/view/35778/12066>[Diakses pada 25 Mei 2025]
- Manik, J. R., Luma, D., Kutani, L. F., Kailola, J., & Imanuel, F. (2020). Karakteristik Habitat Perkembangbiakan *Aedes aegypti* di Desa Gosoma , Halmahera Utara , Indonesia. *Jurnal Bio Dan Pendidikan Biologi*, 5(1). <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/2385>
- Martiani, Hidayat, A. S., Suhartono, E., & Mahyudin, R. P. (2023). HUBUNGAN KUALITAS AIR TERHADAP KEBERADADAAN JENTIK *AEDES AGEPTY* DI KELURAHAN AMPAH KOTA KABUPATEN BARITO TIMUR PROVINSI KALIMANTAN TENGAH. *EnviroScienteeae*, 19(3). <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/article/view/17278>

- Montgomery, M. J., Harwood, J. F., Yougang, A. P., Bahun, T. A. W., Tedjou, A. N., Keumeni, C. R., Wondji, C. S., Kamgang, B., & Kilpatrick, A. M. (2025). The effects of urbanization , temperature , and rainfall on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquito abundance across a broad latitudinal gradient in Central Africa. *Parasites & Vectors*, 18135, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13071-025-06764-5>
- Mufidah, N. S., & Rahman, F. S. (2026). *Gambaran jenis dan lokasi tempat perindukan jentik nyamuk aedes aegypti di wilayah puskesmas kenjeran*. 7, 3471–3481.  
file:///C:/Users/HP/Downloads/324.+55336+FINAL+WORD+REVISI+GAMBAR AN+JENIS+DAN+LOKASI+TEMPAT+PERINDUKAN+JENTIK\_nadiyah+(1)-compressed+3471+-+3481.pdf
- Mujahid, L. M. A., Natalia, V. V., & Akrim, A. A. D. (2023). Pengaruh Urban Heat Island Terhadap Aktivitas Fisik di Kota Makassar. *Jurnal LINEARS*, 6(1), 11–21. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/linears/article/view/9021>
- Mulyani, L., Setiyono, A., & Faturahman, Y. (2022). HUBUNGAN FAKTOR LINGKUNGAN FISIK RUMAH, VOLUME KONTAINER DAN FAKTOR PERILAKU PEMBERANTASAN SARANG NYAMUK DENGAN KEBERADAAN JENTIK NYAMUK *Aedes* sp. *Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia Vol*, 18(2), 448–466. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jkki/article/view/5611>
- Mustafa, Sidebang, P., Kalsum Supardi, U., & Anjani Mahmud, N. (2022). Survei Tempat Perkembangbiakan dan Kepadatan Jentik Nyamuk *Aedes* sp. di Kelurahan Bastiong Talangame Kota Ternate. *Banua: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(2), 59–67. <https://doi.org/10.33860/bjkl.v2i2.3024>
- Oktafiani, D., Putrie, I. R., Walanda, R. M., Setyawati, T., & Listawati. (2025). Peningkatan Pengetahuan Pengendalian Vektor Penyebab Demam Berdarah Dengue Pada Wilayah Kasus Tinggi di Kota Palu , Sulawesi Tengah. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7, 55–62. <https://doi.org/10.36407/berdaya.v7i1.1467>
- Olivia, D. N., Jaksa, S., & Sekarputri, A. L. (2025). Pengaruh Faktor Cuaca ( Curah Hujan , Kelembapan , dan. *Health & Medical Sciences*, 3, 1–16. <https://digital-science.pubmedia.id/index.php/phms/article/view/412>
- Pasha, P. I., Adrianto, D. W., & Dinanti, D. (2025). Klasifikasi dan Karakteristik Wilayah Peri Urban Kabupaten. *Journal of Urban and Regional Planning Society*, 01(03), 113–122. <https://jurpas.ub.ac.id/index.php/jurpas/article/view/36>
- Perdaha, R., Meliyanti, F., Candra, E., Novitry, F., Tinggi, S., Kesehatan, I., Ma, A., Baturaja, A., Jl, A., Hatta, M., Timur, B., & Komerling, K. O. (2024). *Faktor – Faktor yang Berhubungan Dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Aedes Aegypti di RT 03 Kelurahan Air Lintang Wilayah Kerja Puskesmas Muara Enim Tahun 2023 Penyakit Demam Berdarah Dengue ( DBD ) atau Dengue Hemorrhagic Fever mortalitasnya , DBD disebut Th.* 2(1). <https://doi.org/10.55606/jikg.v2i1.2174%0AFaktor>
- Pramono, C. L., & Foresty, R. S. (2024). Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap land surface temperature di Desa Papringan , Kecamatan Kaliwungu , Kabupaten Semarang berbasis pengindraan jauh. *Institute for Advance Science, Social and Sustainable Future*, 1(1), 1–16. <https://journal-iasssf.com/index.php/CRSUSF/article/view/556/455>
- Rady, M. H., Al-Khalaf, A. A., Salama, M. S., El-Magd, I. A., Emam, M., Mo'men, S. A. A., Khalil, A., Yones, M. S., Farag, S. M., Yones, M. S., & Khalil, A. (2025).

