

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut data WHO yang dimuat dalam *World Malaria Report* tahun 2023, secara global pada tahun 2022 diperkirakan terdapat 249 juta kasus malaria di 85 negara dan wilayah endemis malaria dengan peningkatan lima juta kasus dibandingkan dengan tahun 2021. Sebanyak 29 negara, yang sebagian besar berasal dari Afrika, menyumbang 95% kasus malaria di dunia. Kawasan Asia Tenggara menyumbang 2% dari keseluruhan kasus malaria di dunia. Meskipun terjadi penurunan sebesar 11,9% dalam estimasi kasus antara tahun 2021 dan 2022 di kawasan ini, namun peningkatan kasus terlihat di Bangladesh, Indonesia, Myanmar, dan Thailand. Sementara itu Indonesia diperkirakan menyumbangkan 1.156.000 kasus pada tahun 2022. Di kawasan Asia Tenggara kematian akibat malaria menurun hingga 77%, dari sekitar 35.000 pada tahun 2000 menjadi 8.000 pada tahun 2022. India dan Indonesia menjadi menyumbang sekitar 94% dari seluruh kematian akibat malaria di kawasan ini. Selama beberapa tahun terakhir, *Plasmodium knowlesi* telah muncul sebagai masalah penting dalam kasus malaria, khususnya di negara-negara kawasan Asia Tenggara yaitu Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Pada tahun 2022, total 2.768 kasus *P. knowlesi* dilaporkan secara global, Malaysia menjadi sumber utama kasus *P. knowlesi*, diikuti oleh Thailand dan Indonesia yang masing-masing menyumbang 90,5%, 3,1%, dan 0,1% pada tahun 2022 (Global Malaria Programme (GMP), 2023).

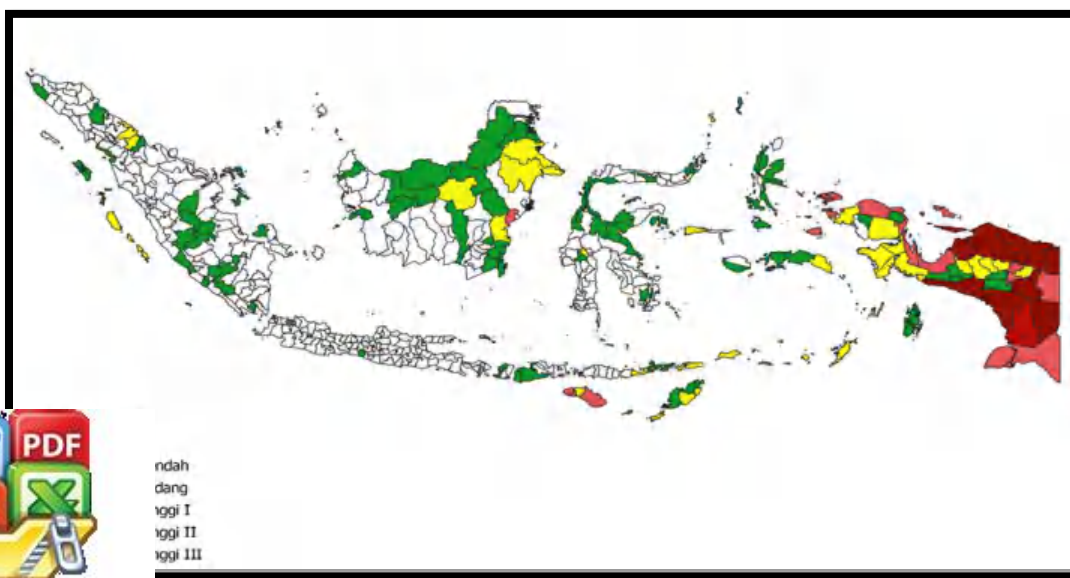
Sejak saat ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2009, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 293/menkes/SK/IV/2009 tanggal 28 April 2009, rencana strategis nasional Indonesia untuk pengendalian malaria dilakukan melalui program eliminasi malaria (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023;



teri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 293/MENKES/SK/IV/2009 si Malaria Di Indonesia, 2009). Kegiatan intervensi meliputi diagnosis dini atan yang cepat dan tepat, surveilans dan pengendalian vektor. Intervensi ektor utama meliputi distribusi kelambu berinsektisida (*insecticide-treated*

nets, ITNs), penyemprotan residu insektisida di dalam rumah (*indoor residual spray*, IRS), dan pengelolaan sumber larva (*larval source management*, LSM) yang meliputi larvasida, pengendalian hayati, dan pengelolaan lingkungan (Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2010). Ditargetkan pada tahun 2030 di Indonesia telah tercapai status eliminasi malaria di semua daerah (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 293/MENKES/SK/IV/2009 Tentang Eliminasi Malaria Di Indonesia, 2009).

Meskipun 72,37% dari keseluruhan jumlah kabupaten/kota di Indonesia (372 kabupaten kota pada tahun 2022) telah dinyatakan bebas malaria (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023), Indonesia masih merupakan salah satu negara penyumbang malaria terbanyak di kawasan Asia Tenggara (Global Malaria Programme (GMP), 2023). Gambar 1.1 menunjukkan sebaran kasus malaria di Indonesia berdasarkan tingkat endemisitas pada tahun 2022. Penentuan stratifikasi endemisitas ditentukan berdasarkan nilai *Annual Parasite Incidence* (API) per 1000 penduduk (‰). Terlihat jelas bahwa di daerah Indonesia bagian timur, yaitu Provinsi Papua, Papua Barat dan Nusa Tenggara Timur, persoalan malaria dengan endemisitas sedang (API = 1–5‰) sampai tinggi (API > 5‰) masih menjadi penyumbang terbesar kasus malaria di Indonesia (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

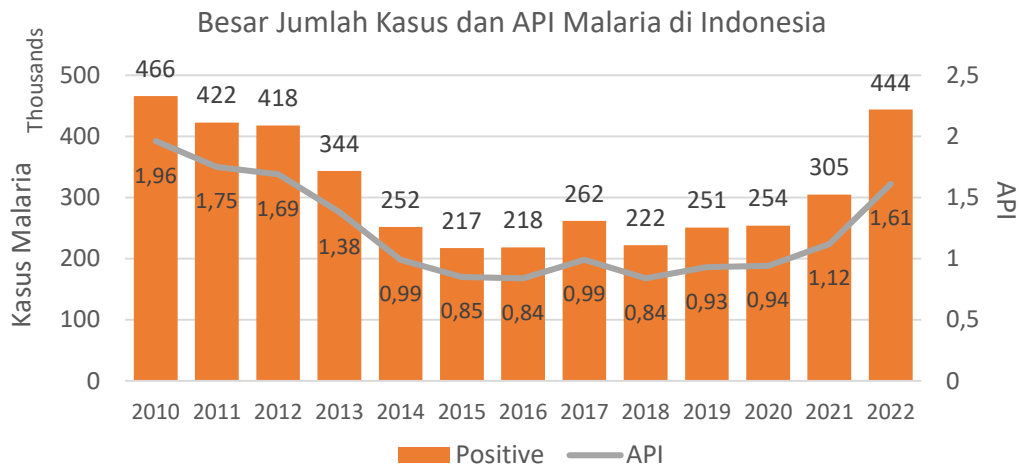


ndah
dang
tgi I
tgi II
tgi III

Gambar 1. 1. Peta endemisitas malaria di Indonesia tahun 2022

Sumber: Ditjen P2P, Kemenkes RI, 2023

Gambar 1.2 memperlihatkan jumlah kasus malaria dan angka kesakitan malaria dalam *Annual Parasite Incidence* (API) di Indonesia dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2022.



Gambar 1. 2. Angka kesakitan malaria per tahun dari 2010 sampai 2022

Sumber: Ditjen P2P, Kemenkes RI, 2023

Sejak program eliminasi malaria ditetapkan pada tahun 2009 terlihat kasus malaria mengalami penurunan, dari tahun 2010 hingga 2015 prevalensi malaria menurun secara signifikan. Namun setelah tahun 2015 didapati kasus malaria tetap landai sampai tahun 2020 dan setelah itu cenderung kasus malaria meningkat sampai di tahun 2022. Kondisi ini menunjukkan bahwa program eliminasi malaria yang sedang berjalan belum menunjukkan hasil yang maksimal, terutama untuk menurunkan kasus malaria.

