

Book Chapter Health Science Series



Chapter 2 Pengendalian Vektor



Penerbit



HS Udinus

Health Sains Udinus



Book Chapter Health Series – Chapter 2

Pengendalian Vektor

Editor

Suharyo, M.Kes

Reviewer

Dr. Nurjanah, M.Kes

Dr. Eti Rimawati, M.Kes

Dr. dr. Zaenal Sugiyanto, M.Kes

Dr. Adian Khoironi ST, M.Si

Dr. Poerna Sri Oetari, S.Si, M.Si.Ling

Dr. Eni Mahawati, M.Kes

Dr. Drs. Slamet Isworo, M.Kes

Dr. MG Catur Yuantari, SKM, M.Kes

Dr. Supriyono Asfawi S.E, M.Kes

Dr. Respati Wulandari, M.Kes

Desain Sampul

Puput Nur Fajri, S.KM

Tata Letak

Puput Nur Fajri, S.KM

IT

Oki Setiono, M.Kom

Publikasi

Syifa Sofia Wibowo, M.Tr.Keb

Penerbit Health Science UDINUS

Universitas Dian Nuswantoro Jl. Nakula 1/5-11 Gedung D lantai 1 Semarang

Cetakan Pertama, 2026

ISSN 2964-5840

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

PRAKATA

Dalam rangka pelaksanaan kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka kegiatan menulis buku merupakan salah satu indikator penting, terutama dalam bidang penelitian. Penulisan buku juga merupakan salah satu wujud penyebaran informasi kepada masyarakat di lingkungan akademik, maupun di masyarakat luas. Untuk itu, kami sebagai bagian dari komunitas akademik menghadirkan book chapter sebagai wujud pelaksanaan dari Tri Dharma Perguruan Tinggi.

“Bookchapter Health Science Series“ Chapter 2 ini terdiri dari 12 BAB, yang masing-masing ditulis oleh kelompok peneliti yang mempunyai latar belakang di bidang kesehatan atau ilmu-ilmu yang berkaitan. Penulis menyadari book chapter ini masih belum sempurna, sehingga penulis menerima saran yang membangun. Semoga bookchapterini bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Januari 2026

Tim Editor

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN IDENTITAS BUKU	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
CHAPTER II	
Pendekatan Ekologis Dalam Pengendalian Vektor: Strategi Pengelolaan Lingkungan Untuk Mencapai Kesehatan Berkelanjutan	1
Efektivitas Pengendalian Vektor Aedes Aegypti Secara Kimiawi Di Indonesia	23
Pengendalian Vektor Aedes Aegypti Berbasis Lingkungan, Biologis, Dan Teknologi Modern Di Indonesia	38
Pengendalian Vektor Secara Hayati; Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	60
Pengendalian Vektor Termit (Rayap) : Kajian Komprehensif Klasifikasi, Morfologi, dan Strategi Pengendalian Berkelanjutan	78
Pengendalian Vektor Terpadu ; Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	95
Pengendalian Vektor Nyamuk Anopheles Secara Hayati: Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	106
Konsep Dasar Vektor Pada Penularan Demam Berdarah Dengue : Terminologi, Teori, dan Strategi Pengendalian	125
Tinjauan Literatur Poliester Violet Sebagai Teknologi Perangkap Visual Multi Spesies dan Potensinya Dalam Pengendalian Hama Lalat Terpadu	136
Pengendalian Vektor Secara Genetik; Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	146
Pengendalian Vektor Kecoa: Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	167
Pengendalian Vektor Pinjal Dan Kutu Secara Hayati; Terminologi, Teori, Dan Aplikasinya	186

PENGENDALIAN VEKTOR *Aedes aegypti* BERBASIS LINGKUNGAN, BIOLOGIS, DAN TEKNOLOGI MODERN DI INDONESIA

¹⁾Hani Fadhila Raihan

²⁾Suharyo

^{1,2)}Faculty of Health Science Universitas Dian Nuswantoro

Corresponding author: Hani Fadhila Raihan

Email: 411202404241@mhs.dinus.ac.id

ABSTRAK

Aedes aegypti merupakan vektor utama penular penyakit dengue, chikungunya, zika, dan demam kuning, dan keberadaannya menjadi tantangan kesehatan masyarakat terutama di wilayah tropis seperti Indonesia. Lingkungan yang mendukung perkembangbiakan nyamuk, resistensi terhadap insektisida, serta tingginya mobilitas penduduk berkontribusi pada meningkatnya risiko penularan penyakit. Jumlah kasus demam berdarah di beberapa daerah menunjukkan bahwa upaya pengendalian vektor masih perlu diperkuat. Pengendalian *Aedes aegypti* dilakukan melalui berbagai metode, meliputi pendekatan fisik-mekanis, kimiawi, biologis, hingga manajemen lingkungan. Pemerintah Indonesia juga menerapkan sejumlah kebijakan seperti PSN 3M Plus, penggunaan teknologi Wolbachia, *Lethal Ovitrap* (LO), larvasida nabati, hingga teknik pejantan mandul (SIT). Selain itu, pengendalian terpadu berbasis masyarakat dan surveilans jentik merupakan kunci dalam menekan perkembangan vektor pada semua stadium hidupnya. Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki ciri biologis dan perilaku yang mendukung kapasitasnya sebagai vektor yang efisien, sehingga pemahaman mengenai siklus hidup, habitat, dan karakteristik biologinya sangat penting dalam menentukan strategi pengendalian yang efektif dan berkelanjutan. Upaya pengendalian yang terintegrasi diharapkan mampu menekan populasi vektor, memutus rantai penularan, serta mengurangi beban penyakit demam berdarah di Indonesia.

Kata kunci : *Aedes aegypti*, pengendalian vektor, demam berdarah dengue, 3M

Januari 2026

ABSTRACT

Aedes aegypti is the primary vector responsible for transmitting dengue, chikungunya, Zika, and yellow fever viruses, posing a significant public health challenge in tropical regions such as Indonesia. Favorable environmental conditions, insecticide resistance, and high population density contribute to the continued spread of vector-borne diseases. Reported dengue cases indicate that vector control efforts require continuous strengthening and community involvement. Various approaches are implemented to reduce *Aedes aegypti* populations, including physical–mechanical control, chemical control, biological agents, and environmental management. The Indonesian government has introduced several strategies, such as the PSN 3M Plus program, Wolbachia technology, Lethal Ovitrap (LO), plant-based larvicides, and the Sterile Insect Technique (SIT). Integrated vector management that combines multiple methods and engages the community is essential to interrupt disease transmission. *Aedes aegypti*’s biological characteristics—its preference for human environments, daytime biting habits, and rapid life cycle—enhance its effectiveness as a vector. Understanding these traits is crucial to developing sustainable and effective vector-control programs. Integrated and continuous vector management is expected to reduce mosquito populations, disrupt transmission pathways, and lessen the burden of dengue in Indonesia.