- Climate impact on spatial patterns of *Aedes aegypti* abundance in Al-Quseer with distribution maps. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 28(August), 607–618. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2025.09.002>
- Rady, M. H., Al-Khalaf, A. A., Salama, M. S., Salama, M. S., Emam, M., Mo'me, S. A. A., Farag, S. M., Yones, M. S., & Khalil, A. (2025). The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences Climate impact on spatial patterns of *Aedes aegypti* abundance in Al-Quseer with distribution maps. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 28(August), 607–618. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2025.09.002>
- 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. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 809–821. <https://doi.org/10.54259/sehatrakyat.v4i3.5441>
- Rakhmatsani, L., & Susanna, D. (2024). Studi Ekologi Hubungan Iklim Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue ( DBD ) di Kabupaten Bogor Tahun 2013-2022. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(2), 207–214. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/61433>
- Ramadhan, M. T., Rahman, R., & Rasyidi, E. S. (2024). Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perubahan Suhu Permukaan Pada Kawasan Sub Urban Kota Makassar . Analysis of the Effect of Changes in Land Use on Changes in Surface Temperature in the Sub-Urban Areas. *Journal of Urban Planning Studies*, 3(3), 236–245. <https://journal.ft.unibos.ac.id/index.php/jups/article/view/401>
- Rasjid, A., Ahmad, H., & Hermawan, H. (2024). Hubungan Kondisi Lingkungan Dengan Keberadaan Telur Nyamuk *Aedes* di Wilayah Kerja Puskesmas Bontokassi Kabupaten Takalar. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 24(1), 87–93. <https://doi.org/10.32382/sulo.v24i1.467>
- Rasjid, A., Zaenab, Haerani, & Rafidah. (2025). GEMAKES : THE APPLICATION OF GREEN TEA LEAF EXTRACT AS AN INSECTICIDE IN THE PREVENTION OF DENGUE FEVER MOSQUITOES ( *Aedes aegypti* ) IN BANTA-BANTAENG. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5, 52–56. <https://doi.org/10.36082/gemakes.v5i1.1866>
- Repelita, A. (2024). ANALISIS JENIS – JENIS MEDIA AIR YANG MEMPENGARUHI SIKLUS HIDUP AEDES AEGYPTI DI AREA PEMUKIMAN PENDUDUK - REVIEW. 5, 2802–2813. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/27479>
- Rey, G. P., Pijoh, V. D., & Wahongan, G. J. P. (2024). Kepadatan larva nyamuk *Aedes* spp . di Kelurahan Mapanget Barat Kota Manado. *Jurnal Kedokteran Komunitas Dan Tropik*, 12(1), 537–542.
- Ridho, M. R., Dalilah, & Anwar, C. (2017). Hubungan Pengetahuan , Sikap dan Perilaku Masyarakat Tentang DBD dengan Jumlah Larva Nyamuk. *Biomedical Journal of Indonesia*, 3(1), 39–51.
- Sahawati, S., Shafwan, A., Nirwana, & Deni. (2025). Analisis Faktor Risiko Penyebaran Demam Berdarah Dengue ( DBD ) di Wilayah Kerja Puskesmas Lalowaru Tahun 2025 Demam Berdarah Dengue ( DBD ) negara dengan jumlah kasus demam berdarah data Dinas Provinsi Sulawesi tenggara pada tahun 2024 , insiden rate DBD. 4(2), 138–145. <https://jurnal.itk-avicenna.ac.id/index.php/jkma/article/view/140>
- Santoso, H., Saputra, R., Bibas, E., Kurnia, F., Utami, N. T., & Ramadhani, I. (2025).