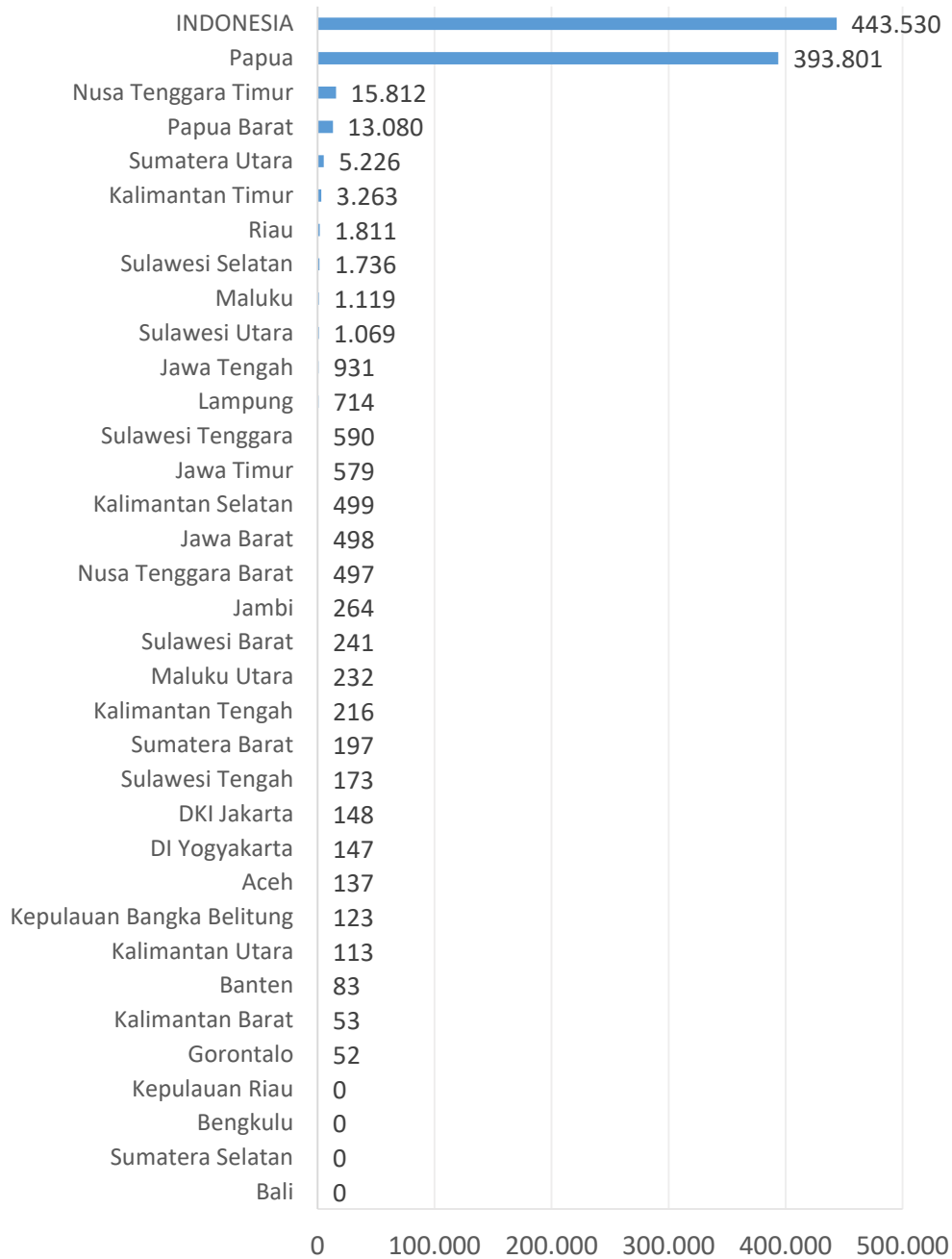
Gambar 1.3 menunjukkan angka kasus malaria di seluruh provinsi di Indonesia, dimana kasus terbanyak terdapat di provinsi Indonesia bagian timur, khususnya Provinsi Papua (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023). Walaupun hanya mempunyai populasi kurang lebih 1,5% dari keseluruhan populasi Indonesia, Provinsi Papua mempunyai lebih dari 88% kasus malaria di Indonesia. Dengan jumlah kasus 1, Provinsi Papua merupakan provinsi dengan API tertinggi di Indonesia 2 adalah 113,07) (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, 2023; Dinas



Kesehatan Provinsi Papua, 2023; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023). Lima kabupaten/kota di Provinsi Papua dengan kasus malaria tertinggi pada tahun 2022 ini, dari urutan terbanyak adalah Kabupaten Mimika, Kabupaten Jayapura, Kota Jayapura, Kabupaten Keerom dan Kabupaten Yahukimo (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, 2023; Dinas Kesehatan Provinsi Papua, 2023).



Kasus malaria per provinsi, tahun 2022



Gambar 1. 3. Angka kasus malaria per provinsi pada tahun 2022

2P, Kemenkes RI, 2023



dan komunitas malaria global adalah dunia bebas malaria, yang ara global pada tahun 2030 (WHO, 2021). Sedangkan di Indonesia,

Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2009 juga telah menetapkan target eliminasi malaria sepenuhnya pada tahun 2030 dengan tahapan, pada tahun 2025 adalah kasus terakhir penularan setempat dan pada tahun 2028 semua provinsi mencapai eliminasi malaria. Sampai saat ini capaian eliminasi malaria tingkat kabupaten/kota pada tahun 2022 adalah sebanyak 372, lebih tinggi dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 347 kabupaten/kota. Pada tahun 2022 terdapat enam provinsi yang seluruh kabupaten/kotanya telah dinyatakan bebas malaria, yaitu DKI Jakarta, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Banten dan Bali. Sedangkan hanya satu provinsi yang belum memiliki kabupaten/kota berstatus eliminasi malaria adalah Papua (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023). Dengan sedikitnya waktu yang tersisa untuk mewujudkan tahapan dalam target eliminasi malaria, yaitu tercapainya kasus terakhir penularan setempat pada tahun 2025, Provinsi Papua saat ini menghadapi persoalan yang pelik dalam menurunkan kasus malaria dalam waktu singkat.

Keberhasilan penerapan program eliminasi malaria dilaporkan di beberapa tempat, antara lain Kabupaten Teluk Bintuni, Papua Barat (Dominggus Mobilala dkk., 2019) dan Kabupaten Karangasem, Bali (Roosihermatie & Rukmini, 2013). Selain itu langkah-langkah kegiatan yang dilakukan di daerah Kabupaten Sabang, sebelah utara Provinsi Aceh, merupakan contoh yang baik untuk tata cara mewujudkan eliminasi malaria di Indonesia (Asih dkk., 2012; Herdiana dkk., 2013). Di daerah-daerah ini penerapan kebijakan eliminasi malaria oleh pemerintah daerah telah bersinergi dengan kegiatan lintas sektor baik secara langsung maupun secara tidak langsung, peran pemerintah daerah mendukung kebijakan eliminasi malaria dalam dukungan kebijakan/peraturan, penganggaran dan kegiatan sosialisasi. Sedangkan dimana kurang optimalnya kerjasama lintas sektor untuk upaya pengendalian malaria, belum adanya peraturan daerah/bupati, dan kurangnya kemampuan SDM dalam kapasitasnya untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam kebijakan eliminasi malaria, menjadi penyebab belum berhasilnya program eliminasi malaria (Hasyimi dkk., 2016; Lalandos dkk., 2019;



dkk., 2015; Puji Astuti dkk., 2019; Renwarin dkk., 2014; Wahono dkk.,
it dari cakupan yang lebih besar, sistem desentralisasi dengan kebijakan
< standar dalam pembiayaan kesehatan dan pelaksanaan tindakan

pengendalian, dapat menjadi penghambat agenda eliminasi terutama di Indonesia bagian timur (Elyazar dkk., 2011; Gani & Budiharsana, 2018; Mahendradhata dkk., 2017).