Keywords : *Aedes aegypti, vector control, dengue fever, 3M Plus, Wolbachia, Lethal Ovitrap, botanical larvicides, SIT*

A. PENDAHULUAN

Vektor merupakan jenis artropoda yang berfungsi sebagai perantara dalam penularan penyakit. Di antara berbagai jenis artropoda, nyamuk menjadi vektor yang paling berperan penting. Sebagai negara beriklim tropis, Indonesia memiliki kondisi lingkungan yang sangat mendukung bagi perkembangan berbagai spesies nyamuk. Tercatat lebih dari 450 jenis nyamuk di Indonesia yang berpotensi menjadi pembawa berbagai penyakit seperti Demam Berdarah Dengue (DBD), malaria, chikungunya, *Japanese*

Encephalitis (JE), serta filariasis limfatik. Dari jumlah tersebut, sekitar 25 spesies diketahui berperan sebagai vektor penyakit malaria. Penyakit Dengue disebabkan oleh infeksi virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, sedangkan penyakit chikungunya ditularkan oleh virus chikungunya melalui nyamuk dari genus *Aedes* (Purwatiningsih *et al.*, 2021). Gigitan nyamuk *Aedes aegypti* merupakan sumber penyakit demam berdarah (DBD). *Aedes aegypti* dapat berkembang biak dengan mudah karena lebih menyukai lingkungan yang kurang terawat, seperti area permukiman yang memiliki banyak genangan air dan minim paparan sinar matahari. (Febrian and Sukendra, 2024). Khususnya di negara-negara tropis, demam berdarah masih menjadi masalah kesehatan. Menurut WHO, jumlah kasus DBD di Amerika turun 73% pada tahun 2017 dari 2.177.171 pada tahun 2016 menjadi 584.263 kasus. Selain itu, ada lebih banyak kasus yang dilaporkan di Panama, Peru, dan Aruba pada tahun 2017 (Sutriyawan, 2021).

Nyamuk *Aedes aegypti* adalah vektor utama yang menularkan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di banyak negara, termasuk Indonesia. Pada tahun 2019, Provinsi Jawa Tengah melaporkan 9.007 kasus baru Demam Berdarah Dengue (DBD) dengan angka kejadian 25,9 per 100.000 penduduk serta tingkat kematian mencapai 1,5% (Prabowo, Tri Lutiarsi and Wibowo, 2019). Tingkat keberadaan dan kepadatan populasi *Aedes aegypti* memiliki hubungan erat dengan penularan, tingkat endemisitas, serta munculnya Kejadian Luar Biasa (KLB) DBD. Oleh karena itu, pengendalian vektor menjadi langkah penting tidak hanya untuk memutus rantai penularan, tetapi juga sebagai bagian dari upaya penanggulangan kasus. Pemerintah bersama masyarakat telah melakukan berbagai bentuk pengendalian vektor, salah satunya melalui kegiatan penyemprotan atau pengasapan (fogging) menggunakan insektisida berbahan aktif golongan piretroid (Rachim, Sahariyani and Nisa, 2022).

Aedes aegypti merupakan salah satu spesies nyamuk utama yang berperan sebagai pembawa virus arbovirus, seperti dengue (DENV), zika (ZIKV), chikungunya (CHIKV), dan demam kuning (YFV). Nyamuk ini terutama beradaptasi dengan lingkungan perumahan manusia, bertelur di genangan air kecil di sekitar rumah, agresif menggigit pada siang hari dan

sering ditemukan di area urban dan semi-urban (Souza-Neto, Powell and Bonizzoni, 2019). *Aedes aegypti* lebih memilih genangan air di dalam wadah atau kontainer dibandingkan genangan air di permukaan tanah. Tempat-tempat yang berpotensi menjadi lokasi perkembangbiakannya antara lain berbagai penampungan air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, seperti drum, bak mandi, tempayan, ember, dan wadah serupa lainnya. Selain itu, terdapat pula tempat-tempat lain di luar TPA yang berpotensi menjadi tempat berkembangnya nyamuk, seperti vas bunga, pot tanaman hias, ban bekas, serta kaleng atau botol bekas. Nyamuk umumnya lebih menyukai tempat yang berwarna gelap, memiliki permukaan luas, dan terlindung dari paparan sinar matahari langsung sebagai lokasi reproduksi (Suhartati *et al.*, 2020).

Pengendalian vektor *Aedes aegypti* sangat penting karena tingginya beban penyakit demam dengue yang sering dijumpai di negara-negara dengan iklim tropis maupun subtropis. Strategi pengendalian harus mempertimbangkan biologi vektor, kebiasaan bertelur, dan resistensi terhadap insektisida. Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki karakteristik khusus yang memudahkannya menjadi vektor penyakit :

1. Ia beradaptasi sangat baik dengan lingkungan manusia, memanfaatkan tempat-tempat perindukan (breeding sites) yang dekat dengan permukiman manusia (wadah kecil penampung air, kaleng bekas, pot bunga, ban bekas, dll.).
2. Ia memiliki kecenderungan antropofilik (memilih manusia sebagai sumber darah) dan aktivitas menghisap darah yang biasanya terjadi di siang hari (Egid *et al.*, 2022).
3. Siklus hidupnya yang cepat dan kapasitas reproduksi tinggi memungkinkannya mempertahankan populasi meskipun upaya pengendalian dilakukan (Facchinelli, Badolo and McCall, 2023).
4. Beberapa populasi *Aedes aegypti* menunjukkan resistensi terhadap insektisida yang banyak digunakan secara luas, yang menimbulkan tantangan dalam efektivitas pengendalian kimia.

Oleh karena itu, pengendalian vektor bukan hanya tentang membunuh nyamuk dewasa, tetapi juga meliputi strategi terpadu untuk menekan populasi nyamuk pada berbagai stadium kehidupan (telur, larva, pupa, dewasa) dan

memutus rantai penularan virus.

