



Inovasi Pengendalian Vektor Nyamuk Pendekatan Teknologi Dan Metode Baru: Studi Literatur Review

Innovation in Mosquito Vector Control: Technological Approaches and New Methods – A Literature Review

Nurhikma¹, Rahmi Amir², Rasidah Wahyuni Sari³, Ayu Dwi Putri Rusman⁴, Makhrajani Majid⁵.

^{1,2,3,4,5} Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Parepare

e-mail: *¹hikmanur301@gmail.com, ²ammianjala@gmail.com, ³rsdhwahyuni@gmail.com,
⁴ayudwiputri88@gmail.com, ⁵nhiniemajid@gmail.com.

ABSTRACT

Diseases transmitted by mosquitoes, such as Dengue Fever (DHF), malaria, filariasis, and chikungunya, remain serious public health issues in Indonesia. Vector control of mosquitoes is a crucial step in reducing the risk of disease transmission. This study aims to review innovations in mosquito vector control using technological and new method approaches through a literature review. Based on journal reviews, 1,176 duplicate and incomplete abstracts were identified. From these, 156 were selected based on innovation, intervention, outcome, and type of study. After filtering for English language articles, 54 articles were chosen. Following further screening and accessing full-text articles, 10 articles were selected for in-depth review. Innovative approaches such as the use of plant extracts, bacteria, larvivorous fish, and copepod predators have been developed to effectively reduce mosquito populations while maintaining ecosystem balance. Additionally, technologies like genetic modification of mosquitoes, the use of incompatible insects with modified Wolbachia mosquitoes, RNA interference, and sterile insect techniques show great potential for more specific and efficient mosquito control. This study is expected to provide recommendations for more effective and sustainable control strategies to minimize the impact of mosquito-borne diseases in Indonesia.

Keywords : Mosquito Vector Control, Technological Innovations, New Methods

PUBLISHED BY :

Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Parepare

Address :

Jl. Jend. Ahmad Yani Km. 6, Lembah Harapan
Kota Parepare, Sulawesi Selatan.

Email :

jurnalmakes@gmail.com

Phone :

+62 853 3520 4999

Article history :

Submitted 7 Juli 2026

Accepted 29 Juli 2026

Available online 11 September 2026



ABSTRAK

Kasus penyakit yang ditularkan oleh nyamuk seperti Demam Berdarah Dengue (DBD), malaria, filariasis, dan chikungunya masih menjadi masalah kesehatan serius di Indonesia. Pengendalian vektor nyamuk merupakan langkah penting dalam mengurangi risiko penyebaran penyakit ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji inovasi dalam pengendalian vektor nyamuk dengan pendekatan teknologi dan metode baru melalui studi literatur. Berdasarkan review jurnal, teridentifikasi duplikat, dan abstrak tidak lengkap terdapat 1.176, kemudian berdasarkan innovation, intervention, outcome, dan type of study dipilih sebanyak 156. Lalu setelah disaring dalam bahasa Inggris maka di pilih 54 artikel. Dan setelah disaring artikel teks lengkap diakses dan dibaca dipilih sebanyak 10 artikel yang akan dikaji ulang. Pendekatan inovatif seperti penggunaan ekstrak tumbuhan, bakteri, ikan pemangsa jentik, dan predator copepoda telah dikembangkan untuk mengurangi populasi nyamuk secara efektif sambil menjaga keseimbangan ekosistem. Selain itu, teknologi seperti modifikasi genetik nyamuk, penggunaan ketidakcocokan serangga dengan nyamuk *Wolbachia* termomodifikasi, interferensi RNA, dan teknik serangga steril menunjukkan potensi besar dalam pengendalian nyamuk yang lebih spesifik dan efisien. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategi pengendalian yang lebih efektif dan berkelanjutan untuk meminimalkan dampak penyakit yang ditularkan oleh nyamuk di Indonesia.