- Perancangan Sistem Informasi Monitoring Lingkungan Laboratorium Sains Dasar dan Kelautan Berbasis IoT*. 5(1), 62–68.  
<https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/ijec/article/download/7866/2060/25577>
- Saputra, M. B. R., Wulanda, A. F., & Anwar, K. (2024). TEMPAT PERINDUKAN DIWILAYAH PUSKESMAS TEGALBINANGUN KOTA PALEMBANG LEVEL OF DENSITY OF AEDES AEGYPTI MOSQUITO FLARS RECOVERED FROM BREEDING AREAS. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 4(1), 6–11.  
<https://jurnal.poltekkespalembang.ac.id/index.php/SJKL/article/view/2187>
- Sari, R. Y., Arlinda, E., & Nurhayati, S. (2025). Analisis Spasial Demam Berdarah Berdasarkan Kepadatan Penduduk dan Faktor Iklim Di Kabupaten Purworejo Tahun 2024. *Jurnal Kesehatan Jompa*, 4(4).  
<http://www.jurnal.jomparnd.com/index.php/jkj/article/view/1987>
- Sarirah, & Khoiriyah. (2024). *Indeks Entomologi dan Hubungan Keberadaan Larva Aedes dengan Kejadian Demam Berdarah di Wilayah Kerja Puskesmas Tanjung Morawa Kabupaten Deli Serdang*. 54–59.  
<https://jurnal.unbrah.ac.id/index.php/heme/article/download/1450/pdf>
- Satria, B. (2022). IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266. *Jurnal Tenik Informatika*, 1(3).  
<https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/sudo/article/view/95>
- Sayono, Qoniatur, S., & Mifbakhuddin. (2011). *PERTUMBUHAN LARVA Aedes aegypti PADA AIR TERCEMAR*. 7(1), 15–22.
- Stasiun Metereologi Sultan Hasanuddin. (2026). *Data Online - Direktorat Data dan Komputasi BMKG*. <https://dataonline.bmkg.go.id/data-ekstrem>
- Sureshkumar, S., & Shekhar, S. (2025). Impact of urban heat island effect on dengue incidence : a remote sensing approach using thermal and high-resolution optical imagery. *BMC Public Health*, 4.  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12376471/>
- Surya, B., Salim, A., Herlina, H., Suriani, S., Menne, F., & Rasyid, E. S. (2021). Land Use Change, Urban Agglomeration, and Urban Sprawl: A Sustainable Development Perspective of Makassar City, Indonesia. *MDPI Journal*.  
<https://www.mdpi.com/2073-445X/10/6/556>
- Sushanti, I. R., Fitri, I. S., & Susanti, F. (2021). Karakteristik Permukiman Kota yang Memiliki Potensi Usaha Berbasis Rumah Tangga. *Jurnal Arsitektur, Planologi, Dan Teknik Sipil*, 1(1), 2776–4621.  
<https://sade.unram.ac.id/index.php/sade/article/view/9>
- Susmaneli, H., Hidayati, U., & Agnesia, Y. (2024). FAKTOR- FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN The Factors That Associated with The Density of Aedes Aegypti. *Jurnal Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 34(2), 356–367. <https://elibrary.ru/item.asp?id=74962300>
- Tansil, M. G., Rampengan, N. H., & Wilar, R. (2021). *Faktor Risiko Terjadinya Kejadian Demam Berdarah Dengue Pada Anak*. 13(28), 90–99.  
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/biomedik/article/view/31760>
- Teillet, C., Devillers, R., Tran, A., Catry, T., Marti, R., & Dessay, N. (2024). Exploring fine-scale urban landscapes using satellite data to predict the distribution of Aedes mosquito breeding sites. *International Journal of Health Geographics*, 3, 1–20. [https://www.researchgate.net/publication/382064605\\_Exploring\\_fine-scale\\_urban\\_landscapes\\_using\\_satellite\\_data\\_to\\_predict\\_the\\_distribution\\_of\\_Aedes\\_mosquito\\_breeding\\_sites](https://www.researchgate.net/publication/382064605_Exploring_fine-scale_urban_landscapes_using_satellite_data_to_predict_the_distribution_of_Aedes_mosquito_breeding_sites)
- Teixeira, A. I. P., Rotondo, G., Diogo, D. A., Cardoso, T., Soeiro, D., Christina, B., Pinto, P. J., Neto, N., & Renosto, R. (2026). *Climatic , Socioecological and*