Dari berbagai penelitian dan kebijakan di Indonesia, tujuan pengendalian vektor *Aedes Aegypti* antara lain:

1. Mengurangi habitat perkembangbiakan, misalnya menghapus atau mengelola tempat penampungan air yang bisa menjadi berkembangnya jentik nyamuk (Onasis *et al.*, 2023).
2. Menurunkan kepadatan vektor (jumlah nyamuk dewasa dan jentik) dengan cara pengasapan (fogging), penyemprotan insektisida, penggunaan larvasida, kontrol biologis seperti predator ikan atau agen hayati.
3. Memutus siklus penularan penyakit karena *Aedes aegypti* adalah pembawa virus dengue dengan tujuan menghindari timbulnya penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dengan mengurangi kontak manusia terhadap nyamuk serta menghalau transmisi.
4. Menghemat biaya dan sumber daya kesehatan/public health. Pengendalian vektor yang efektif dapat mengurangi beban kasus sakit, rawat inap, kematian, dan biaya pengobatan. Mencegah lebih baik daripada mengobati. (Walau tidak semua artikel menyebutkan secara eksplisit “biaya”, tapi ini implikasi umum dari pengendalian vektor.)
5. Meminimalkan dampak negatif penggunaan insektisida sintetik. Penggunaan terus menerus insektisida kimia menyebabkan resistensi dan efek samping terhadap kesehatan manusia/lingkungan. Tujuannya agar metode pengendalian lebih aman, lebih berkelanjutan.
6. Meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat. Agar masyarakat ikut dalam tindakan pencegahan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN), pengelolaan lingkungan, kebersihan individu, rumah tangga.

Pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* tidak bisa dilakukan dengan satu metode tunggal. Pendekatan terpadu (integrated vector management, IVM) diperlukan agar kombinasi metode dapat saling mendukung dan mengatasi kelemahan masing-masing (Lepore *et al.*, 2025).

B. CIRI – CIRI NYAMUK

Aedes aegypti

Aedes aegypti adalah nyamuk yang berperan dalam penularan virus

Dengue, penyebab penyakit demam berdarah dan masih menjadi vektor utama penyakit tersebut. Selain itu, nyamuk ini juga dapat membawa virus Chikungunya, Zika, serta demam kuning. Persebarannya sangat luas dan mencakup hampir seluruh wilayah beriklim tropis di dunia. (Selian, 2024).

Klasifikasi Nyamuk *Aedes Aegypti* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Arthropoda</i>
Kelas	: <i>Insecta</i>
Ordo	: <i>Diptera</i>
Famili	: <i>Culicidae</i>
Subfamili	: <i>Culicinae</i>
Genus	: <i>Aedes</i>
Spesies	: <i>Aedes Aegypti</i> dan <i>Aedes albopictus</i>

Ciri-ciri nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut:

1. Memiliki warna hitam dengan corak belang putih pada bagian kaki serta tubuhnya
2. Dapat hidup di dalam maupun di luar ruangan, termasuk di tempat umum seperti sekolah, perkantoran, tempat ibadah.
3. Mampu terbang hingga jarak sekitar 100 meter.
4. Hanya nyamuk betina yang menggigit manusia untuk menghisap darah, biasanya pada pagi dan sore setiap dua hari sekali. Darah tersebut digunakan sebagai sumber protein untuk mematangkan telur. Setelah selesai menggigit, nyamuk betina akan mencari tempat untuk beristirahat.
5. Nyamuk jantan hanya memakan nektar bunga atau cairan tumbuhan yang mengandung gula.
6. Rata-rata usia nyamuk *Aedes aegypti* sekitar dua minggu, namun sebagian dapat hidup hingga 2–3 bulan.

Nyamuk ini menyukai tempat untuk hinggap seperti pakaian yang tergantung, kelambu, tanaman di sekitar tempat berkembang biak, serta ruangan yang gelap dan lembab. Setelah beristirahat, nyamuk betina akan meletakkan telurnya di dinding wadah berisi air seperti bak mandi, tempayan,

drum, kaleng bekas, atau ban bekas. Telur biasanya diletakkan sedikit berada di atas permukaan air, dan setelah itu nyamuk akan kembali menghisap darah untuk siklus berikutnya (Subuh, 2016)

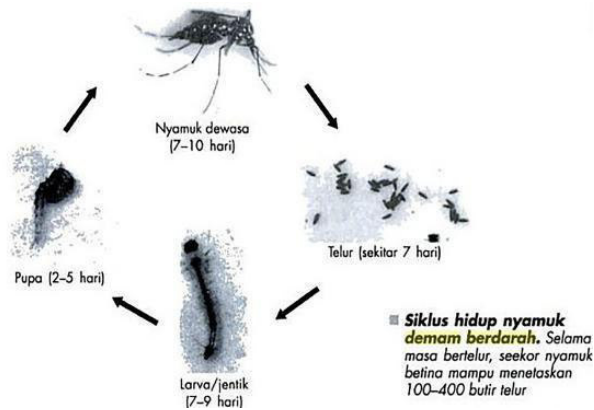


Gambar 1. Nyamuk *Aedes aegypti*
<https://share.google/Lfyl2crOHeFw8ildK>

C. SIKLUS HIDUP NYAMUK

Aedes aegypti

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna, yang terdiri dari tahap telur, jentik (larva), pupa, dan nyamuk dewasa. Ketiga tahap awal telur, jentik, dan pupa hidup di dalam air. Telur nyamuk biasanya menetas menjadi jentik dalam waktu sekitar dua hari setelah terendam air. Tahap jentik berlangsung selama 6–8 hari, kemudian berlanjut ke tahap pupa selama 2–4 hari, hingga akhirnya berkembang menjadi nyamuk dewasa dalam waktu sekitar 9–10 hari sejak tahap awal. Nyamuk betina memiliki umur yang relatif panjang, yaitu dapat hidup antara 2 hingga 3 bulan. (Kemenkes, 2017)



Gambar 2. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*
<https://share.google/49oGLh0FHtFxybqJw>

D. JENIS PENGENDALIAN

Aedes aegypti

Menurut Permenkes RI Nomor 50 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan serta persyaratan bagi vektor dan hewan pembawa penyakit, pengendalian vektor adalah rangkaian upaya yang dilakukan untuk menurunkan jumlah vektor hingga tingkat yang tidak menimbulkan risiko penularan penyakit, atau mencegah terjadinya kontak antara masyarakat dengan vektor sehingga penyebaran penyakit dapat dicegah.