Beberapa aspek yang terkait dengan keberhasilan program eliminasi malaria antara lain keberadaan tenaga kesehatan baik secara kualitas maupun kuantitas, ketersediaan logistik malaria yang memadai, koordinasi lintas sektor, keterlibatan masyarakat, program yang berjalan dengan baik, dan kebijakan pemerintah daerah yang mendukung (Lusiyana, 2020). Selain itu tantangan program eliminasi malaria di Indonesia tidak hanya menurunkan kasus malaria tinggi di daerah seperti Papua dan Papua Barat atau Nusa Tenggara Timur, tetapi juga munculnya kasus baru di daerah yang sudah mempunyai sertifikat eliminasi, seperti kasus malaria impor, kasus submikroskopik dan *zoonotic malaria*, kasus malaria yang ditularkan melalui host *non-human primate* ke manusia (Afriadi Afriadi dkk., 2020; Arwati dkk., 2018; Fornace dkk., 2023; Herdiana dkk., 2018; Lusiyana, 2020).

Kerjasama lintas sektor perlu dioptimalkan dengan beberapa program seperti surveilans, pengendalian vektor, pemantauan, dan evaluasi program. Selain program rutin malaria, inovasi juga diperlukan untuk mendukung program-program yang ada (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023; Lusiyana, 2020; Murhandarwati dkk., 2015). Permasalahan dalam keberhasilan penanganan pengendalian vektor sangat dipengaruhi oleh faktor pendorong lingkungan lokal untuk potensi tinggi rendahnya kasus malaria. Faktor lokal tersebut dapat meliputi ekologi habitat vektor dan iklim lokal seperti curah hujan, kelembapan dan suhu yang menentukan kepadatan populasi vektor malaria yang beragam di tiap daerah. Selain itu faktor dari penggerak manusia, dapat mencakup praktik dan perilaku budaya manusia lokal, intervensi yang ada dan penggunaannya, konstruksi rumah, dan mobilitas, semua faktor yang mengekspos atau melindungi orang dari gigitan nyamuk vektor malaria (Elyazar dkk., 2013; Garjito dkk., 2012; Ho dkk., 2005).

Untuk mencapai target tujuan eliminasi malaria di Indonesia pada tahun 2030, diperlukan strategi khusus yang berfokus pada berbagai pemicu penularan di daerah yang bersifat spesifik untuk daerah tersebut (Lusiyana, 2020). Kegiatan ini mencakup deteksi kasus malaria dan pengobatan yang lebih baik untuk menghidupkan kembali peran kader malaria di desa yang memungkinkan pengobatan kasus malaria secara cepat (Peraturan Menteri Kesehatan



Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Deteksi Dini Dan Pemberian Obat Anti Malaria Oleh Kader Malaria Pada Daerah Dengan Situasi Khusus, 2018; UNICEF, 2022). Intervensi vektor yang melengkapi strategi epidemiologi ini termasuk target cakupan penuh untuk kelambu berinsektisida (ITN) dan penyemprotan residu berinsektisida dalam rumah (IRS) di kabupaten endemis malaria (Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2010; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Membandingkan peningkatan kegiatan-kegiatan pengendalian malaria di Kabupaten Keerom misalnya, walaupun sudah dianggap dilaksanakan sesuai program penanggulangan malaria secara nasional, namun sebagai tolak ukurnya didapatkan fakta bahwa kasus malaria di daerah tersebut tidak menurun (BPS Kabupaten Keerom, 2024).

Mempelajari gambaran permasalahan yang berhubungan dengan penyebaran malaria di Provinsi Papua, khususnya yang berhubungan dengan permasalahan dalam penanganan pengendalian vektor, dimana kasus malaria tidak dapat menurun secara signifikan walaupun telah dilakukan program pengendalian malaria secara masif, menjadi hal yang patut untuk segera dituntaskan. Selama ini belum banyak laporan pelaksanaan kegiatan penelitian di Papua, yang berdasarkan data surveilans entomologi di lapangan mengevaluasi apakah intervensi pengendalian vektor (seperti pembagian ITNs atau penyemprotan IRS) yang dilakukan sudah sesuai tepat sasaran atau tidak. Penelitian ini adalah salah satu upaya untuk mengetahui permasalahan dalam intervensi pengendalian vektor dalam rangka mempercepat program eliminasi malaria di wilayah Papua ini. Penelitian bertujuan mengembangkan strategi intervensi berbasis vektor, dan rekomendasi yang diusulkan berdasarkan pada data yang nyata di lapangan tentang aspek-aspek entomologi spesifik yang berkaitan dengan penularan malaria.

Penelitian ini menggunakan data arsip studi pendahuluan, yaitu penilaian entomologi secara cepat atas vektor malaria pada tahun 2019 dan 2020 di delapan kabupaten Provinsi Papua yang merupakan daerah endemis malaria, yaitu Kabupaten



aten Mimika, Kabupaten Jayapura, Kabupaten Sarmi, Kabupaten Boven en Kepulauan Yapen, Kabupaten Waropen dan Kabupaten Asmat. Studi i mempelajari karakterisasi keanekaragaman dan bionomik vektor erisasi tipe dan distribusi habitat larva *Anopheles*, serta karakterisasi

perilaku manusia pada malam hari. Total 48 desa/kampung dari masing-masing enam desa/kampung di delapan kabupaten tersebut menjadi lokasi pengambilan sampel koleksi nyamuk dewasa, koleksi sampel larva dan pengamatan kebiasaan penduduk terhadap risiko gigitan nyamuk di waktu malam hari, termasuk juga wawancara tentang tempat tinggal dan kebiasaan setempat yang berhubungan dengan penularan malaria. Untuk memvalidasi kembali data yang didapat pada penelitian pendahuluan ini, pengambilan sampel dan data berdasarkan metode yang sama dengan pengambilan sampel yang lebih banyak dan pengulangan di waktu yang berbeda, dilakukan kembali di lima desa/kampung di Kabupaten Keerom, Papua pada tahun 2022 dan 2023. Diharapkan rekomendasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai strategi untuk melengkapi intervensi berbasis vektor yang sedang dilakukan, dalam rangka mempercepat tahapan program eliminasi malaria di Provinsi Papua.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk mencapai target eliminasi malaria di Indonesia pada tahun 2030 terutama di Provinsi Papua, walaupun telah menjadi perhatian dan dilakukan berbagai kegiatan pengendalian malaria secara masif namun tidak dapat menekan angka kasus malaria seperti yang telah dicanangkan. Penerapan pengendalian vektor utama yaitu distribusi kelambu berinsektisida (ITNs) dan penyemprotan insektisida beresidu di dalam rumah (IRS), yang bertujuan untuk menanggulangi permasalahan malaria, tidak dapat menurunkan kasus malaria di Provinsi Papua. Kegiatan pengendalian vektor malaria yang diterapkan oleh pemangku kegiatan setempat, walaupun dilaporkan telah dilakukan sesuai standar prosedur dengan ketentuan yang ada, namun tanpa melihat akar permasalahan yang ada pada daerah tersebut menjadikan kegiatan pengendalian vektor tersebut tidak dapat tepat sasaran. Minimnya data entomologi mengenai vektor malaria berdasarkan kegiatan surveilans entomologi setempat menyebabkan akar permasalahan



dapat dipahami dengan benar. Penelitian ini mempelajari akar ada penerapan pengendalian vektor berdasarkan data lapangan untuk n strategi yang dapat diterapkan dalam rangka mempercepat tahapan si malaria, khususnya di Provinsi Papua.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Mengembangkan strategi intervensi berbasis vektor dalam rangka mempercepat eliminasi malaria di Provinsi Papua.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Mengkarakterisasi data kunci yang spesifik dari aspek entomologi dalam memahami dimana dan kapan penularan malaria terjadi.
2. Mengidentifikasi celah perlindungan (*gaps in protection*) yang mengakibatkan penularan malaria berkelanjutan.
3. Mengidentifikasi dimana intervensi berbasis vektor dapat berfungsi paling baik.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat pengembangan ilmu:

- Menambahkan pengetahuan baru tentang karakteristik bionomik vektor malaria di Provinsi Papua.
- Memberikan wawasan baru dalam tata cara menggali permasalahan penanganan pengendalian vektor malaria yang berdasarkan kepada data entomologis lapangan yang nyata.

1.4.2 Manfaat pada masyarakat:



- Petugas kesehatan setempat yang menangani kesehatan lingkungan atau entomologis lapangan, dapat mengetahui data entomologis yang terkumpul dan bagaimana cara pengumpulan data tersebut, khususnya yang berkaitan dengan vektor malaria.