- Environmental Determinants of Aedes spp . Dynamics at the Community Interface: A Systematic Review With Reflections From a One Health Perspective*. 807–821. <https://doi.org/10.1111/tmi.70131>
- Tengger, R. (2019). *Pemanfaatan Metode Kalman Filter Diskrit untuk Menduga Suhu Udara*. 1(2), 127–132. <http://dx.doi.org/10.21580/square.2019.1.2.4202>
- Wahono, T., Dionisius Widjayanto, & Poerwanto, S. H. (2022). Karakteristik Habitat Larva Nyamuk dan Kepadatan Nyamuk Dewasa ( Diptera : Culicidae ) di Kabupaten Jembrana , Provinsi Bali ( Analisis Data Sekunder Rikhus Vektora 2017 ). *Jurnal Penelitian Penyakit Tular Vektor Artikel*, 14(1).
- Wahyuni, D., Makomulamin, & Nila Puspita Sari. (2021). *Entomologi dan pengendalian Vektor*. CV Budi Utama. [https://books.google.co.id/books?id=wJdREQAAQBAJ&pg=PA35&dq=buku+morfologi+larva+aedes+aegypti&hl=id&newbks=1&newbks\\_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwiV-rWUq6qRAXWf6jgGHboLL9cQ6AF6BAgJEAM#v=onepage&q=buku+morfologi+larva+aedes+aegypti&f=false](https://books.google.co.id/books?id=wJdREQAAQBAJ&pg=PA35&dq=buku+morfologi+larva+aedes+aegypti&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwiV-rWUq6qRAXWf6jgGHboLL9cQ6AF6BAgJEAM#v=onepage&q=buku+morfologi+larva+aedes+aegypti&f=false)
- WHO. (2024). *World Health Organization Demam Berdarah - Situasi Global*. <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2024-DON518>
- WHO. (2025). *WHO DBD*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- Windyaraini, D. H., Tiarani, F., Siregar, Vanani, A., Marsifah, T., & Poerwanto, S. H. (2020). Identification of Culicidae Family Diversity as Vector Control Management and Mosquito-Borne Disease Prevention in Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(1), 1829–7285. <https://doi.org/10.20473/jkl.v12i1.2020.1-9>
- Yamany, A. S., Adham, F. K., & Abdel-Gaber, R. (2024). *Morphological description of the pupa of Aedes aegypti ( Diptera : Culicidae ) using a scanning electron microscope*. 76(1), 43–54. <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/6KGtFgmhGbqSgRzCjbDw3rq/?lang=en>
- Yoal, H., Dirgantara, W., & Subairi. (2023). Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Penetas Telur Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis IoT. *Jurnal Teknik*, 2(2). <https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/blendsains/article/view/356>
- Yu, J., B, Q. Z., E, L. G., F, Q. M., & Lei, X. (2026). *Surface urban heat islands in coastal and inland cities\_ a global analysis of drivers and of spatial heterogeneity*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132326005561>
- Yuli Rosianty, Delfy Lensari, P. H. (2018). Pengaruh SSebaran Vegetasi Terhadap Suhu dan Kelembaban pada Taman Wisata Alam (TWA) Punti Kayu Kota Palembang. *SYLVA Journal*, November, 68–77. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/sylva/article/view/1543/0>

## LAMPIRAN 1. FORMULIR PEMERIKSAAN LARVA DAN PUPA

## LAMPIRAN

### Lampiran 1.

## FORMULIR PEMERIKSAAN JENTIK &amp; PUPA

Alamat :  
RT / RW :  
Kelurahan :  
Kecamatan :  
Kota : Makassar

|                             |   |             |
|-----------------------------|---|-------------|
| Nama KK                     | : |             |
| Jumlah penghuni             | : |             |
| Tanggal dan Jam Pemeriksaan | : | (Jam:.....) |
| Suhu                        | : |             |
| Kelembapan                  | : |             |

Titik GPS                      Lat : \_\_\_\_\_  
                                                 Long : \_\_\_\_\_

Nama Enumerator            :

[illegible][illegible]

## LAMPIRAN 2. OUTPUT PENELITIAN

### 1. UNIVARIAT

| <b>Frequencies of Kelurahan</b> |        |            |              |
|---------------------------------|--------|------------|--------------|
| Kelurahan                       | Counts | % of Total | Cumulative % |
| Kaluku Bodoa                    | 89.0   | 50.6%      | 50.6%        |
| Sambung Jawa                    | 42.0   | 23.9%      | 74.4%        |
| Tammua                          | 45.0   | 25.6%      | 100.0%       |

| <b>Frequencies of Jenis_Wadah</b> |        |            |              |
|-----------------------------------|--------|------------|--------------|
| Jenis_Wadah                       | Counts | % of Total | Cumulative % |
| Bak                               | 19.00  | 10.8%      | 10.8%        |
| Baskom                            | 28.00  | 15.9%      | 26.7%        |
| Drum                              | 31.00  | 17.6%      | 44.3%        |
| Ember                             | 86.00  | 48.9%      | 93.2%        |
| Guci                              | 3.00   | 1.7%       | 94.9%        |
| Jerigen                           | 1.00   | 0.6%       | 95.5%        |
| Tatakan Dispenser                 | 8.00   | 4.5%       | 100.0%       |

| <b>Frequencies of Kategori_Wadah</b> |        |            |              |
|--------------------------------------|--------|------------|--------------|
| Kategori_Wadah                       | Counts | % of Total | Cumulative % |
| Non-TPA                              | 8.00   | 4.5%       | 4.5%         |
| TPA                                  | 168.00 | 95.5%      | 100.0%       |

| <b>Frequencies of Lokasi_Wadah</b> |        |            |              |
|------------------------------------|--------|------------|--------------|
| Lokasi_Wadah                       | Counts | % of Total | Cumulative % |
| Dalam rumah                        | 169.00 | 96.0%      | 96.0%        |
| Luar rumah                         | 7.00   | 4.0%       | 100.0%       |

| <b>Frequencies of Penghalang</b> |        |            |              |
|----------------------------------|--------|------------|--------------|
| Penghalang                       | Counts | % of Total | Cumulative % |
| Terhalang                        | 9.00   | 5.1%       | 5.1%         |
| Tidak terhalang                  | 167.00 | 94.9%      | 100.0%       |

| <b>Frequencies of Frek_Penggunaan</b> |        |            |              |
|---------------------------------------|--------|------------|--------------|
| Frek_Penggunaan                       | Counts | % of Total | Cumulative % |
| Ya                                    | 165.0  | 93.8%      | 93.8%        |
| Tidak                                 | 11.0   | 6.3%       | 100.0%       |

| Frequencies of Penutup |        |            |              |
|------------------------|--------|------------|--------------|
| Penutup                | Counts | % of Total | Cumulative % |
| Rapat                  | 41.0   | 23.3%      | 23.3%        |
| Tidak rapat            | 11.0   | 6.3%       | 29.5%        |
| Tidak ada              | 124.0  | 70.5%      | 100.0%       |