Kata kunci : Pengendalian Vektor Nyamuk, Inovasi Teknologi, Metode Baru

PENDAHULUAN

Kasus demam berdarah telah meningkat tajam di seluruh dunia dalam beberapa dekade terakhir menurut data dari *World Health Organization* 2021. Sebagian besar kasus tidak menunjukkan gejala atau ringan dan dapat diobati sendiri. Akibatnya, banyak kasus demam berdarah yang tidak dilaporkan seperti gunung es. Selain itu, sebagian kasus mungkin salah didiagnosis sebagai jenis demam lainnya.¹

Terdapat kasus demam berdarah di beberapa provinsi di Indonesia seperti Provinsi Sumatera Barat, Kepulauan Riau, Lampung, DKI Jakarta, Jawa Barat, Yogyakarta, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan Maluku Utara. Selain demam berdarah, *malaria*, *filariasis*, dan *chikungunya* juga masih merajalela di Indonesia. Ada 236 kabupaten/kota di 28 provinsi yang merupakan daerah endemik penyakit kaki gajah atau *filariasis*.² Sebanyak 70% kasus yang terjadi di Indonesia disebabkan oleh *Brugia malayi*.³

Demam Berdarah Dengue (DBD), *Malaria*, *Filariasis*, dan *Chikungunya* adalah beberapa penyakit yang ditularkan oleh nyamuk di Indonesia. Di antara nyamuk vektor pembawa penyakit adalah *Anopheles sp*, *Aedes sp*, *Armigeres sp*, *Culex sp*, dan *Mansonia sp*. *Anopheles* menyebabkan *filariasis* dan *malaria*, *Armigeres* dan *Culex* dapat menularkan patogen *filariasis* dan *Japanese encephalitis*.⁴ Masalah terkait penyakit yang ditularkan oleh nyamuk, seperti demam berdarah, *malaria*, *filariasis*, dan *chikungunya*, telah menjadi masalah serius di Indonesia. Banyak kasus tidak dilaporkan dan beberapa mungkin salah didiagnosis, sehingga meningkatkan risiko penyebaran penyakit tersebut.

Nyamuk merupakan salah satu organisme yang hidup dan berkembang biak pada lingkungan dengan iklim yang panas dan lembab terutama di Negara tropis seperti Indonesia. Kelangsungan hidup nyamuk tergantung ada tidaknya tempat beristirahat, tempat berkembang biak, dan makanan yang

mencukupi,serta kondisi faktor-faktor meteorologi pada lingkungannya seperti suhu udara,ketinggian tempat,cahaya matahari,curah hujan,dan kecepatan angin,serta kelembaban udara.⁵

Upaya pengendalian vektor nyamuk harus dilakukan untuk mengurangi populasi vektor dan risiko penyebaran penyakit. Langkah-langkah seperti menutup wadah yang berisi air, memanfaatkan musuh alami nyamuk, menghilangkan tempat-tempat yang dapat menjadi tempat berkembang biak, menggunakan kelambu yang diperlengkapi dengan permetrin, dan membersihkan saluran air merupakan beberapa metode yang telah digunakan.⁶

Terdapat pendekatan-pendekatan inovatif yang sedang dikembangkan untuk pengendalian vektor nyamuk. Ini termasuk penggunaan ekstrak tumbuhan, bakteri, ikan pemangsa jentik, dan predator copepoda. Pendekatan ini tidak hanya efektif dalam mengurangi populasi nyamuk, tetapi juga bertujuan untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung kelestarian lingkungan.⁷

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan menganalisis kemajuan terbaru dalam inovasi pengendalian vektor nyamuk dengan merujuk pada *tinjauan literatur*, serta memahami perkembangan terbaru mengenai inovasi dalam pengendalian vektor nyamuk melalui tinjauan literature yang komprehensif.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran secara mendalam mengenai inovasi pengendalian vektor nyamuk pendekatan teknologi dan metode baru. Pendekatan dalam penelitian ini berupa *Systematic Review* (SR) atau yang biasanya disebut *Systematic Literature Review* (SLR). Metode *Systematic Literature Review* (SLR) dapat dilakukan dengan mencari sumber berupa artikel penelitian baik nasional maupun internasional melalui mesin pencari media online seperti Crossref, Google Scholar, Pubmed, Open Alex, ScienceDirect dan POP (publish or perish. Setelah dilakukannya pencarian, selanjutnya hasil yang diperoleh diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi⁸. Penelitian ini dimulai dengan mencari informasi melalui literatur-literatur yang terkait dengan inovasi dan pengendalian vektor nyamuk. Penelitian dilaksanakan pada bulan pada bulan Februari 2024 sampai April 2024. Instrument dalam penelitian ini adalah menggunakan Aplikasi *Publish or Perish* (POP), meliputi : termasuk Crossref, Google Scholar, Pubmed, Open Alex, ScienceDirect dan Vosviewer. Selain itu penulis juga menggunakan Chat GPT.