Peraturan tersebut memuat beberapa metode pengendalian vektor nyamuk, yaitu pengendalian secara fisik dan mekanis, pengendalian dengan agen hayati, serta pengendalian menggunakan bahan kimia. (Nurbaya and Maharani, 2022) :

1. Metode Pengendalian Secara Fisik dan Mekanik

Metode ini dilakukan dengan cara mencegah, mengurangi, atau menghilangkan tempat berkembangbiak dan populasi vektor melalui berbagai tindakan fisik maupun mekanis. Beberapa bentuk penerapannya meliputi:

- a. Melakukan perubahan dan penyesuaian pada lingkungan tempat perkembangbiakan, seperti upaya 3M Plus (menguras, menutup, memanfaatkan kembali barang bekas), membersihkan lumut,

mengeringkan genangan air, serta membuat saluran pembuangan atau drainase.

- b. Pemasangan kelambu untuk melindungi dari gigitan nyamuk saat tidur.
 - c. Memakai baju lengan panjang guna mengurangi risiko gigitan nyamuk.
 - d. Memanfaatkan hewan sebagai pengalih atau penarik perhatian nyamuk (cattle barrier) untuk mengalihkan perhatian nyamuk dari manusia.
 - e. Memasang kawat kasa pada ventilasi atau jendela untuk mencegah masuknya nyamuk ke dalam rumah.
2. Metode Pengendalian Secara Kimia

Metode pengendalian kimia dilakukan dengan menyemprotkan insektisida ke lokasi-lokasi yang berpotensi menjadi tempat berkembangnya nyamuk, seperti selokan maupun area semak, dan ruangan di dalam rumah. Selain penyemprotan, metode ini juga dapat dilakukan dengan menaburkan butiran insektisida pada tempat yang menjadi habitat larva atau jentik nyamuk yang biasanya ditemukan pada wadah penampungan air atau area yang tergenang. Penggunaan obat nyamuk bakar juga termasuk ke dalam pengendalian kimia, karena mengandung zat beracun seperti permetrin yang berfungsi untuk membunuh atau mengusir nyamuk.

3. Metode Pengendalian lingkungan (*environmental management*)

Menurut Sari (2020), pengendalian lingkungan dapat dilakukan melalui manajemen lingkungan, yaitu dengan cara memodifikasi atau mengatur kembali kondisi lingkungan agar menjadi tidak sesuai bagi perkembangan vektor. Pengelolaan lingkungan ini mencakup dua bentuk utama, yaitu modifikasi lingkungan (permanen) dan manipulasi lingkungan (sementara/temporer).

a. Modifikasi Lingkungan (*Environmental Modification*)

Modifikasi lingkungan merupakan bentuk pengelolaan yang bersifat permanen, dilakukan dengan cara seperti menimbun habitat perkembangbiakan vektor, mendaur ulang habitat potensial, menutup retakan atau celah bangunan, membangun

konstruksi bangunan tahan tikus (rat proof), membuat sistem drainase, serta mengelola sampah sesuai standar kesehatan. Upaya lain termasuk menghilangkan sarang tikus dan menanam mangrove di daerah pesisir. Metode ini dinilai aman bagi lingkungan karena tidak merusak ekosistem dan tidak menimbulkan pencemaran, namun perlu dilakukan secara berkelanjutan.

b. Manipulasi Lingkungan (*Environmental Manipulation*)

Manipulasi atau pengelolaan lingkungan yang bersifat sementara dilakukan dengan membersihkan lumut serta menguras tempat penyimpanan air bersih secara rutin dan berkala. Langkah ini berhubungan dengan pemeliharaan fasilitas fisik yang sudah ada agar tidak muncul lokasi yang dapat menjadi tempat berkembang biak atau tempat istirahat nyamuk. (Nugraha, 2022).

4. Metode Pengendalian Secara Biologi

Pengendalian vektor secara biologis dilakukan dengan memanfaatkan organisme hidup seperti tumbuhan, hewan, parasit, predator, maupun mikroorganisme patogen yang dapat menyerang atau memangsa vektor sasaran. Metode ini bersifat alami, karena memanfaatkan musuh alami vektor untuk menekan populasinya. Contohnya, memelihara ikan pemakan jentik nyamuk seperti mujair, kepala timah, dan cupang yang mampu memangsa jentik di tempat penampungan air. Secara umum, musuh alami yang digunakan dalam pengendalian biologis mencakup predator, patogen, dan parasit.

a. Predator

Predator merupakan musuh alami yang berfungsi sebagai pemangsa dalam populasi nyamuk. Salah satu contohnya adalah berbagai jenis ikan pemakan jentik atau larva nyamuk. Jenis ikan yang telah lama dimanfaatkan untuk mengendalikan populasi nyamuk antara lain ikan guppy dan ikan kepala timah, sementara ikan nila, mujair, dan ikan mas juga dikembangkan sebagai alternatif lain. Selain ikan, terdapat pula larva nyamuk predator dari jenis *toxorrhynchites*, yang memiliki ukuran lebih besar (sekitar 4–5 kali) dibandingkan jentik nyamuk *Aedes aegypti*. Di

sejumlah negara, penggunaan larva *Toxorhynchites* telah diterapkan secara luas sebagai bagian dari program pengendalian terpadu terhadap nyamuk penyebab demam berdarah.

b. Patogen

Merupakan mikroorganisme patogen yang dapat menyerang dan membunuh jentik nyamuk. Contohnya meliputi berbagai jenis virus seperti *cytoplasmic polyhedrosis virus*, bakteri seperti *bacillus thuringiensis subsp. israelensis* dan *bacillus sphaericus*, protozoa seperti *nosema vavraia* dan *thelohania*, serta jamur seperti *coelomomyces*, *Iagenidium*, dan *culicinomyces*.