## 2. BIVARIAT

### Uji Normalitas

|    |    |      |
|----|----|------|
| 10 | 81 | 0.14 |
| 11 | 71 | 0.14 |
| 12 | 77 | 0.14 |
| 13 | 83 | 0.14 |
| 14 | 77 | 0.14 |
| 15 | 86 | 0.14 |
| 16 | 92 | 0.14 |
| 17 | 82 | 0.14 |
| 18 | 81 | 0.14 |
| 19 | 90 | 0.14 |
| 20 | 84 | 0.14 |
| 21 | 85 | 0.14 |
| 22 | 86 | 0.14 |
| 23 | 81 | 0.14 |
| 24 | 86 | 0.14 |

#### Descriptives

| Descriptives       | Suhu_Min | Suhu_Mean | Suhu_Max | Kelembapan_Min | Kelembapan_Mean | Kelembapan_Max | Kelimpahan Larva-Pupa |
|--------------------|----------|-----------|----------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| N                  | 107      | 107       | 107      | 107            | 107             | 107            | 107                   |
| Standard deviation | 1.83     | 1.88      | 2.44     | 6.90           | 6.29            | 5.76           | 22.7                  |
| Minimum            | 28       | 29.0      | 30       | 48             | 55.2            | 58             | 0                     |
| Maximum            | 37       | 38.2      | 44       | 82             | 87.1            | 92             | 112                   |
| Shapiro-Wilk W     | 0.946    | 0.983     | 0.950    | 0.990          | 0.991           | 0.983          | 0.515                 |
| Shapiro-Wilk p     | < .001   | .175      | < .001   | .591           | .696            | .203           | < .001                |

### Uji Korelasi Sperman

|                       |                | Suhu_Min | Suhu_Mean | Suhu_Max | Kelembapan_Min | Kelembapan_Max | Kelimpahan Larva-Pupa | Kelembapan_Mean |
|-----------------------|----------------|----------|-----------|----------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------|
| Suhu_Min              | Spearman's rho | —        |           |          |                |                |                       |                 |
|                       | df             | —        |           |          |                |                |                       |                 |
|                       | p-value        | —        |           |          |                |                |                       |                 |
| Suhu_Mean             | Spearman's rho | 0.823    | —         |          |                |                |                       |                 |
|                       | df             | 105      | —         |          |                |                |                       |                 |
|                       | p-value        | < .001   | —         |          |                |                |                       |                 |
| Suhu_Max              | Spearman's rho | 0.484    | 0.810     | —        |                |                |                       |                 |
|                       | df             | 105      | 105       | —        |                |                |                       |                 |
|                       | p-value        | < .001   | < .001    | —        |                |                |                       |                 |
| Kelembapan_Min        | Spearman's rho | -.445    | -.740     | -.838    | —              |                |                       |                 |
|                       | df             | 105      | 105       | 105      | —              |                |                       |                 |
|                       | p-value        | < .001   | < .001    | < .001   | —              |                |                       |                 |
| Kelembapan_Max        | Spearman's rho | -.755    | -.794     | -.583    | 0.640          | —              |                       |                 |
|                       | df             | 105      | 105       | 105      | 105            | —              |                       |                 |
|                       | p-value        | < .001   | < .001    | < .001   | < .001         | —              |                       |                 |
| Kelimpahan Larva-Pupa | Spearman's rho | -.090    | -.073     | -.037    | 0.025          | 0.006          | —                     |                 |
|                       | df             | 105      | 105       | 105      | 105            | 105            | —                     |                 |
|                       | p-value        | .357     | .455      | .706     | .801           | .947           | —                     |                 |
| Kelembapan_Mean       | Spearman's rho | -.718    | -.876     | -.732    | 0.838          | 0.897          | 0.006                 | —               |
|                       | df             | 105      | 105       | 105      | 105            | 105            | 105                   | —               |
|                       | p-value        | < .001   | < .001    | < .001   | < .001         | < .001         | .949                  | —               |

### LAMPIRAN 3. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pemberitahuan *Informed consent* bersama responden



Pemeriksaan keberadaan jentik pada penampungan air



Pemasangan alat sensor DHT22/BME280 berbasis Internet of Things untuk mengukur suhu dan kelembapan

## LAMPIRAN 4. SURAT IZIN PENELITIAN



PEMERINTAH KOTA MAKASSAR  
DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU  
Jl. Jendral Ahmad Yani No. 2 Makassar 90171  
Website: dpmtsp.makassarkota.go.id