Pengumpulan data diperoleh dari proses hasil *screening* dengan menggabungkan semua data ataupun sumber yang berhubungan dengan topik yang diteliti. Setelah itu data akan dianalisis dengan metode analisis deskriptif.

HASIL

Berdasarkan hasil yang didapatkan di *Crossref*, terdapat 1000 artikel, Google Scholar terdapat 688 artiell, Pubmed terdapat 434 artikel, Open Alex terdapat 990 artikel, dan pada Science Direct terdapat 1.013 artikel. Berdasarkan review jurnal,teridentifikasi duplikat, dan abstrak tidak lengkap terdapat 1.176 , kemudian berdasarkan innovation, intervention, outcome, dan type of study dipilih

sebanyak 156. Lalu setelah disaring dalam bahasa inggris maka di pilih 54 artikel. Dan setelah disaring artikel teks lengkap diakses dan dibaca dipilih sebanyak 10 artikel yang akan dikaji ulang.

Tabel 1 Database jurnal dan Penyaringan Artikel

Database	Jumlah Artikel	Berdasarkan review jurnal, teridentifikasi duplikat, dan abstrak tidak lengkap	Berdasarkan innovation, intervention, outcome, dan type of study	Setelah disaring dalam bahasa inggris	Artikel Yang Dipilih
Crossref	1000	1.176	156	54	2
Google Scholar	688	1.176	156	54	2
Pubmed	434	1.176	156	54	2
Open Alex	990	1.176	156	54	2
Science Direct	1013	1.176	156	54	2

Sumber: Data primer 2026

Karakteristik Studi

Untuk hasil studi yang akan di *Systematic Review* di ulasan ini penelitian dilakukan di Indonesia, lalu beberapa di USA dengan skala internasional. Dalam artikel yang telah dipilih untuk dilakukan *systematic review*, ada beberapa artikel yang membahas tentang pengendalian vektor nyamuk serta dalam proses pencarian literatur kami menemukan bahwa ada beberapa artikel yang membahas tentang inovasi cara mengendalikan vektor nyamuk walaupun literatur yang menyangkut topik tersebut masihlah sangat jarang.

Hasil Studi

Hasil pencarian literatur yang menghasilkan 10 artikel yang kemudian dianalisis berdasarkan topik inovasi pengendalian vektor nyamuk yang ada di indonesia. Hasil penelitian tersebut diuraikan sebagai berikut Tabel 2 Hasil Studi *Systematic Review* tentang Pengendalian Nyamuk dan Penyakit Terkait

Nama Penulis	Variabel	Hasil
Dike Kusniati, Siti Hazar, and Sri Peni Fitrianingsih,(2023)	<i>Larvasida, Syzygium, Nyamuk</i>	Didapatkan hasil sebanyak 7 tumbuhan dari genus <i>Syzygium</i> yang diteliti aktivitasnya dan berpotensi efektif sebagai larvasida. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi potensi aktivitas larvasida seperti bagian dan usia tanaman yang digunakan, kandungan fitokimia, lama waktu paparan pengujian, dan bentuk sediaan uji.