c. Parasit

Parasit merupakan organisme yang bergantung secara metabolik pada serangga vektor dengan menjadikannya sebagai inang. Contoh parasit tersebut adalah nematoda dari kelompok *Steinematidae (Neoplectana)*, *Mermithidae (Romanomermis)*, dan *Neotylenchidae (Deladenus)* dapat digunakan untuk menekan populasi larva nyamuk serta hama serangga lain yang mengancam kesehatan. Nematoda ini memerlukan serangga sebagai inang, masuk ke dalam rongga tubuh, kemudian merusak jaringan dan dinding tubuh serangga tersebut. Salah satu contoh yang telah diproduksi secara komersial adalah cacing *Romanomermis culicivorax*, yang digunakan untuk pengendalian nyamuk. Namun, penggunaan nematoda sebagai agen pengendali hayati masih terbatas di beberapa daerah karena sebaran spesiesnya yang sempit serta efektivitasnya yang hanya bekerja pada fase dan jenis serangga tertentu. serta memerlukan pemahaman bioekologi yang mendalam. Pemeliharaan ikan pemakan jentik dapat dijadikan alternatif efektif dalam upaya pemberantasan vektor penyakit DBD. Penggunaan ikan jenis ini memiliki sejumlah keunggulan, antara lain ramah lingkungan, aman bagi kesehatan manusia, tidak menimbulkan kekebalan pada nyamuk, serta lebih hemat biaya dibandingkan metode pengendalian lainnya (Nurbaya and Maharani, 2022).

E. PENERAPAN DI LAPANGAN

Beberapa aplikasi atau penerapan pengendalian vektor nyamuk *Aedes Aegypti* di lapangan, sebagai berikut :

1. Teknologi *Wolbachia*

Teknologi *Wolbachia* kini menjadi komponen penting dalam strategi nasional pengendalian demam berdarah di Indonesia, dan telah memasuki tahap implementasi di lima kota utama, yaitu Semarang, Jakarta Barat, Bandung, Kupang, dan Bontang. Program ini berawal dari Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1341 mengenai penyelenggaraan pilot project implementasi *Wolbachia* sebagai inovasi penanggulangan demam berdarah, yang menandai kemajuan signifikan dalam upaya pemberantasan penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*.

Wolbachia adalah bakteri yang mampu menonaktifkan virus dengue di dalam tubuh nyamuk *Aedes aegypti*, sehingga membuka peluang baru dalam pengendalian penyakit demam berdarah. Melalui mekanisme perkawinan silang, nyamuk jantan yang membawa *Wolbachia* dapat menghambat penularan virus dengue pada nyamuk betina, dan keturunannya akan mewarisi bakteri *Wolbachia*. Penyebaran alami bakteri ini berdampak positif dalam menurunkan tingkat penularan penyakit.

Hasil uji coba di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul pada tahun 2022 menunjukkan bahwa wilayah yang telah di inokulasi *Wolbachia* mengalami penurunan kasus demam berdarah hingga 77%, serta pengurangan angka rawat inap mencapai 86%. Di Indonesia, penerapan teknologi *Wolbachia* dilakukan melalui metode “penggantian”, yaitu dengan melepas nyamuk jantan dan betina yang mengandung *Wolbachia* ke dalam populasi alami, sehingga keturunan nyamuk setempat juga membawa bakteri tersebut dan menciptakan efek perlindungan jangka panjang terhadap penularan dengue. Menurut Prof. Uut, mengatakan bahwa, *Wolbachia* tidak hanya berfungsi untuk menghambat replikasi virus dengue di dalam tubuh nyamuk, tetapi juga menyediakan perlindungan yang berkelanjutan yang dapat diturunkan dari satu generasi nyamuk ke generasi

selanjutnya. Efek positif teknologi ini dalam menurunkan angka kasus demam berdarah serta kebutuhan rawat inap memiliki dampak besar terhadap efisiensi biaya dalam program pengendalian dengue di negara-negara yang telah menerapkannya (Komunitas, 2023). Sosialisasi program wobachia dapat meningkatkan keberhasilan program karena peran serta masyarakat akan meningkat (Suharyo Suharyo, & Yuniar Martha Musyafira. 2023).

2. Aplikasi LO (*Lethal Ovitrap*)

Salah satu inovasi dalam pengendalian vektor DBD adalah penggunaan metode Lethal Ovitrap (LO) yang menargetkan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa. Berdasarkan penelitian di Brasil pada tahun 2003, penggunaan Lethal Ovitrap dengan insektisida berbahan aktif deltamethrin terbukti efektif menekan populasi nyamuk *Aedes aegypti* secara signifikan. Ditemukan juga hasil dalam penelitian di Thailand, yang menunjukkan metode LO mampu mengurangi jumlah nyamuk dewasa secara nyata.

Secara desain, *Lethal Ovitrap* merupakan modifikasi dari ovitrap biasa, dengan menambahkan *oviposition strip* (ovistrip) yang telah dilapisi insektisida. Mekanisme ini memungkinkan perangkap tidak hanya menarik nyamuk betina untuk meletakkan telurnya, tetapi juga membunuhnya saat proses tersebut berlangsung. Sebelum digunakan, larutan insektisida pada ovistrip dikeringkan terlebih dahulu, agar tetap efektif ketika nyamuk datang untuk bertelur. Selain untuk pengendalian, konsep ovitrap pada LO juga dapat dimanfaatkan sebagai alat pemantauan populasi nyamuk *Aedes aegypti* di wilayah yang telah dilakukan program pemberantasan sebelumnya (Ramadhani *et al.*, 2012).

3. Program Gerakan PSN 3M-PLUS

Pengendalian vektor dapat dilakukan melalui upaya memberantas tempat perkembangbiakan nyamuk melalui penerapan metode 3M Plus. Upaya ini berfokus pada pemberdayaan masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan dengan langkah 3M, yakni menguras serta menutup wadah penyimpanan air, dan memanfaatkan kembali atau mendaur ulang

barang bekas. Kegiatan tersebut kemudian diperkuat dengan langkah tambahan (Plus) seperti:

- a. Memelihara ikan pemakan jentik nyamuk
- b. Menggunakan obat atau alat anti nyamuk
- c. Memasang kawat kasa pada jendela dan ventilasi rumah
- d. Melaksanakan gotong royong membersihkan lingkungan
- e. Memeriksa secara rutin tempat-tempat penampungan air
- f. Menyimpan pakaian bekas pakai dalam wadah tertutup
- g. Memberikan Iarvasida pada penampungan air yang sulit di kuras
- h. Memperbaiki saluran dan talang air yang tersumbat atau tidak lancar
- i. Menanam tanaman yang berfungsi mengusir nyamuk

Upaya pengendalian ini dilakukan secara terpadu antarprogram dan antarsektor melalui wadah kelompok kerja operasional Demam Berdarah Dengue (PokjanaI DBD) serta kegiatan juru pemantau jentik (jumantik) untuk meningkatkan efektivitas pengendalian DBD dan mencegah terjadinya lonjakan kasus maupun kejadian luar biasa, peran jumantik menjadi sangat penting. Petugas ini bertugas melakukan pemantauan, pengawasan, serta memberikan penyuluhan kepada masyarakat agar secara rutin melaksanakan kegiatan PSN dengan metode 3M Plus (Subuh, 2016).