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**

Nomor: 070/8421/SKP/SB/DPMTSP/2/2026

**DASAR:**

- Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2018 tentang Penerbitan Keterangan Penelitian.
- Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2016 tentang Pembentukan Organisasi Perangkat Daerah
- Peraturan Walikota Nomor 4 Tahun 2023 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berbasis Resiko, Perizinan Non Berusaha dan Non Perizinan
- 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
- Rekomendasi Teknis Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Makassar nomor 8430/SKP/SB/BKBP/II/2026

**Dengan Ini Menerangkan Bahwa :**

Nama : ASMARIA KARAPA  
NIM / Jurusan : K011221142 / Kesehatan Masyarakat  
Pekerjaan : Mahasiswa (S1) / Universitas Hasanuddin  
Alamat : Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Tamalanrea, Makassar  
Lokasi Penelitian : Terlampir,-  
Waktu Penelitian : 19 Februari 2026 - 31 Mei 2026  
Tujuan : Skripsi  
Judul Penelitian : PENGARUH SUHU DAN KELEMBAPAN RELATIF TERHADAP KEPADATAN LARVA-PUPA AEDES SP. DI WILAYAH URBAN KOTA MAKASSAR

Dalam melakukan kegiatan agar yang bersangkutan memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Surat Keterangan Penelitian ini diterbitkan untuk kepentingan penelitian yang bersangkutan selama waktu yang sudah ditentukan dalam surat keterangan ini.
- Tidak dibenarkan melakukan penelitian yang tidak sesuai / tidak ada kaitannya dengan judul dan tujuan kegiatan penelitian.
- Melaporkan hasil penelitian kepada Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Makassar melalui email [bidangkososbudkesbangpolmks@gmail.com](mailto:bidangkososbudkesbangpolmks@gmail.com).
- Surat Keterangan Penelitian ini dicabut kembali apabila pemegangnya tidak menaati ketentuan tersebut diatas.



Ditetapkan di Makassar

Pada tanggal: 20 Februari 2026

Ditandatangani secara elektronik oleh  
KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL  
DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU  
KOTA MAKASSAR

H. MUHAMMAD MARIO SAID, S.IP., M.SI.

Tembusan Kepada Yth:

- Pimpinan Lembaga/Instansi/Perusahaan Lokasi Penelitian;
- Pertinggal,-

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik.



**PEMERINTAH KOTA MAKASSAR  
DINAS KESEHATAN**

Jl. Teduh Bersinar No. 1, Gunung Sari, Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan Kode Pos 90221  
Laman [dinkeskotamakassar.web.id](http://dinkeskotamakassar.web.id), Pos-el [dinkes@makassarkota.go.id](mailto:dinkes@makassarkota.go.id)

Makassar, 24 Februari 2026

Nomor : 000.9.2/574/DINKES/II/2026  
Sifat : Biasa  
Lampiran : ---  
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. **1. Kepala Puskesmas Kaluku Bodoa**  
**2. Kepala Puskesmas Rappokalling**  
**3. Kepala Puskesmas Cendrawasih**

di-  
Makassar

Menindaklanjuti surat dari Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu dengan No. Surat: 070/8421/SKP/SB/DPMPTSP/2/2026 Tanggal 20 Februari 2026 dengan perihal diatas, maka disampaikan kepada saudara/(i) :

Nama : Asmaria Karapa  
NIM / Jurusan : K011221142 / Kesehatan Masyarakat  
Pekerjaan : Mahasiswa (S1) / Universitas Hasanuddin  
Waktu : 19 Februari 2026 – 31 Mei 2026  
Judul : "Pengaruh Suhu Dan Kelembapan Relatif Terhadap Kepadatan Larva-Pupa Aedes Sp. Di Wilayah Urban Kota Makassar"

Bermaksud untuk melakukan penelitian di wilayah Puskesmas yang saudara/(i) pimpin, Demikian disampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

**An. Kepala Dinas  
Sekretaris Dinas,**



**dr. H. Ahmad Asy'Arie**  
Pembina / IV.a  
Nip.198107312009011007



**PEMERINTAH KOTA MAKASSAR  
KECAMATAN MAMAJANG**

Jl. Lanto Dg. Pasewang No. 10 Telp. (0411) 830625 Kota Makassar Kode Pos 90132

Makassar, 23 Februari 2026

Nomor : 400/84/Kmmj/II/2026  
Lampiran : -  
Perihal : **Izin Penelitian**

Yth. **LURAH Sambung Jawa**  
di

Tempat

Dengan Hormat

Menindaklanjuti 8430/SKP/SB/BKBP/II/2026 Nomor 070/8421/SKP/SB/DPMPTSP/2/2026 tanggal 20 Februari 2026 tentang Surat Keterangan Penelitian maka disampaikan kepada Bapak/Ibu bahwa :

Nama : **ASMARIA KARAPA**  
NIM / Jurusan : K011221142/Kesehatan Masyarakat  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Alamat : Jl.Perintis Kemerdekaan Km.10,Tamalanrea Makassar  
Judul : **PENGARUH SUHU DAN KELEMBAPAN RELATIF TRHADAP KEPADATAN LARVA-PUPA AEDES SP.DI WILAYAH URBAN KOTA MAKASSAR**

Bermaksud melaksanakan **penelitian** pada wilayah kerja Bapak/Ibu sejak tanggal **19 Februari 2026 sampai dengan 31 Mei 2026**.