-
- | | | |
|--|---|--|
| <p>Muhammad Umar Riandi, Tri Wahono, Mara Ipa, Joni Hendri, (2020)</p> | <p>Nyamuk betina diidentifikasi dan diuji RT-PCR virus JE</p> | <p>Hasil penangkapan didapatkan 700 ekor nyamuk dari genus Culex, Armigeres, Aedes, Anopheles, dan Mansonia dengan total 10 spesies. Keanekaragaman spesies pada seluruh wilayah penelitian tergolong sedang ($H=1,0875 - 1,292$) dengan Culex vishnuidan Culex quinquefasciatus sebagai spesies paling melimpah. Uji RT-PCR tidak menemukan adanya sampel nyamuk positif RNA virus JE. Beberapa spesies nyamuk yang ditemukan di sekitar kandang babi di Kecamatan Panongan memiliki potensi sebagai vektor JEV sehingga diperlukan pengendalian kepadatan nyamuk dan kesehatan ternak babi terhadap JEV sebagai upaya pencegahan.</p> |
| <p>Rahmi, Rahmi Amir, and Usman (2018)</p> | <p>Jentik <i>Aedes aegypti</i>, kelompok ikan cupang</p> | <p>Hasil analisis menunjukkan ada perbedaan memangsa dari ikan cupang berdasarkan variasi ukuran panjang badan dengan ($p=0,00$)</p> |
| <p>Novita (2020)</p> | <p>perubahan iklim, mosquitoborne diseases terutama Limfatik Filariasis</p> | <p>Berdasarkan analisis terhadap literatur diketahui bahwa kesehatan lingkungan merupakan suatu standar yang harus dicapai untuk terciptanya kesehatan manusia. Variabel perubahan iklim yang berpengaruh terhadap perkembangan nyamuk perantara Limfatik Filariasis adalah temperatur dan presipitasi. Temperatur sebesar 33,5°C dan presipitasi 600mm optimal untuk perkembangan nyamuk. Perubahan iklim dapat berpengaruh terhadap kejadian penyakit mosquitoborne disease terutama Limfatik Filariasis. Nyamuk perantara Limfatik Filariasis bersifat ektoterm yang bergantung dengan perubahan iklim.</p> |
-

-
- | | |
|---|---|
| <p>Sidik Maulana, Aedes aegypti,
Faizal biolarvasida, daun
Mustofa,
Ahmad Yamin,
Neti Juniarti
(2021)</p> | <p>Daun yang memiliki efek membunuh larva Aedes aegypti adalah daun tumih, pepaya, sirih, binjai, sirsak, tembakau, dan kapur dengan konsentrasi rata-rata kurang dari atau sama dengan 50% (<LC50). Bahan atau zat yang memiliki efek larvasida pada daun antara lain alkaloid, tanin, fenolik, saponin, flavonoid dan steroid, esensi, flavonoid, alkaloid, terpenoid, fenol, asam organik (asam stearat dan asam palmitat), triterpenoid, limonoid, dan nikotin.</p> |
| <p>Yuslianthi, Pengendalian vektor
Rahmi Amir, secara fisik, perbaikan
Herliana Muin kebersihan masyarakat dan
(2023) sanitasi lingkungan, kimia
dan biologi.</p> | <p>Hasil menunjukkan bahwa systematic review pada 11 artikel terkait, 9 diantaranya menunjukkan bahwa TSM (Teknik Serangga Mandul) telah berhasil diimplementasikan pada berbagai berbagai jenis lalat, dan lebih dominan pada hama lalat buah spesies Bactrocera dorsalis, dan lebih banyak diterapkan pada hama pertanian khususnya tanaman buah dan sayur untuk intervensi pangan, tidak pada intervensi penyakit.</p> |
| <p>Citra Inneke 1. Isolasi B.
Wibowo thuringiensis
(2019) 2. Pemurnian
Bacillus
thuringiensis
3. Karakterisasi
Isolat Bacillus
thuringiensis</p> | <p>Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi B. thuringiensis isolat CK dan IPB CC yang paling berpengaruh dalam pengendalian larva Anopheles sp adalah 108 CFU.mL-1 Instar larva yang paling peka terhadap B. thuringiensis isolat IPB CC adalah instar I dan II sedangkan instar yang peka terhadap isolat CK adalah instar II, Perlakuan konsentrasi isolat B. thuringiensis dan tingkat instar larva yang paling baik dalam pengendalian larva Anopheles sp. adalah 108 CFU.Ml 1, dan instar I dan II.</p> |
-