4. Penggunaan Larvasida Nabati Daun Mimba (*Azadirachta indica*)

Salah satu tanaman yang berpotensi digunakan sebagai Iarvasida alami adalah tanaman mimba (*Azadirachta indica*). Tanaman ini mengandung berbagai senyawa aktif seperti *meliacins*, *limonoid*, *azadirachtin*, *meliantriol*, *salanin*, *nimbin*, *tanin*, serta minyak margosa, yang memiliki sifat toksik dan berperan sebagai insektisida alami. Zat beracun yang terdapat dalam tanaman mimba dapat mengganggu proses metamorfosis serangga, sehingga menyebabkan kematian pada larva. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lusi dan I Made (2018), ekstrak etanol daun mimba (*Azadirachta indica*) terbukti efektif dalam menyebabkan kematian larva nyamuk *Aedes*

aegypti menunjukkan jumlah rata-rata kematian larva *Aedes Aegypti* yaitu 8 ekor dengan konsentrasi 2.5%, 3%, dan 3.5% setelah pengamatan selama 24 jam, menunjukkan presentase kematian 100%.

Ekstrak daun mimba dalam bentuk serbuk, ketika diberikan pada larva nyamuk, cenderung mengendap di dasar wadah (container), sehingga daya toksik senyawa seperti *meliantriol* menjadi kurang optimal. Akibatnya, larva tidak mendekati endapan tersebut dan lebih memilih berada di dinding wadah yang jauh dari paparan senyawa aktif daun mimba.

Senyawa *azadirachtin* yang terdapat pada daun mimba tidak membunuh serangga secara langsung, tetapi bekerja dengan menghambat nafsu makan, pertumbuhan, dan proses reproduksi, serta memperlambat penetasan telur. Selain itu, *azadirachtin* juga berfungsi sebagai penghambat hormon *ecdysone* (ecdysone blocker), yaitu hormon yang berperan penting dalam proses metamorfosis serangga. Serangga yang terpapar ekstrak daun mimba akan mengalami gangguan pada tahapan metamorfosisnya, mulai dari pergantian kulit, perubahan dari telur menjadi larva, larva menjadi kepompong, hingga kepompong menjadi serangga dewasa (Hidayah and Wahyudin, 2022).

Larva *Aedes aegypti* yang terpapar senyawa *salanin* dalam tanaman mimba akan mengalami penurunan nafsu makan, sehingga larva menjadi lemah dan sakit hingga akhirnya mati dalam waktu sekitar 4–5 hari (Hidana and Sulawati, 2017). Penggunaan ekstrak daun mimba sebagai pengendali larva nyamuk juga tergolong ramah lingkungan, karena senyawa aktifnya mudah terurai secara alami, sehingga residu yang ditinggalkan sangat rendah dan tidak mencemari lingkungan.

5. Pemanfaatan Ikan Pemakan Jentik (*Biological Control*)

Penggunaan ikan pemakan jentik nyamuk merupakan salah satu bentuk pengendalian vektor secara biologis, dengan memanfaatkan beberapa jenis ikan sebagai pemangsa alami nyamuk saat masih berada pada tahap jentik. Metode ini dianggap efektif karena mampu menekan populasi nyamuk sejak tahap awal pertumbuhannya serta tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Pemeliharaan ikan pemakan jentik menjadi alternatif yang tepat dalam upaya pemberantasan vektor penyakit DBD, karena memiliki sejumlah keunggulan seperti ramah lingkungan, aman bagi kesehatan, tidak menimbulkan resistensi pada nyamuk, dan lebih ekonomis. Selain itu, pemanfaatan ikan sebagai pengendali biologis mudah diterapkan oleh masyarakat dan terbukti mampu mengurangi banyaknya larva nyamuk tanpa menimbulkan risiko bagi kesehatan lingkungan (Rahmi, Amir and Usman, 2018).

6. Teknik Pejantan Mandul / Teknik Serangga Steril / *Sterile Insect Technique* (SIT)

Teknik serangga mandul (*Sterile Insect Technique*/SIT) merupakan metode pengendalian vektor dengan cara melepaskan serangga jantan yang telah disterilkan, biasanya melalui penyinaran radiasi, untuk menekan populasi nyamuk penular penyakit. Proses ini bekerja dengan menginduksi mutasi pada sel kelamin jantan, sehingga ketika nyamuk jantan mandul kawin dengan betina liar, pembuahan tidak terjadi dan tidak menghasilkan keturunan. Konsep ini efektif untuk mengurangi populasi nyamuk, namun tantangan utamanya adalah ketersediaan fasilitas dan infrastruktur di wilayah endemik untuk memelihara nyamuk dalam jumlah besar. Saat ini, teknologi pembiakan nyamuk *Aedes sp.* telah tersedia di berbagai negara, tetapi proses sterilisasi masih perlu dikembangkan agar tidak menimbulkan kerusakan jaringan tubuh (somatik) yang dapat memperpendek umur, menurunkan kemampuan kawin, dan mengurangi aktivitas nyamuk jantan.

Di Indonesia, uji coba teknik serangga *steril* yang pernah dilakukan di Kota Semarang pada tahun 2015, dan hasilnya menunjukkan penurunan populasi nyamuk setelah pelepasan nyamuk jantan *steril*. Namun, keterbatasan metode ini terletak pada biaya yang tinggi dan keberlanjutan pelaksanaannya (Sukesi, 2023).

F. KEBIJAKAN PEMERINTAH

Peraturan Pemerintah Nomor 66 tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, pengendalian adalah upaya untuk mengurangi atau

melenyapkan faktor risiko penyakit dan/atau gangguan kesehatan. Adapun tujuan pengendalian vector menurut Permenkes nomor 50 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan untuk vector dan binatang pembawa penyakit serta pengendaliannya (Suwito and Rianti, 2022).