Sehubungan dengan maksud di atas diharapkan agar peneliti tersebut dapat diberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitiannya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian disampaikan kepada Saudara untuk dimaklumi dan selanjutnya yang bersangkutan melaporkan kembali dan melampirkan satu rangkap hasil penelitian kepada LURAH Sambung Jawa Kota Tempat.

an. Camat Mamajang  
Kasi Pemberdayaan Masyarakat Dan  
Kesejahteraan Sosial,



**Muhammad Sabri, S.E**

Pangreh, 24 Penata Tingkat I, III/d

NIP : 19720821 201001 1 005



PEMERINTAH KOTA MAKASSAR  
KECAMATAN TALLO

Jalan A.R. Hakim No.54, Ujung Pandang Baru, Makassar, Sulawesi Selatan Kode Pos 90211  
Telepon (0411) 448415  
Laman tallo.makassar.go.id, Pos-el tallokec.makassarkota.go.id

Makassar, 3 Maret 2026

Nomor : 000.9/182/KTLO/II/2026  
Sifat : Biasa  
Lampiran : -  
Perihal : Izin Penelitian

Kepada

Yth. Kelurahan Kaluku Bodoa  
Kelurahan Tammua

di -  
Makassar

Menindaklanjuti Surat Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Makassar, Nomor : 070/8421/SKP/SB/DPMPSTP/2/2026, Tanggal 20 Februari 2026, Perihal : tersebut diatas, maka bersama ini disampaikan kepada saudara bahwa :

Nama : **ASMARIA KARAPA**  
Nim/Jurusan : K011221142/Kesehatan Masyarakat  
Pekerjaan : Mahasiswa (S1) / Universitas Hasanuddin  
Alamat : Jl. Perintis Kemerdekaan km.10, Tamalanrea Makassar  
Judul : **"PENGARUH SUHU DAN KELEMBAPAN RELATIF TERHADAP KEPADATAN LARVA-PUPA AEDES SP DI WILAYAH URBAN KOTA MAKASSAR"**

Bermaksud mengadakan **Penelitian**, di Wilayah Kecamatan Tallo Kota Makassar dalam rangka **Penyusunan Laporan**, yang akan dilaksanakan mulai tanggal **19 Februari 2026 s/d 31 Mei 2026**.

Sehubungan dengan hal tersebut pada prinsipnya kami dapat **menyetujui** dengan memberikan surat rekomendasi izin Pengambilan Data ini dan memberikan bantuan dan fasilitas seperlunya.

Demikian disampaikan kepada Saudara untuk dimaklumi dan selanjutnya yang bersangkutan melaporkan kembali dan melampirkan satu rangkap hasil penelitian kepada Camat Tallo Kota Makassar.

a.n. CAMAT TALLO,  
SEKRETARIS



**Dr. BAU ASSENG, ST. M.Si**

Pangkat : Pembina Tk.I

Nip : 197007202004112001



PEMERINTAH KOTA MAKASSAR  
KECAMATAN MAMAJANG  
KELURAHAN SAMBUNG JAWA

Jl. Cendrawasih No.450 Makassar Kode Pos 90134



Makassar, 26 Februari 2026

Nomor : 400/12/KSJ/II/2026  
Lampiran : -  
Perihal : **Izin Penelitian Rumah Warga**

Yth. **Bapak/Ibu RT/RW Kelurahan Sambung Jawa**

di

Tempat

Dengan Hormat

Menindaklanjuti Surat Dari Kecamatan Mamajang Nomor 400/84KMM/II/2026 tanggal 23 Februari 2026 maka bersama ini disampaikan kepada Bapak/Ibu yang tersebut di atas kiranya dapat membantu sesuai nama di bawah ini :

Nama : **ASMARIA KARAPA**  
NIM / Jurusan : K011221142/Kesehatan Masyarakat  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Alamat : Jln.Perintis Kemerdekaan Km.10,Tamalanrea Makassar  
Judul : **PENGARUH SUHU DAN KELEMBAPAN RELATIF TERHADAP KEPADATAN LARVA-PUPA AEDES SP. DI WILAYAH URBAN KOTA MAKASSAR**