- Dengan mengetahui permasalahan dalam pengendalian vektor malaria berdasarkan kepada bukti data lapangan (*field data evidence*), pemangku kegiatan kesehatan setempat dapat memperbaiki tata cara pelaksanaan penanganan pengendalian vektor yang ada agar lebih efisien dan tepat sasaran.
- Memberikan rekomendasi pengendalian vektor yang sesuai dengan bukti data lapangan kepada pemangku kepentingan terkait untuk mempercepat eliminasi malaria di Indonesia.

1.5. Urgensi Penelitian

Dalam rangka untuk mewujudkan eliminasi malaria di Indonesia pada tahun 2030, khususnya eliminasi malaria di semua kabupaten pada Provinsi Papua, penanganan pengendalian vektor untuk menurunkan penularan kasus malaria sangat penting dilakukan. Dengan sedikitnya waktu yang tersisa untuk mewujudkan tujuan tersebut, diperlukan strategi yang inovatif untuk mendapatkan data lapangan dari akar permasalahan dalam pengendalian vektor. Hal ini diperlukan untuk menentukan penanganan pengendalian vektor yang tepat dan efektif, agar segera dapat diterapkan di suatu daerah. Hasil penelitian ini akan digunakan untuk pengembangan intervensi berbasis vektor yang sesuai bukti data lapangan (*field data evidence*), dalam rangka untuk mempercepat eliminasi malaria di Indonesia.

1.6. Nilai Kebaharuan Penelitian

Penelitian ini berhasil mengungkap beberapa kebaruan yang menjadi sebab mengapa program penanggulangan malaria di Provinsi Papua gagal.

1. Penularan malaria di luar rumah (*outdoor transmission*).



penanggulangan malaria berbasis vektor di dalam rumah, yaitu ITN dan masih memberikan celah perlindungan (*gaps in protection*).

manusia yang berada di luar rumah pada saat penularan malaria yang penularan di luar rumah (*outdoor transmission*).

4. Vektor malaria utama yang ditemukan adalah *An. koliensis*, *An. punctulatus* dan *An. farauti*, yang menghisap darah di dalam dan luar rumah.

1.7. Sistematika Penulisan

Bab pembahasan hasil penelitian dan diskusi dalam disertasi ini dibagi menjadi tiga bagian utama, yang merupakan tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Dimana dan kapan terjadinya penyebaran malaria berdasarkan data entomologis lapangan

Pada bagian ini membahas tentang karakterisasi vektor malaria di delapan kabupaten endemik malaria Provinsi Papua, bagaimana distribusinya, perilaku mencari inang dan mengisap darah di malam hari, serta hasil identifikasi spesies secara morfologi versus molekuler.

2. Identifikasi celah perlindungan terhadap penularan malaria

Bagian ini membahas hasil pengamatan manusia di waktu malam (HBO) dan survei rumah tangga, tentang identifikasi beberapa celah perlindungan terhadap penularan malaria di delapan kabupaten endemik malaria.

3. Dimana intervensi berbasis vektor dapat berfungsi paling baik

Bagian ini membahas tentang hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai efektivitas IRS apabila diterapkan, faktor risiko penularan malaria pada level individu dan level rumah tangga, serta hasil survei habitat larva yang dapat menjadi target intervensi pengendalian larva di daerah pemukiman.

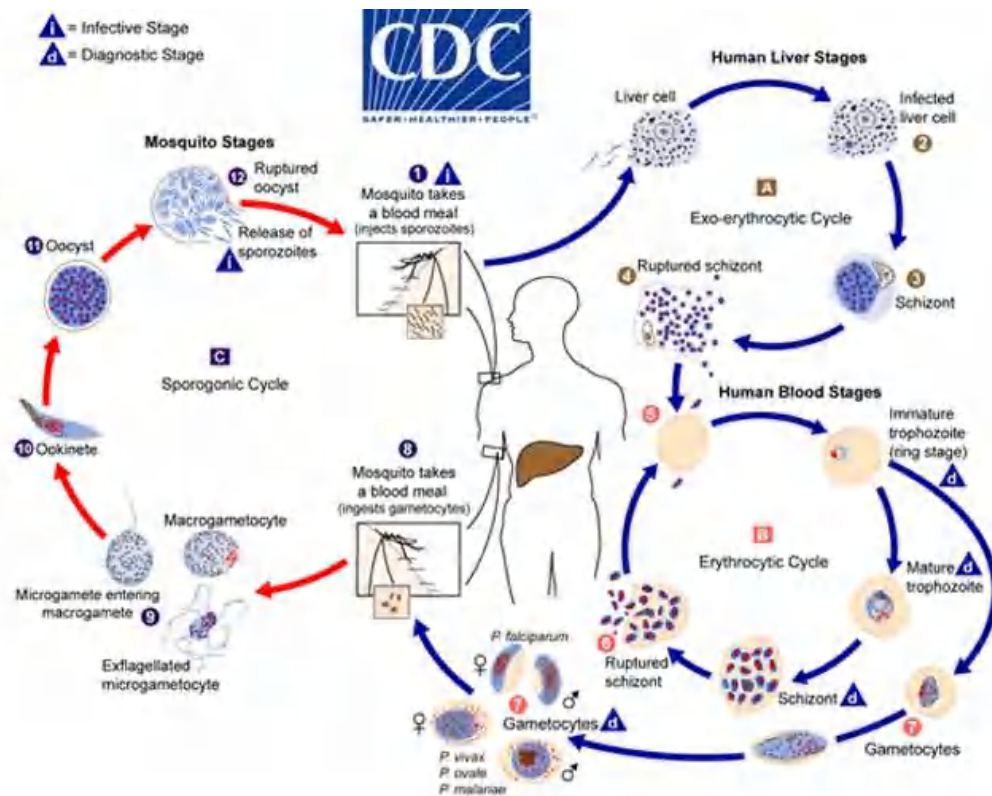


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidup Parasit Malaria

Seperti yang tertera dalam situs WHO, disebutkan malaria adalah penyakit yang dapat mengancam jiwa, disebabkan oleh parasit yang ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang telah terinfeksi. Saat ini dikonfirmasi ada 5 spesies parasit yang menyebabkan malaria pada manusia, dan dua di antaranya, yaitu *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax*, dapat menimbulkan ancaman terbesar (World Health Organization, t.t., 2013b). Parasit malaria dapat ditularkan oleh nyamuk betina yang termasuk dalam genus *Anopheles* (World Health Organization, 2013b).



Gambar 2. 1. Siklus hidup parasit malaria



veb tentang malaria dari Centers for Disease Control and Prevention Centers for Disease Control and Prevention, 2020).

p parasit malaria dibagi menjadi tiga fase yang berbeda, yaitu satu fase nyamuk *Anopheles* betina (siklus *sporogony* yang merupakan siklus

seksual), dan dua fase dalam tubuh inangnya (siklus *schizogony* atau siklus aseksual), dalam hal ini di tubuh manusia, siklus *erythrocytic* dalam sel darah merah manusia dan siklus *exo-erythrocytic* di luar sel darah merah. (Gambar 2.1). Saat nyamuk yang telah terinfeksi *Plasmodium sp.* menggigit tubuh manusia, untuk mempermudah dalam proses menghisap darah, nyamuk akan menyuntikkan air liurnya. Sehingga *sporozoit Plasmodium sp.* yang berada dalam kelenjar ludah nyamuk akan ikut masuk ke dalam aliran darah manusia ①. Dalam tubuh manusia parasit akan tumbuh dan berkembang biak pertama kali di sel hati ② (*exo-erythrocytic cycle* atau skizogoni pra-eritrositik) dan kemudian memperbanyak diri di sel darah merah (*erythrocytic cycle* atau skizogoni eritrositik). Sporozoit yang masuk ke dalam sel hati akan membelah diri menjadi skizon ③. Skizon kemudian pecah dan menghasilkan sekitar empat puluh ribu merozoit ④. Merozoit meninggalkan hati dan masuk ke aliran darah menyerang sel darah merah ⑤. Di dalam sel darah merah terjadi pembentukan cincin di bagian inti, yang kemudian berturut-turut tumbuh menjadi trophozoit dan skizon. Skizon akan runtuh menghasilkan merozoit baru ⑥, dimana saat sel darah merah pecah merozoit akan yang melanjutkan siklus skizogoni eritrositik ⑧ dengan menyerang sel darah merah lainnya. Siklus pada tahapan inilah yang menyebabkan gejala malaria pada manusia.