Ghinan Khairun Nisa , Arum Siwiendrayanti (2022)	1. Masyarakat yang pernah menderita penyakit DBD yang terdiagnosis dan tercatat dalam catatan medik bulan Januari-Desember 2020 di wilayah kerja Puskesmas Kramat dan Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal 2. Bersedia untuk terlibat dalam penelitian.	Terdapat hubungan antara kebiasaan mendaur ulang/menyingskirkan barang bekas, kebiasaan menggantung pakaian, kebiasaan menggunakan lotion anti nyamuk, dan pemasangan kawat kasa dengan kejadian DBD.
Musfirah (2020)	Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci “ <i>Anopheles</i> dewasa” , “ <i>resistensi</i> ”, “ <i>insektisida</i> ” dan “pengendalian kimia”.	Pengendalian vektor spesies <i>Anopheles</i> menggunakan insektisida kimia dapat menyebabkan terjadinya resistensi <i>Anopheles</i> terhadap insektisida kimia tertentu. Keterlibatan mutasi kdr (faktor genetik) dalam mekanisme resistensi, faktor bio-ekologi dan faktor operasional (jenis insektisida, teknik aplikasi, dosis, frekuensi, waktu dan cara aplikasi (intervensi) sebagai penyebab resistensi insektisida kimia.
Arif Dwi Nugroho (2019)	Abate (temephos) dan Serbuk serai	Terdapat perbedaan yang signifikan jumlah kematian larva <i>Aedes aegypti</i> setelah pemberian abate dibandingkan dengan pemberian serbuk serai, dapat dilihat dari hasil uji independent t-test, dimana nilai $p=0,002$ ($p<0,05$).

Berdasarkan tabel atas, diperoleh hasil berupa analisis artikel dalam tabel tersebut menunjukkan berbagai pendekatan dalam mengendalikan vektor nyamuk dan penyakit yang ditularkannya. Dari penggunaan tumbuhan sebagai larvasida hingga pengendalian kimia dan resistensi insektisida, setiap penelitian memberikan wawasan penting untuk strategi pengendalian yang efektif. Analisis yang mendalam dari berbagai sumber dan metodologi yang digunakan dalam studi ini sangat penting untuk mengembangkan langkah-langkah pengendalian yang lebih baik dan berkelanjutan.

Inovasi Pengendalian Vektor Nyamuk

Berdasarkan tabel 2 , terdapat 10 artikel terkait ada 5 artikel yang membahas tentang inovasi pengendalian vektor nyamuk. Data pertama diperoleh dari penelitian Dike Kusniati, Siti Hazar, and Sri Peni Fitrianingsih,(2023) ⁹. Yaitu untuk mengetahui apakah tumbuhan genus *Syzygium* dapat berperan sebagai larvasida alami.

Data kedua berasal dari penelitian Muhammad Umar Riandi, Tri Wahono, Mara Ipa, Joni Hendri (2020) ¹⁰. Ditemukan beberapa spesies nyamuk yang ditemukan di sekitar kandang babi di Kecamatan Panongan memiliki potensi sebagai vektor JEV sehingga diperlukan pengendalian kepadatan nyamuk dan kesehatan ternak babi terhadap JEV sebagai upaya pencegahan

Untuk data ketiga berasal dari penelitian Rahmi, Rahmi Amir & Usman (2018) ⁷. Yaitu untuk mengetahui perbedaan memangsa dari ikan cupang (*Betta spp*) dalam pemberantasan vektor nyamuk berdasarkan variasi ukuran panjang badan. Dengan metode eksperimental yang dilakukan maka diketahui bahwa hasil analisis menunjukkan ada perbedaan memangsa dari ikan cupang berdasarkan variasi ukurannya.

Untuk data yang keempat berasal dari penelitian Sidik Maulana, Faizal Mustofa, Ahmad Yamin, Neti Juniarti (2021) ¹², meneliti tentang pengaruh biolarvasida daun tanaman sebagai kontrol vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Dengan menggunakan metode literature review dapat disimpulkan hasilnya bahwa bahan atau zat yang memiliki efek larvasida pada daun antara lain alkaloid, tanin, fenolik, saponin, flavonoid, dan steroid. Data terakhir berasal dari penelitian Yuslianthi, Rahmi Amir, Herliana Muin (2023) ⁶, yaitu untuk mengetahui apakah TSM dapat mengurangi / mengendalikan vektor pembawa penyakit.