Pengendalian penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) telah diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 581/MENKES/SK/VII/1992 tentang pemberantasan penyakit DBD, yang kemudian disempurnakan melalui Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 92 tahun 1994 sebagai revisinya. Kebijakan ini menekankan pentingnya upaya pencegahan melalui gerakan pemberantasan sarang nyamuk (PSN), serta penanganan kasus DBD dengan memperkuat pelayanan kesehatan, meningkatkan kapasitas sumber daya manusia, memperkuat survei epidemiologi, dan mengoptimalkan kewaspadaan dini terhadap kemungkinan terjadinya kejadian luar biasa DBD.

Selain itu, pengelolaan pengendalian vektor secara umum juga diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 374/MENKES/PER/III/2010 tentang pengendalian vektor, yang menjadi pedoman dalam upaya terpadu menekan penyebaran penyakit berbasis vektor (Subuh, 2016).

G. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN

1. Kelebihan Pengendalian Vektor Nyamuk *Aedes aegypti*

Berikut beberapa kelebihan yang umum ditemukan dalam upaya pengendalian vektor nyamuk ini (Sukei, 2023) :

- a. Dapat menurunkan populasi nyamuk secara langsung
 - 1) Dengan pengelolaan habitat (menguras, menutup, dan mengubur tempat-perkembangan jentik), maka bisa mengurangi secara signifikan tempat berkembang biak nyamuk.
 - 2) Dengan penyemprotan insektisida atau fogging (pengasapan) bisa segera membunuh nyamuk dewasa sehingga potensi penularan bisa ditekan dalam waktu singkat.
- b. Metode yang beragam dan bisa dipilih sesuai kondisi local
 - 1) Ada pengendalian secara kimiawi (insektisida, larvisida), hayati

(predator jentik, agen biologis), fisik-lingkungan (pengelolaan air, sampah), genetik (contoh: pelepasan nyamuk jantan mandul) untuk lingkungan spesifik.

- 2) Hal ini memungkinkan penyesuaian strategi dengan kondisi lokal: geografi, budaya masyarakat, sumber daya.
- c. Efek ganda terhadap penyakit
Karena *Aedes aegypti* juga menyebarkan beberapa penyakit (contoh: DBD, demam kuning, chikungunya) maka pengendalian vektor juga berdampak pada penurunan risiko penyakit-tersebut.
- d. Mendorong partisipasi masyarakat
Upaya pengendalian vektor sering melibatkan masyarakat, misalnya 3M (menguras, menutup, mengubur) dan kegiatan kebersihan lingkungan, yang sekaligus meningkatkan kesadaran kesehatan.
2. Kekurangan Pengendalian Vektor Nyamuk *Aedes aegypti*
Namun, di balik kelebihanannya ada juga beberapa tantangan atau kekurangan yang perlu diperhatikan (Sukesi, 2023):
 - a. Resistensi terhadap insektisida / larvisida
 - 1) Penggunaan insektisida yang terus-menerus dan tidak berganti jenis bisa menyebabkan nyamuk menjadi toleran atau kebal. Contoh: laporan resistensi terhadap temephos dan malathion di beberapa tempat.
 - 2) Hal ini mengurangi efektivitas metode kimiawi dari waktu ke waktu.
 - b. Ketergantungan pada kondisi lingkungan dan perilaku masyarakat
 - 1) Jika masyarakat tidak aktif melakukan pengelolaan tempat berkembang biak (TPA = tempat penampungan air) maka populasi jentik tetap bisa berkembang.
 - 2) Pengendalian yang hanya dilakukan secara sporadis atau tidak menyeluruh maka hasilnya kurang optimal.
 - c. Biaya dan sumber daya
 - 1) Beberapa metode (misalnya pengasapan, pelepasan nyamuk mandul, teknologi genetik) memerlukan biaya tinggi, teknis

yang rumit, dan sumber daya manusia yang terlatih.

- 2) Infrastruktur atau dukungan logistik di daerah terpencil mungkin terbatas.
- d. Dampak lingkungan atau kesehatan
 - 1) Penggunaan insektisida jika tidak tepat bisa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, non-target organisme, dan kesehatan manusia (misalnya residu kimia).
 - 2) Selain itu, upaya yang terlalu fokus pada kimiawi bisa mengabaikan metode yang lebih ramah lingkungan.
- e. Efektivitas jangka panjang menantang

Karena nyamuk *Aedes aegypti* punya banyak tempat berkembang biak kecil (wadah-wadah di rumah tangga, pekarangan) dan bisa bertelur di berbagai kondisi, maka pengendalian perlu terus-menerus dan terintegrasi. Pengendalian yang dilakukan hanya satu metode saja atau tidak berkelanjutan biasanya gagal.

H. GEJALA DBD

Demam berdarah umumnya ditandai dengan demam tinggi yang muncul secara tiba-tiba, disertai sakit kepala hebat, nyeri di belakang mata, nyeri otot dan sendi, kehilangan nafsu makan, mual, serta munculnya ruam kemerahan pada kulit. Pada anak-anak, gejalanya sering kali lebih ringan, berupa demam disertai ruam merah. Tanda-tanda bahwa demam berdarah mulai memburuk antara lain demam sangat tinggi mencapai 40–41°C yang berlangsung selama dua hingga tujuh hari, wajah tampak kemerahan, serta gejala umum lainnya seperti pada DBD ringan. Dalam kondisi yang lebih serius, dapat muncul tanda pendarahan seperti memar, mimisan, gusi berdarah, atau bahkan pendarahan internal. Jika penyakit semakin parah, dapat terjadi gangguan pernapasan, syok, dan berisiko menyebabkan kematian.

Setelah seseorang terinfeksi salah satu dari empat jenis virus dengue, tubuh akan mengembangkan kekebalan terhadap jenis virus tersebut, namun tidak otomatis kebal terhadap tiga jenis virus dengue lainnya. Penularan virus dengue terjadi melalui gigitan nyamuk betina *Aedes sp* yang telah terinfeksi, yang kemudian menularkan virus kepada

manusia melalui gigitannya. Penyakit ini tidak dapat menular langsung dari manusia ke manusia. Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor utama penyebar virus dengue, meskipun *Aedes albopictus* juga dapat menjadi perantara. Masa inkubasi virus biasanya berlangsung antara 3 hingga 14 hari, dengan rata-rata 4 sampai 7 hari.