Persiapan masuk ke tahap siklus sporogonik dimulai ketika terbentuknya bentuk parasit gametosit di dalam darah ⑦, dimana kemudian gametosit terhisap oleh nyamuk *Anopheles* betina. Tidak berapa lama dalam tubuh nyamuk gametosit berubah menjadi makrogamet (gamet betina) dan mikrogamet (gamet jantan). Keduanya mengadakan fertilisasi ⑨ menghasilkan ookinete ⑩ di usus nyamuk. Kemudian ookinete tersebut masuk ke lambung nyamuk dan membentuk ookista ⑪. Ookista yang telah *mature* dapat menghasilkan ribuan sporozoit. Setelah ookista pecah ⑫, sporozoit akan menyebar ke seluruh tubuh nyamuk dimana sebagian akan masuk ke kelenjar ludah, dan siap menginfeksi manusia yang tergigit nyamuk *Anopheles* betina tersebut (kembali ke tahap ①).



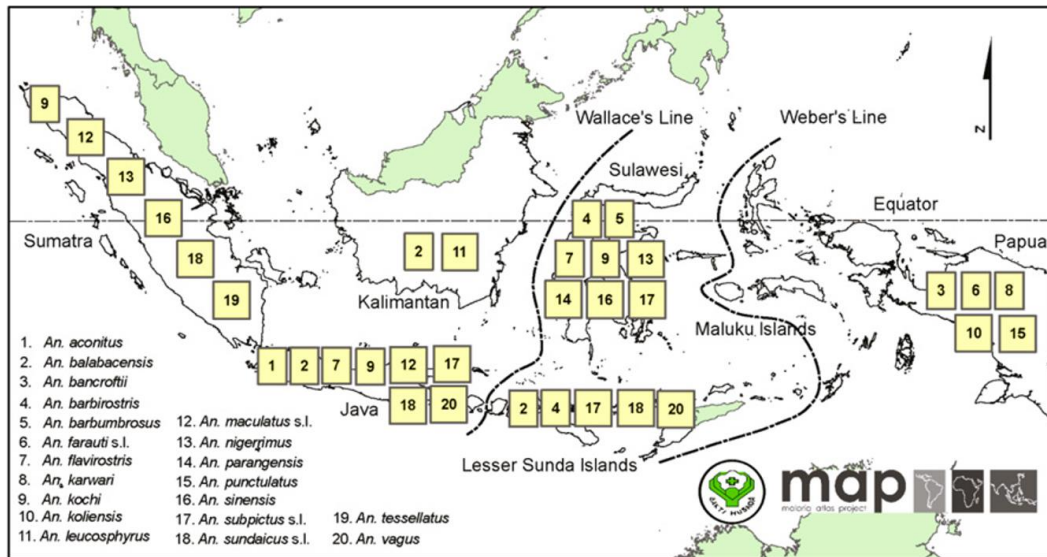
malaria

am biogeografi nyamuk memperlihatkan daerah Asia Tenggara termasuk mempunyai keanekaragaman jenis nyamuk terkaya, dimana Indonesia, Thailand mempunyai jumlah jenis terbanyak. Indonesia dengan keadaan

iklim dan keanekaragaman hayatinya sebagai negara tropis di khatulistiwa sangat cocok untuk berkembang biak nyamuk, termasuk nyamuk *Anopheles*. Berbagai spesies *Anopheles* yang termasuk dalam vektor malaria juga tersebar di seluruh kawasan Indonesia (Foley dkk., 2007; Garrett-Jones & Shidrawi, 1969; Sinka dkk., 2011). Potensi sebaran habitat vektor sangat luas, mulai dari daerah pantai hingga dataran tinggi tergantung karakteristik masing-masing daerah (Elyazar dkk., 2013; Garjito dkk., 2012; Mahdalena & Wurisastuti, 2020; Salim dkk., 2018). Iklim dan keadaan geografis setempat sangat mempengaruhi kepadatan vektor di tiap-tiap habitatnya. seperti misalnya pengaruh curah hujan, suhu dan kelembapan (Elyazar dkk., 2013; Ho dkk., 2005; Tulak dkk., 2018). Selain itu intervensi manusia yang mempengaruhi perubahan lingkungan, termasuk di dalamnya pengalihan lahan hutan dan pemakaian insektisida di berbagai bidang, juga mempengaruhi penyebaran dan perilaku vektor malaria (Ho dkk., 2005).

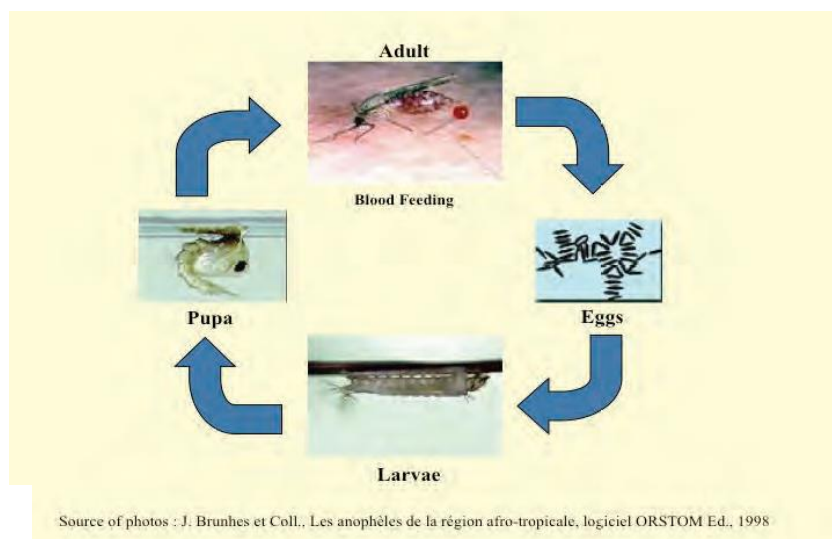
Di seluruh dunia saat ini terdapat kurang lebih 490 spesies dari nyamuk *Anopheles*, termasuk didalamnya spesies sibling. Sekitar 60-70 spesies dapat menularkan malaria dan dari jumlah tersebut sekitar 30 adalah vektor utama. Beberapa *Anopheles* lebih suka menggigit hewan dan jarang sekali menularkan parasit malaria ke manusia. Yang lain tidak hidup cukup lama untuk memungkinkan berkembangnya parasit (World Health Organization, 2013b). Dari data yang dianalisis dari berbagai referensi mengenai vektor malaria di Indonesia, dapat diketahui dari 29 spesies yang terdaftar sebagai vektor, hanya 20 spesies nyamuk *Anopheles* diantaranya terdeteksi terbukti membawa parasit malaria, baik dari keberadaan *oocysts* (ookista) pada usus tengah (*midgut*) dan/atau *sporozoites* pada kelenjar ludah nyamuk. Sedangkan penyebarannya, vektor-vektor yang sudah dikonfirmasi tersebut, tidak merata di seluruh kepulauan nusantara seperti tertera pada Gambar 2.2 (Elyazar dkk., 2013). Dapat diketahui *An. bancroftii*, *An. farauti* (atau *farauti* complex), *An. karwari*, *An. koliensis* dan *An. punctulatus* adalah vektor utama di daerah Papua dan sekitarnya (Elyazar dkk., 2013; Rozi dkk., 2024; Sandy, 2014; St. Laurent dkk., 2016).





Gambar 2. 2. Peta penyebaran vektor malaria utama di kepulauan Indonesia
 Sumber: Peta sebaran vektor primer malaria *Anopheles* di Indonesia (Elyazar dkk., 2013).

Siklus hidup vektor malaria dapat dilihat dari Gambar 2.3, dimana terdapat 4 siklus yang berbeda yaitu telur, larva, pupa dan nyamuk dewasa. Waktu yang diperlukan tiap tahapan siklus tersebut berbeda-beda tergantung kepada suhu dan faktor nutrisi, dimana pada suhu yang lebih tinggi pertumbuhannya relatif dapat lebih cepat (World Health Organization, 2013b).