PEMBAHASAN

Inovasi melalui Teknologi dalam Pengendalian Vektor Nyamuk

a. Penggunaan Tumbuhan Genus *Syzygium* sebagai Larvasida

Penelitian ini menemukan bahwa tujuh tumbuhan dari genus *Syzygium* memiliki potensi sebagai larvasida yang efektif. Beberapa faktor mempengaruhi aktivitas larvasida ini, seperti bagian tanaman yang digunakan, usia tanaman, kandungan fitokimia, lama waktu paparan, dan bentuk sediaan uji. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa tumbuhan lokal dapat digunakan sebagai alternatif larvasida kimia yang lebih aman dan ramah lingkungan. Ini dapat mengurangi dampak negatif penggunaan bahan kimia pada lingkungan dan kesehatan manusia.

b. Identifikasi dan Uji RT-PCR Virus JE pada Nyamuk

Menggunakan teknik RT-PCR untuk mengidentifikasi keberadaan virus Japanese Encephalitis (JE) pada nyamuk dari berbagai genus dan spesies. Hasilnya, tidak ditemukan sampel nyamuk yang positif RNA virus JE, meskipun beberapa spesies nyamuk berpotensi sebagai vektor JEV. Penggunaan teknik RT-PCR penting untuk pemantauan dan pengawasan virus pada populasi nyamuk. Hal ini membantu

dalam upaya pencegahan penyebaran virus dengan cara mengendalikan populasi nyamuk yang berpotensi menjadi vektor.

c. Penggunaan Ikan Cupang sebagai Predator Jentik *Aedes aegypti*

Penelitian ini menunjukkan bahwa ikan cupang efektif dalam memangsa jentik *Aedes aegypti*. Variasi ukuran panjang badan ikan cupang mempengaruhi efektivitasnya dalam memangsa jentik. Penggunaan ikan cupang sebagai predator alami untuk mengendalikan populasi larva nyamuk merupakan metode yang ramah lingkungan. Ini bisa menjadi alternatif yang efektif untuk mengurangi penggunaan larvasida kimia.

d. Analisis Perubahan Iklim terhadap Perkembangan Nyamuk Perantara Filariasis Limfatik

Penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan iklim, terutama temperatur dan presipitasi, mempengaruhi perkembangan nyamuk perantara filariasis limfatik. Temperatur sebesar 33,5°C dan presipitasi 600mm ditemukan optimal untuk perkembangan nyamuk. Pemahaman tentang pengaruh perubahan iklim terhadap perkembangan nyamuk sangat penting untuk mengantisipasi dan mengelola risiko penyakit yang ditularkan oleh nyamuk. Hal ini membantu dalam merancang strategi pengendalian nyamuk yang lebih efektif di masa depan.

e. Penggunaan Daun Tumbuhan sebagai Biolarvasida

Penelitian menunjukkan bahwa daun dari berbagai tumbuhan memiliki efek membunuh larva *Aedes aegypti*. Zat-zat seperti alkaloid, tanin, fenolik, saponin, flavonoid, dan steroid berperan penting dalam aktivitas larvasida ini. Penggunaan daun tumbuhan sebagai biolarvasida menawarkan alternatif alami dan ramah lingkungan untuk larvasida kimia. Ini membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

f. Implementasi Teknik Serangga Mandul (TSM)

Teknik Serangga Mandul (TSM) telah berhasil diterapkan pada berbagai jenis lalat, terutama hama pertanian seperti lalat buah *Bactrocera dorsalis*. Meskipun lebih banyak diterapkan pada hama pertanian, teknik ini memiliki potensi untuk digunakan dalam pengendalian vektor nyamuk. Dengan mengurangi populasi nyamuk tanpa penggunaan bahan kimia, TSM dapat menjadi metode yang berkelanjutan dan aman.

g. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* untuk Pengendalian Larva *Anopheles*

Penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi *Bacillus thuringiensis* yang efektif untuk membunuh larva *Anopheles* sp adalah 108 CFU.mL⁻¹. Instar larva yang paling peka terhadap perlakuan ini adalah instar I dan II. *Bacillus thuringiensis* menawarkan solusi mikrobiologis yang efektif untuk mengendalikan larva nyamuk. Ini dapat mengurangi ketergantungan pada insektisida kimia dan dampak negatifnya terhadap lingkungan.

h. Pengaruh Perilaku Masyarakat terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD)