Hingga saat ini belum ada pengobatan khusus untuk DBD. Penanganan hanya berfokus pada meringankan gejala seperti demam dan nyeri, serta menjaga keseimbangan cairan tubuh agar tidak terjadi dehidrasi. Jika mendapatkan perawatan yang cepat dan tepat, tingkat kematian akibat DBD sangat rendah, yakni kurang dari 1%. Belum tersedia vaksin yang efektif untuk mencegah DBD, sehingga upaya pencegahan utama adalah menghilangkan tempat-tempat genangan air yang dapat menjadi sarang nyamuk dan melindungi diri dari gigitan nyamuk (Atikasari and Sulistyorini, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

Atikasari, E. and Sulistyorini, L. (2019) “*Pengendalian Vektor Nyamuk Aedes aegypti Di Rumah Sakit Kota Surabaya*,” *The Indonesian Journal of Public Health*, 13(1), p. 73.

Egid, B.R. et al. (2022) “*Review of the ecology and behaviour of Aedes aegypti and Aedes albopictus in Western Africa and implications for vector control*,” *Current Research in Parasitology and Vector-Borne Diseases*. Elsevier B.V. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2021.100074>.

Facchinelli, L., Badolo, A. and McCall, P.J. (2023) “*Biology and Behaviour of Aedes aegypti in the Human Environment: Opportunities for Vector Control of Arbovirus Transmission*,” *Viruses*. MDPI. Available at: <https://doi.org/10.3390/v15030636>.

Febrian, J.E. and Sukendra, D.M. (2024) “*Distribusi Kejadian DBD Berdasarkan Kepadatan Penduduk dan Jentik Nyamuk Di Puskesmas Kedungmundu*,” *Higeia Journal of Public Health Research and Development* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.15294/higeia/v8i3/5324>.

Hidana, R. and Sulawati (2017) “*Efektivitas Ekstrak Daun Mimba (Azadirachta indica) Sebai Ovisida Aedes aegypti*,” *Jurnal Kesehatan Bakti*

Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi, 17(1), p. 59.

Hidayah, N. and Wahyudin, D. (2022) “Efektivitas Berbagai Bentuk Larvasida Nabati Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*,” *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 14(2), pp. 279–283.

Kemenkes (2017) “Pedoman Pencegahan Dan Pengendalian Demam Berdarah Dengue Di Indonesia,” *Pedoman pencegahan dan pengendalian demam berdarah di indonesia*, 5, pp. 1–128.

Komunitas, D.P.K. dan K. (2023) “Teknologi Wolbachia dalam Pengendalian Demam Berdarah di Indonesia,” Kemenkes [Preprint]. Available at: <https://ayosehat.kemkes.go.id/teknologi-wolbachia-dalam-pengendalian-demam-berdarah-di-indonesia>.

Lepore, L. et al. (2025) “Vector control for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes implemented in the field in sub-Saharan Africa: A scoping review,” *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 2025-July. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0013203>.

Nugraha, A.A. (2022) “Kemampuan Predasi Ikan Cupang dan Ikan Guppy Terhadap Larva *Aedes.sp*.

Nurbaya, F. and Maharani, N.E. (2022) *Bahan Ajar Pengendalian Vektor Sub Tema Nyamuk *Aedes aegypti**.

Onasis, A. et al. (2023) “Pengendalian Nyamuk *Aedes Sp* Oleh Keluarga Terhadap Risiko Keruangan,” *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), pp. 237–244. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.237-244>.

Prabowo, Y., Tri Lutiarsi, R. and Wibowo, M.A. (2019) “Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah,” *Dinas Kesehatan Jawa Tengah [Preprint]*. Available at: www.dinkesjatengprov.go.id.

Purwatiningsih et al. (2021) “Keanekaragaman Jenis Nyamuk Yang Berpotensi Sebagai Vektor Penyakit Di Taman Nasional Baluran, Indonesia,” *Jurnal Biologi*, 2, p. 11.

Rachim, W., Sahariyani, M. and Nisa, M. (2022) “Artikel Review : Pengendalian Vektor Nyamuk *Aedes* Dengan Resistensi Terhadap Piretroid,” *Jurnal Cahaya Mandalika*, pp. 1–9. Rahmi, Amir, R. and Usman (2018)

“Biokontrol Ikan Pemangsa Jentik dalam Pemberantasan Vektor Nyamuk Penyebab Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Parepare,” *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 1(1), pp. 1–7.

Ramadhani, T. *et al.* (2012) “Aplikasi (Lethal Ovitrap) Dalam Upaya Pengendalian Vektor Demam Berdarah Dengue di Daerah Endemis DBD,” *Balay Litbang P2B2 Banjarnegara* Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI Jakarta, pp. 1–70.

Selian, Y. (2024) *Pedoman Surveilans dan Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit di Pintu Masuk, Kemenkes Republik Indonesia*. Edited by B. Siswanto. Kementerian Kesehatan RI.

Souza-Neto, J.A., Powell, J.R. and Bonizzoni, M. (2019) “*Aedes aegypti* vector competence studies: A review,” *Infection, Genetics and Evolution*. Elsevier B.V., pp. 191–209. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.11.009>.

Subuh, M. (2016) “Implementasi PSN 3M-Plus dengan Gerakan 1 Rumah 1 Jumantik,” *Kementerian Kesehatan RI*, pp. 1–68.

Suhartati *et al.* (2020) “Status Kerentanan Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida Sipermetrin Di Pelabuhan Tanjung Balai Karimun Provinsi Kepulauan Riau,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(6). Available at: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>.

Suharyo Suharyo, & Yuniar Martha Musyafira. (2023). Pengetahuan Siswa SMA Labschool UPGRIS Kota Semarang Tentang Pencegahan Demam Berdarah Dengan Wolbachia . *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran*, 2(1), 91–102. <https://doi.org/10.55606/jurrike.v2i1.102>

Sukesi, T.W. (2023) *Manajemen Pengendalian Vektor Penyakit Tropis*. Edited by H. Akbar. Bandung.

Sutriyawan, A. (2021) “Pencegahan DBD Melalui Pemberantasan Sarang Nyamuk,” 9(2).

Suwito and Rianti, F. (2022) “Petunjuk Teknis Fogging,” *Kementerian Kesehatan RI*, pp. 1–106.