Bermaksud mengadakan **Penelitian** pada wilayah kerja Bapak/Ibu, dalam rangka **Untuk Menganalisa Pengaruh Suhu Dan Kelembapan Relatif Terhadap Tingkat Kepadatan Larva-Pupa Aedes SP. Pada Wilayah Urban Kota Makassar** yang akan dilaksanakan mulai tanggal **19 Februari 2026 sampai dengan 31 Mei 2026**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

a.n Lurah  
**SEKRETARIS LURAH**

**RACHMATU LAH RUMBU, SE,MM**

Pangkat, Gol : Pengatur Muda Tingkat I

NIP : 19840926 201412 1 001



Catatan :  
• Sesuai Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2013 tentang Administrasi Kependudukan, pemalsuan dokumen kependudukan merupakan tindak pidana.  
• Keaslian dokumen ini dapat diverifikasi melalui pemindaian QR Code di samping.  
• Masukkan kode unik surat : **XdkkuliH**



**PEMERINTAH KOTA MAKASSAR  
KECAMATAN TALLO  
KELURAHAN TAMMUA**

Jl. Rappokalling Raya Lr. Kita I No.28, Kode Pos : 90216



Makassar, 4 Maret 2026

Nomor : 000.9/13/KTM/III/2026  
Lampiran : -  
Perihal : Izin Penelitian

Yth. Ketua RW/RT Se Kelurahan Tammua  
Di -  
Makassar

Dengan hormat,

Menindak lanjuti Surat dari Kecamatan Tallo Nomor : 000.9/182/KTLO/III/2026 tanggal, 03 Maret 2026 maka bersama ini disampaikan kepada Bapak/Ibu Ketua RW/RT Se Kelurahan Tammua kiranya dapat membantu kepada :

Nama : ASMARIA KARAPA  
NIM/Jurusan : K011221142/Kesehatan Masyarakat  
Pekerjaan : Mahasiswa (S1) Universitas Hasanuddin  
Alamat : Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Kota Makassar  
Judul : PENGARUH SUHU DAN KELEMBABAN RELATIF TERHADAP KEPADATAN LARVA-PURA  
AEDES SP DI WILAYAH URBAN KOTA MAKASSAR

Bermaksud mengadakan Penelitian pada wilayah kerja Bapak/Ibu dalam rangka Penyusuna Laporan yang akan dilaksanakan mulai tanggal, 09 Februari s/d 13 Mei 202.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

An. Lurah  
Kasi. Perekonomian Pembangunan Sosial  
dan Penerapan Gerakan Sentuh Hati





PEMERINTAH KOTA MAKASSAR  
KECAMATAN TALLO  
KELURAHAN KALUKU BODOA

Jl. Kelurahan No. 42 Makassar Email : kkalukubodoa@gmail.com Kode Pos 90211



Makassar, 4 Maret 2026

Nomor : 000.9/051/LKB/III/2026  
Lampiran : -  
Perihal : **Izin Penelitian**

Yth. **KETUA RW/RT Se Kelurahan Kaluku Bodoa**  
di

Makassar

Dengan Hormat

Menindaklanjuti Surat dari Kecamatan Tallo Nomor 000.9/182/KTLO/III/2026 tanggal 03 Maret 2026 maka bersama ini disampaikan kepada Bapak/Ibu yang tersebut di atas kiranya dapat membantu sesuai nama di bawah ini :

Nama : **ASMARIA KARAPA**  
NIM / Jurusan : K011221142/Kesehatan Masyarakat  
Pekerjaan : Mahasiswa(S1)/Universitas Hasanuddin  
Alamat : Jl.Perintis Kemerdekaan KM.10 Tamalanrea,Kota Makassar  
Judul : **"PENGARUH SUHU DAN KELEMBAPAN RELATIF TERHADAP KEPADATAN LARVA-PUPA AEDES SP DI WILAYAH URBAN KOTA MAKASSAR"**

Bermaksud mengadakan **Penelitian** pada wilayah kerja Bapak/Ibu, dalam rangka **PENYUSUNAN LAPORAN** yang akan dilaksanakan mulai tanggal **09 Februari 2026 sampai dengan 13 Mei 2026**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

a.n Lurah  
Kasi Perekonomian,Pembangunan,sosial dan  
Penerapan Gerakan Sentuh Hati

**MATLAIL FAJARIANTO RASYID, SS**

Pangkat, Gol : Penata

NIP : 19880812 201503 1 004

**LAMPIRAN 5: RIWAYAT HIDUP****A. Data Pribadi**

Nama : Asmaria Karapa  
NIM : K011221142  
Tempat/Tanggal Lahir : Tarakan, 1 Februari 2004  
Agama : Katholik  
Jenis Kelamin : Perempuan  
No. Telepon : 0822-9328-8010

**B. Riwayat Pendidikan**

1. SDN 029 Tarakan, Kalimantan Utara (2010-2016)
2. SMPN 8 Tarakan, Kalimantan Utara (2016-2019)
3. SMAN 1 Tarakan, Kalimantan Utara (2019-2022)
4. S1 Kesehatan Masyarakat, Departemen Kesehatan Lingkungan, Universitas Hasanuddin Makassar (2022-2026)