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara kebiasaan masyarakat seperti mendaur ulang barang bekas, menggantung pakaian, menggunakan lotion anti nyamuk, dan memasang kawat kasa dengan kejadian DBD. Penelitian ini menekankan pentingnya pendidikan dan perubahan perilaku

masyarakat dalam mengendalikan penyebaran DBD. Kesadaran dan tindakan preventif dari masyarakat dapat mengurangi risiko penyebaran penyakit.

i. Resistensi *Anopheles* terhadap Insektisida Kimia

Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan insektisida kimia dapat menyebabkan resistensi pada nyamuk *Anopheles*. Faktor genetik seperti mutasi kdr, serta faktor bio-ekologi dan operasional, berkontribusi terhadap resistensi ini. Ini menunjukkan pentingnya pengembangan strategi pengendalian yang berkelanjutan dan rotasi penggunaan insektisida untuk mencegah resistensi. Pemahaman tentang mekanisme resistensi dapat membantu dalam merancang metode pengendalian yang lebih efektif.

j. Efektivitas Abate dan Serbuk Serai dalam Membunuh Larva *Aedes aegypti*

Penelitian ini menunjukkan bahwa abate lebih efektif dibandingkan serbuk serai dalam membunuh larva *Aedes aegypti*. Hasil uji independent t-test menunjukkan perbedaan signifikan dengan nilai $p=0,002$ ($p<0,05$). Temuan ini memberikan wawasan tentang efektivitas berbagai larvasida dan membantu dalam memilih metode yang paling efektif untuk pengendalian larva nyamuk.

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, terdapat banyak inovasi dalam pengendalian vektor nyamuk yang menawarkan solusi lebih efektif, aman, dan berkelanjutan. Penggunaan tumbuhan sebagai larvasida, teknik molekuler untuk deteksi virus, predator alami, analisis dampak perubahan iklim, dan teknik serangga mandul adalah beberapa inovasi yang signifikan. Setiap inovasi ini memberikan kontribusi penting dalam upaya pengendalian vektor nyamuk dan pencegahan penyakit yang ditularkan oleh nyamuk di masa depan.

Penelitian ini memiliki perbedaan dibandingkan dengan penelitian lainnya dalam bidang pengendalian vektor nyamuk seperti mengulas inovasi teknologi dan metode baru secara umum, tetapi juga secara sistematis memilih dan menganalisis artikel yang relevan. Proses seleksi yang ketat dilakukan untuk memastikan hanya artikel yang memenuhi kriteria tertentu yang diulas, sehingga hasilnya lebih fokus dan mendalam. Penelitian ini menyoroti penggunaan teknologi mutakhir seperti modifikasi genetik nyamuk, interferensi RNA, dan teknik serangga steril. Ini mencakup metode yang lebih canggih dibandingkan dengan pendekatan tradisional yang sering digunakan dalam penelitian lain. Pendekatan dalam penelitian ini mempertimbangkan keseimbangan ekosistem, seperti penggunaan predator alami (ikan pemangsa jentik dan *copepoda*) serta ekstrak tumbuhan. Ini menunjukkan komitmen terhadap pengendalian yang tidak hanya efektif tetapi juga berkelanjutan. Proses seleksi artikel melalui berbagai tahap penyaringan menunjukkan metodologi yang ketat dan sistematis. Dari 1.176 artikel yang diidentifikasi, hanya 10 artikel yang dipilih untuk kajian mendalam setelah melalui berbagai tahap seleksi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi strategi pengendalian yang lebih efektif dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kajian literatur, ditemukan berbagai inovasi pengendalian vektor nyamuk yang menjanjikan, mulai dari penggunaan larvasida alami yang ramah lingkungan hingga penerapan teknologi canggih seperti teknik serangga steril, modifikasi bakteri *Wolbachia*, serta interferensi RNA. Pemanfaatan musuh alami seperti ikan pemangsa jentik juga terbukti efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem sekaligus menekan populasi nyamuk secara berkelanjutan. Inovasi-inovasi ini memberikan harapan besar bagi upaya pengurangan risiko penyakit yang ditularkan oleh nyamuk di Indonesia melalui pendekatan yang lebih terintegrasi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan menjadi rujukan bagi studi selanjutnya dalam mengeksplorasi perkembangan teknologi pengendalian vektor yang lebih mutakhir. Peneliti menyarankan agar studi berikutnya menggunakan metode eksperimen yang lebih kompeten guna memperoleh data yang lebih mendalam. Selain aspek teknologi, keberhasilan pengendalian vektor juga sangat bergantung pada partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dan menerapkan tindakan pencegahan secara mandiri. Edukasi kepada masyarakat perlu terus ditingkatkan agar kesadaran mengenai pentingnya metode pengendalian yang aman dapat terbentuk dengan baik. Terakhir, kolaborasi lintas disiplin ilmu dan antar-institusi sangat krusial untuk menciptakan strategi pengendalian yang komprehensif dan berkelanjutan di masa depan. Implementasi menyeluruh dari berbagai pihak ini diyakini mampu meningkatkan efektivitas program kesehatan masyarakat dalam jangka panjang. .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian ini hingga terselesaikannya penulisan artikel ilmiah ini. Terutama kepada dosen pembimbing, Ibu Dr. Rahmi Amir, S.Si., M.Kes dan Ibu Rasidah Wahyuni Sari., SKM., M.Kes yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta koreksi yang membangun selama proses penelitian berlangsung..