Siklus hidup nyamuk *Anopheles*



Sumber: Entomologi malaria dan pengendalian vektor (World Health Organization, 2013b)

Nyamuk *Anopheles* betina biasanya kawin hanya sekali seumur hidup dan membutuhkan menghisap darah setelah kawin sebelum telur dapat berkembang. Makanan berupa darah biasanya dihisap setiap 2-3 hari, sebelum kelompok telur berikutnya diletakkan. Sekitar 100–150 telur diletakkan di permukaan air selama oviposisi. Lokasi oviposisi bervariasi dari jejak tapak kaki kecil dan genangan hujan hingga aliran air, rawa, kanal, sungai, kolam, danau, sawah, dan kadang-kadang bahkan air kotor. Setiap spesies nyamuk lebih menyukai tipe habitat tertentu untuk oviposisi. Di bawah kondisi yang paling menguntungkan di daerah tropis, umur rata-rata nyamuk *Anopheles* betina adalah 3-4 minggu. Nyamuk betina terus bertelur sepanjang hidup dan sebagian besar akan bertelur 1 hingga 3 kali, meskipun beberapa spesies mungkin dapat bertelur sebanyak 7 kali.

Larva *Anopheles* menetas dari telur setelah 1-2 hari dan umumnya mengapung di bawah dan sejajar dengan permukaan air, di mana larva menghirup udara. Larva makan dengan menyaring partikel makanan dari air. Ketika terganggu, larva dengan cepat berenang ke bawah tetapi segera perlu kembali ke permukaan untuk bernapas. Ada empat tahap larva atau instar. Larva kecil yang keluar dari telur disebut instar pertama. Setelah 1-2 hari larva berganti kulit dan menjadi instar kedua, diikuti oleh instar ketiga dan keempat dengan interval masing-masing sekitar dua hari. Larva tetap berada di tahap instar keempat selama 3-4 hari lagi sebelum berubah menjadi pupa. Total waktu yang dihabiskan dalam tahap larva umumnya 8-10 hari pada suhu air iklim tropis normal. Pada suhu yang lebih rendah, tahap akuatik membutuhkan waktu lebih lama untuk berkembang.

Pupa mengalami transformasi besar, dari hidup di air menjadi nyamuk dewasa yang dapat terbang. Pupa berbentuk seperti bentuk koma, tetap di bawah permukaan dan berenang ke bawah ketika terganggu. Pupa tidak makan, dan di tahap ini berlangsung dimana setelah itu kulitnya akan membelah. Nyamuk dewasa kemudian istirahat sementara di permukaan air sampai terbang.



• terjadi segera setelah nyamuk dewasa muncul dari pupa. Nyamuk kawin hanya sekali karena sperma cukup diterima dari perkawinan

tunggal untuk semua kelompok telur berikutnya. Biasanya betina mengambil makan darah pertama hanya setelah kawin, tetapi kadang-kadang makan darah pertama diambil oleh betina perawan muda. Kelompok pertama telur berkembang setelah satu atau dua kali makan darah (tergantung pada spesiesnya) sementara kelompok berikutnya biasanya hanya membutuhkan satu kali makan darah.

Kebiasaan makan dan istirahat nyamuk sangat penting dalam program pengendalian vektor dan harus dipahami dengan baik. Kebanyakan nyamuk *Anopheles* menggigit pada malam hari. Beberapa menggigit sesaat setelah matahari terbenam sementara yang lain menggigit kemudian, sekitar tengah malam atau dini hari. Beberapa nyamuk lebih suka memasuki rumah untuk menggigit dan digambarkan sebagai endofagik; yang lain menggigit sebagian besar di luar ruangan dan disebut eksofagik. Setelah makan darah nyamuk biasanya beristirahat untuk waktu yang singkat. Nyamuk yang masuk ke dalam rumah biasanya beristirahat di dinding, di bawah perabotan atau pada pakaian yang tergantung di dalam rumah dan dikatakan bersifat endofilik. Nyamuk yang menggigit di luar ruangan biasanya beristirahat di tanaman, di lubang, di pohon atau di tanah atau di tempat gelap yang sejuk dan disebut eksofilik. Preferensi host/inang berbeda untuk spesies nyamuk yang berbeda. Beberapa nyamuk lebih suka mengambil darah dari manusia daripada hewan dan digambarkan sebagai antropofagik sementara yang lain hanya mengambil darah hewan dan dikenal sebagai zoofagik. Mereka yang lebih suka mengambil darah manusia adalah yang paling berbahaya karena mereka dapat menularkan infeksi pada populasi manusia (World Health Organization, 2013b).

2.3 Strategi Pengendalian Vektor malaria

Seperti yang telah dicanangkan oleh the World Health Organization (WHO) dalam Global Strategi Teknis 2016-2030 terdapat lima inti elemen pengendalian vektor untuk mempercepat kemajuan eliminasi malaria (WHO, 2021), yaitu

1. maksimalkan dampak pengendalian vektor,
2. pertahankan surveilans entomologi yang memadai dan pemantauan,



nsi dan residu insektisida penularan,

sitas untuk vektor berbasis bukti kontrol, dan

in pengendalian vektor malaria dalam konteks manajemen vektor

Pada tahun 2007 organisasi *the Malaria Elimination Initiative* (MEI) (<http://www.shrinkingthemalariamap.org>) dibentuk, bekerja bersama-sama dengan negara-negara endemik malaria, dan bertujuan untuk memberikan masukan mengenai kebijakan dan praktik dalam pemberantasan malaria. Salah satu alat pendukung keputusan operasional yang dirancang untuk membantu program malaria dalam merencanakan kegiatan surveilans entomologi, menginterpretasikan data entomologi, dan memandu pengambilan keputusan pengendalian vektor terprogram, adalah *Entomological surveillance planning tool* (ESPT). Surveilans entomologi adalah pengumpulan data entomologi dalam ruang dan waktu. Dalam konteks surveilans nyamuk, surveilans entomologi sangat penting untuk memahami spesies vektor, dinamika populasi spesifik, dan sifat perilaku yang mempengaruhi transmisi penyakit dan efektivitas intervensi dari waktu ke waktu (Malaria Elimination Initiative, 2020).

Dalam penerapan tools seperti ESPT tersebut, pemakaiannya dimulai dari pertanyaan tentang permasalahan yang terjadi dalam pengendalian vektor yang akan atau sedang dilaksanakan, misalnya seperti apa yang mendorong peningkatan penularan malaria di area tertentu? Atau apakah vektor lokal masih rentan terhadap insektisida yang saat ini digunakan untuk penyemprotan residu dalam rumah (IRS) di area tertentu? Beberapa pertanyaan harus dijawab dengan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu menggunakan survei dasar atau survei rutin, sementara pertanyaan lain dapat dijawab dengan survei spot terikat waktu yang menargetkan area tertentu dengan pertanyaan tertentu. Beberapa pertanyaan mungkin spesifik untuk fokus penularan, sementara yang lain mungkin paling baik dijawab dengan data yang dikumpulkan di seluruh rangkaian perwakilan lokasi sentinel (Malaria Elimination Initiative, 2020)akila(Malaria Elimination Initiative, 2020). Disini dapat dipahami bagaimana pentingnya data entomologi lapangan dalam penerapan pengendalian vektor baik dalam memulai intervensi yang tepat ataupun untuk menanggulangi permasalahan yang muncul.