DAFTAR PUSTAKA

1. Suharyo S, Widjanarko B. Pengendalian Vektor Nyamuk Demam Berdarah Melalui Rekayasa Genetika Serta Perspektif Bioetika. Bookchapter Kesehat Masy Univ Negeri Semarang. 2023;(3):25–46.
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Nyamuk-nyamuk Yang Berbahaya. Mediakom. 2022;139:60.
3. Rahmi IR, Sutiningsih D, Hestiningsih R, Saraswati LD. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kasus Filariasis di Indonesia : Sistematis Review. J Epidemiol Kesehat Komunitas. 2022;7(2):501–21.
4. Dalilah D, Dalilah FA, Prasasty GD, Handayani D, Susilawati S, Pahlepi RI. Keragaman Spesies Nyamuk Di Dusun Sukoharjo, Desa Bayung Lencir, Kabupaten Musi Banyuasin. J Kedokt dan Kesehat Publ Ilm Fak Kedokt Univ Sriwij. 2022;9(1):109–16.
5. Tahun P. Hubungan faktor perubahan iklim dengan kejadian demam berdarah dengue (dbd) di kota palu tahun 2013-2017. 2019;10:83–94.

6. Yuslianthi Y, Amir R, Muin H. Teknik Serangga Mandul Sebagai Alternatif Pengendalian Kepadatan Lalat Dan Pencegahan Penyakit Diare :A Systematic Review. *J Heal Educ Sci Technol*. 2023;6(1):47–54.
7. Rahmi R, Rahmi Amir, Usman. BIOKONTROL IKAN PEMANGSA JENTIK DALAM PEMBERANTASAN VEKTOR NYAMUK PENYEBAB DEMAM BERDARAH DANGUE (DBD) di KOTA PAREPARE. *J Ilm Mns Dan Kesehat*. 2018;1(3):265–71.
8. Adrianto H. Literature Review: Tempat Perindukan Nyamuk Terabaikan Selama Pandemi COVID-19. *J Enviscience*. 2021;5(1):25.
9. Dike Kusniati, Siti Hazar, Sri Peni Fitrianiingsih. Studi Literatur Aktivitas Larvasida Tumbuhan Genus *Syzygium* Terhadap Beberapa Genus Nyamuk Vektor Penyakit. *Bandung Conf Ser Pharm*. 2023;346–55.
10. Muhammad Umar Riandi, Tri Wahono, Mara Ipa, Joni Hendri S. Keragaman Spesies Vektor Japanese Encephalitis di Sekitar Kandang Babi Kabupaten Tangerang. *Aspirator*. 2020;1(22):37–44.
11. Novita R. Kajian literatur: Dampak perubahan iklim terhadap timbulnya penyakit tular nyamuk terutama Limfatik Filariasis. *J Heal Epidemiol Commun Dis*. 2020;5(1):30–9.
12. Sidik Maulana, Faizal Mustofa, Ahmad Yamin, Neti Juniarti AP. Pengaruh Biolarvasid daun Tanaman sebagai Kontrol Vektatou Nyamukaedes Aegypti Penyebab Demam Berdarah: Tinjauan Literatur LITERATUR. *Med Utama*. 2021;02(01):402–6.