2.4 Celah perlindungan gigitan nyamuk (*gaps in protection*)

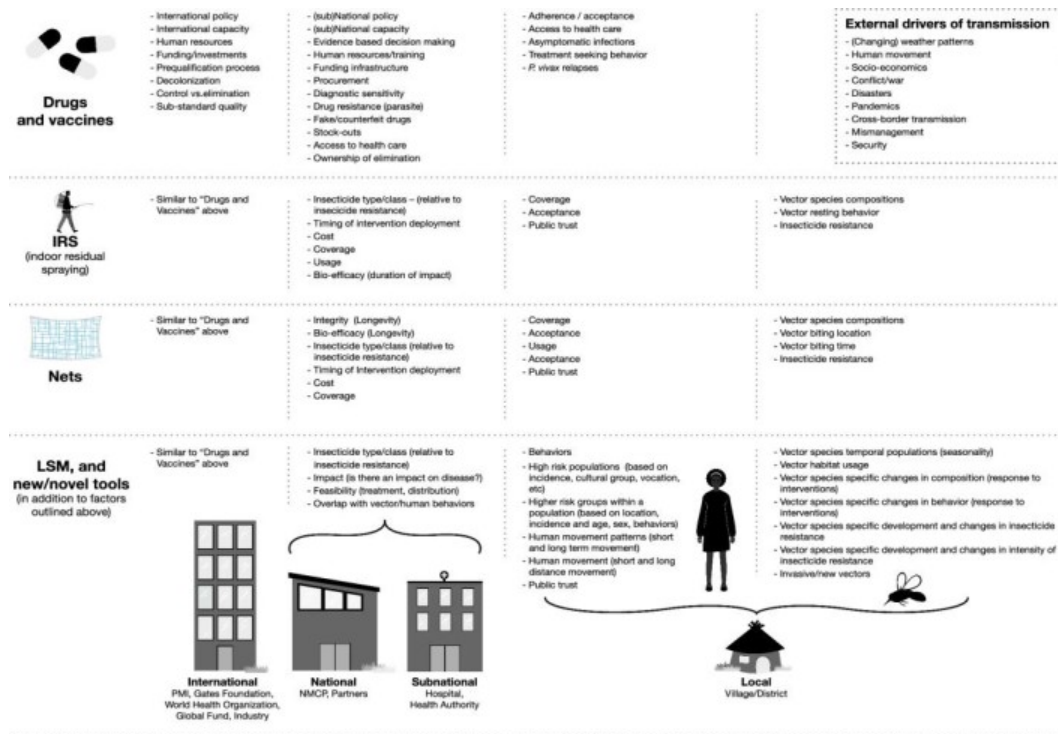
Menurut Paajimans dan Lobo (Paajimans & Lobo, 2023), celah perlindungan terhadap intervensi pengendalian malaria dapat digambarkan dengan situasi seperti berikut ini,

- keadaan dimana suatu infeksi malaria terhadap individu belum berakhir dan
- bila terdapat individu atau/dan rumah tangga dimana secara potensial terpapar terhadap infeksi malaria (dari gigitan nyamuk yang menular) dikarenakan kurangnya intervensi perlindungan/pencegahan yang efektif dan/atau yang memadai.

Definisi ini untuk menggambarkan permasalahan dalam penularan malaria dengan fokus pada “celah perlindungan” yang menjadi penyebabnya, dan fokus untuk mendapatkan solusinya. Menguraikan, mendefinisikan, dan mengukur celah perlindungan untuk sistem tertentu sangat penting untuk memahami apa yang perlu dilakukan, membedakan apa yang dapat dilakukan versus apa yang tidak dapat ditangani pada saat itu, bersama dengan menggambarkan kapasitas teknis dan finansial yang diperlukan (Paajimans & Lobo, 2023).

Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4 celah perlindungan yang dapat menghambat upaya pengendalian dan pemberantasan malaria dapat berupa (atau kombinasi), ① intervensi yang kurang optimal terhadap akses, cakupan, kualitas, penerimaan, dan/atau penggunaannya, ② resistensi obat malaria, ③ resistensi terhadap insektisida, ④ perilaku vektor dan manusia yang dapat menurunkan efektivitas intervensi, ⑤ kurangnya, akses terbatas, dan/atau kemauan untuk menggunakan sistem perawatan kesehatan, ⑥ sensitivitas diagnostik seperti dalam masalah mutasi pada *hrp2/3*, ⑦ kebijakan (inter)nasional, ⑧ jalur penelitian dan pengembangan, dan ⑨ faktor eksternal seperti bencana alam dan zona konflik (Paajimans & Lobo, 2023).

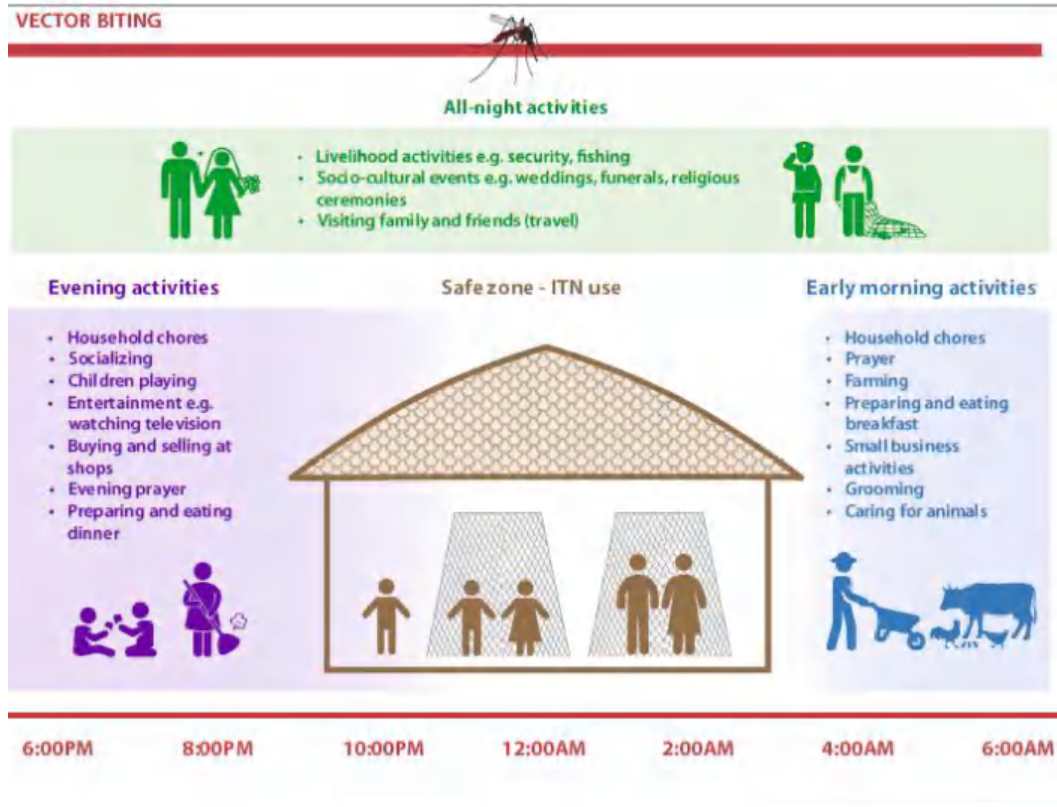




Gambar 2. 4. Potensi celah perlindungan yang dapat menghambat upaya pengendalian dan pemberantasan malaria antar mitra, intervensi dan wilayah geografis
Sumber: Potensi kesenjangan dalam perlindungan antar mitra, intervensi dan wilayah geografis (Paaijmans & Lobo, 2023)

Ilustrasi pada Gambar 2.5 menggambarkan celah perlindungan terhadap paparan gigitan vektor malaria selama aktivitas rutin di dalam dan sekitar rumah pada malam hari (ditunjukkan aktivitas vektor dimulai dari pukul 18.00 sampai dengan 06.00), seperti saat melakukan pekerjaan rumah tangga dan bersosialisasi, atau terjadi di luar rumah seperti bertani atau mengambil kayu bakar atau air di pagi subuh. Celah perlindungan dapat terjadi selama acara sosial besar, seperti pernikahan atau pemakaman yang berlangsung sepanjang malam (Monroe dkk., 2019, 2021).





Gambar 2. 5. Ilustrasi aktivitas malam hari yang umum dilakukan saat vektor malaria lokal aktif

Sumber: Ilustrasi aktivitas malam hari yang umum dilakukan saat vektor malaria lokal aktif, termasuk aktivitas rutin di malam hari dan dini hari serta aktivitas mencari nafkah dan acara khusus yang dapat berlangsung sepanjang malam (Monroe dkk., 2019, 2021).



2.5 Kerangka Teori

Hal-hal yang mempengaruhi dinamika tinggi rendahnya kasus malaria di suatu daerah dapat dikelompokkan berdasarkan 3 komponen utamanya, yaitu host/inang (manusia), vektor (*Anopheles sp.*), dan parasit (*Plasmodium sp.*), ditambah dengan komponen yang secara tidak langsung berhubungan yaitu lingkungan/iklim (Baird dkk., 2002), serta dapat dimasukkan juga kebijakan/program pemberantasan dan pencegahan penularan malaria yang diterapkan (lihat Gambar 2.6).



Gambar 2. 6. Kerangka teori

Bila dalam penjelasan mengenai celah perlindungan, secara langsung ditentukan permasalahan yang menjadi penyebab keberadaan penularan malaria, dan fokus untuk mendapatkan solusinya, pada kerangka teori dijelaskan dinamika tinggi rendahnya kasus pada suatu tempat dipengaruhi oleh tiga komponen utamanya dan dua komponen lain yang tidak berhubungan secara langsung. Masing-masing komponen mempunyai permasalahannya sendiri, dimana setiap permasalahan dapat berkontribusi meningkatkan atau mengurangi risiko terhadap terjadinya penularan malaria. Pada



antumkan beberapa contoh permasalahan di tiap komponen-komponen berpengaruh.

eliminasi malaria yang diterapkan hanya berpengaruh terhadap komponen sit, yaitu diagnosis dini dengan pengobatan yang cepat dan tepat yang

berpengaruh pada komponen parasit, serta surveilans dan pengendalian vektor dengan ITNs/LLINs, IRS dan LSM yang berpengaruh pada komponen vektor. Sedangkan permasalahan yang berada di komponen *host* (inang atau manusia) saat ini belum banyak mendapat perhatian dalam program eliminasi malaria. Penelitian ini, yang berdasarkan pada kajian penilaian entomologi secara cepat, mengidentifikasi celah perlindungan khususnya pada penerapan intervensi pengendalian vektor dan permasalahan yang substansial pada komponen inang. Strategi yang diterapkan dalam penilaian entomologi secara cepat menargetkan observasi dan wawancara untuk menggali permasalahan dalam komponen inang, dan surveilans entomologi untuk mengkarakterisasi aspek-aspek entomologis dalam komponen vektor. Sedangkan untuk komponen parasit secara langsung penelitian ini tidak menggali permasalahan dalam intervensi diagnosis dini dengan pengobatan yang cepat dan tepat. Namun sebagai keluaran penelitian berupa peta risiko penularan malaria yang berdasarkan data entomologi dan hasil wawancara/observasi yang ada, akan membantu penentuan strategi dalam kegiatan surveilans malaria secara aktif seperti kegiatan *mass blood survey* (MBS) ataupun pengecekan surveilans aktif di sekitar tempat tinggal penderita positif malaria misalnya.



2.6 Kerangka Konsep

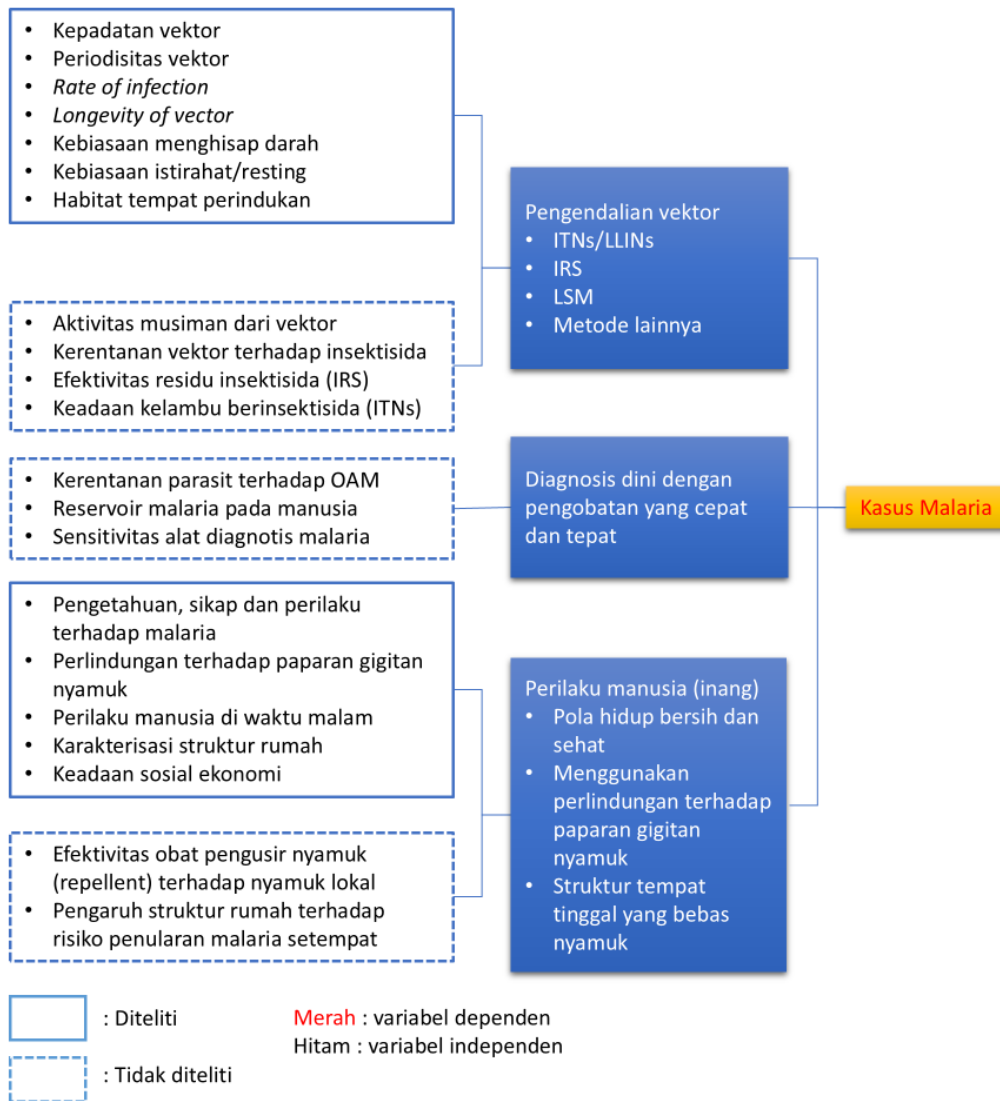
Dalam penelitian ini, baik pada penelitian pendahuluan maupun penelitian lanjutan, tidak semua variabel atau faktor yang mempengaruhi kasus atau kejadian malaria diteliti sebagai variabel independen. Gambar 2.7 menunjukkan kerangka konsep, dimana variabel yang tidak diteliti berada dalam kotak terputus-putus, sedangkan variabel dalam penelitian berada dalam kotak yang utuh. Variabel dependen ditulis dalam warna merah, sedangkan variabel independen dalam warna hitam.

Metode penelitian yang digunakan dalam penilaian entomologis secara cepat berbasis vektor malaria adalah surveilans vektor, yang bertujuan untuk mengetahui karakterisasi keanekaragaman dan bionomik vektor malaria, serta karakterisasi tipe dan distribusi habitat larva *Anopheles*. Pengambilan data lain untuk penunjang data entomologi lapangan yang dilakukan adalah observasi karakterisasi perilaku manusia pada malam hari dan survei rumah tangga. Data lain yang turut menunjang adalah kasus malaria dari puskesmas setempat, data pengendalian vektor yang telah dan sedang dilakukan, serta data mengenai resistensi insektisida di daerah tersebut.

Keterbatasan dalam penelitian ini yang merupakan survei potong lintang, dimana kegiatan pengambilan sampel dan data dilakukan dalam waktu singkat, menyebabkan kemungkinan terjadinya perbedaan dalam fakta data lapangan yang diperoleh. Pelaksanaan surveilans entomologi secara rutin bulanan sepanjang tahun akan menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang vektor dan perilaku manusia di berbagai musim dan variasi aktivitas manusia. Selain itu, data yang dikumpulkan dari lokasi sentinel terpilih mungkin tidak sepenuhnya mewakili keseluruhan kabupaten, sehingga berpotensi memengaruhi generalisasi temuan.



Variabel penelitian



Gambar 2. 7. Kerangka konsep



2.7. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Penularan malaria masih terjadi di Kabupaten Keerom, Papua, meskipun upaya intervensi pengendalian vektor malaria (khususnya ITNs dan IRS) telah dilakukan di semua tempat.
2. Terdapat celah perlindungan gigitan nyamuk *Anopheles* di dalam rumah, di luar perlindungan yang diberikan oleh ITNs.
3. Ada risiko penularan malaria yang tinggi di luar rumah (*outdoor transmission*)
4. Perilaku manusia beraktivitas di luar rumah pada malam hari mendukung penularan malaria di luar rumah.





Optimized using
trial version
www.balesio.com