

Uji Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* Metode Maserasi

Test of Betel Leaf Extract (*Piper betle* L.) as a Larvicide for *Aedes aegypti* Mosquito using the Maceration Method

Tati Baina Gultom¹, Muhammad Bintang Saputra², Nawan Prianto¹, Prayudhy Yushananta¹, Wibowo Ady Sapta¹, Suami Indarwati¹

¹Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang, Indonesia

²Program D3 Sanitasi Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang, Indonesia

Korespondensi Penulis: tatibainagultom@gmail.com

ABSTRACT

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is an infectious disease caused by the dengue virus, which is transmitted through the bite of the *Aedes aegypti* mosquito. Commonly used vector control measures, such as chemical insecticides, cause various problems such as resistance, environmental pollution, and negative impacts on non-target organisms. Therefore, safer and more environmentally friendly control methods are needed, one of which is the use of larvicides made from natural ingredients, namely betel leaf extract (*Piper betle* L.). This study aims to determine the effectiveness of betel leaf extract in killing *Aedes aegypti* mosquito larvae at the third instar stage, as well as to determine the optimal concentration and duration of exposure. The method used was a laboratory experiment with the maceration method and larval selection using a completely randomized design (CRD). Extraction was performed using the maceration method with ethanol, and tested at concentrations of 0.05%, 0.1%, and 1% on 20 larvae for each treatment for 48 hours. The results of the study showed that betel leaf extract effectively killed 100% of the larvae at all concentrations, namely 0.05%, 0.1%, and 1% within a maximum time of 16 hours. The probit test showed an LC₉₀ value of 0.105%. The higher the concentration, the faster the larvae died. No deaths were found in the control group, indicating that the deaths were caused by the test material.

Keywords: *Aedes aegypti*, betel leaf, *Piper betle* L., plant-based larvicide, LC90, LT90

ABSTRAK

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Upaya pengendalian vektor yang umum digunakan, seperti insektisida kimia, menimbulkan berbagai masalah seperti resistensi, pencemaran lingkungan, dan dampak negatif terhadap organisme non-target. Oleh karena itu, diperlukan cara pengendalian yang lebih aman dan ramah lingkungan, salah satunya dengan menggunakan larvasida dari bahan alami, yaitu ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif ekstrak daun sirih dalam membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* pada tahap instar III, serta menentukan konsentrasi dan durasi paparan yang paling baik. Metode yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium dengan metode maserasi dan pemilihan larva menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol, dan diuji pada konsentrasi 0,05%, 0,1%, dan 1% terhadap 20 larva untuk setiap perlakuan selama 48 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih efektif membunuh 100% larva pada semua konsentrasi yaitu 0,05%, 0,1%, dan 1% dalam waktu maksimal 16 jam. Uji probit menunjukkan nilai LC₉₀ sebesar 0,105%. Semakin tinggi konsentrasi, semakin cepat kematian larva terjadi. Tidak ditemukan kematian pada kelompok kontrol, menandakan bahwa kematian disebabkan oleh bahan uji.

Kata Kunci: *Aedes aegypti*, daun sirih, *Piper betle* L., larvasida nabati, LC90, LT90

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus Dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini biasanya ditandai dengan demam tinggi yang muncul secara mendadak selama 2 hingga 7 hari tanpa penyebab yang jelas, serta gejala lain seperti kelemahan, kegelisahan, nyeri di bagian ulu hati, dan perdarahan pada kulit yang terlihat dalam bentuk bintik-bintik perdarahan (petechiae) atau ruam (purpura). Beberapa kasus juga dapat disertai dengan mimisan, muntah darah, penurunan kesadaran, serta berisiko menyebabkan syok atau bahkan kematian (Kemenkes, 2022).

Aedes aegypti merupakan vektor utama yang menyebarkan penyakit DBD di Indonesia. Nyamuk ini biasa bertelur di genangan air yang ada di dalam wadah buatan seperti, bak mandi, drum, gentong, dan ember, serta tempat penampungan air alami seperti lubang di pohon, daun pisang, pelepah daun keladi, dan lubang batu. Selain itu, nyamuk ini juga bisa bertelur di tempat-tempat yang bukan wadah penampungan air, seperti vas bunga, ban bekas, dan botol bekas yang digunakan burung minum. (Azhari et al, 2017:13)

Di Asia Tenggara tepatnya di Filipina penyakit demam berdarah dengue pertama kali ditemukan pada tahun 1954, dan kemudian menyebar ke berbagai negara lainnya (WHO, 2014). Pada tahun 2024, hingga 1 Juli, tercatat 149.866 kasus DBD terkonfirmasi di Indonesia. (Kamal, 2024). Di Provinsi Lampung terdapat 7.329 kasus DBD sepanjang Januari- September 2024 (Dinkes, 2024). Pada tahun 2023, tercatat 27 kasus DBD di Kecamatan Kemiling, yang merupakan jumlah tertinggi di Kota Bandar Lampung. (BPS Kota, 2024).

Upaya pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* di Indonesia saat ini masih fokus pada pengendalian vektor yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat. Berbagai program nasional telah dimulai sejak tahun 1980-an, seperti penggunaan larvasida, fogging, kelambu, serta program 3M (menutup, menguras, dan mendaur ulang barang bekas), juru pemantau jentik (jumantik), pemberantasan sarang nyamuk (PSN),

komunikasi untuk dampak perilaku (COMBI), hingga Gerakan 1 Rumah 1 Jumantik (G1R1J) (Sulistiyawati, 2020). Standar baku mutu pengendalian vektor nasional untuk dengue yang berlaku saat ini menetapkan angka bebas jentik (ABJ) sebesar $\geq 95\%$. Namun, data yang terkumpul dalam 12 tahun terakhir menunjukkan bahwa standar tersebut belum tercapai secara nasional (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021).

Pemerintah telah melakukan berbagai langkah untuk mengatasi dan mencegah gigitan nyamuk, seperti menutup tempat penyimpanan air bersih, mengubur barang-barang bekas, melakukan pengasapan (fogging), serta menggunakan bubuk abate pada tahap pendewasaan nyamuk (Kemenkes, 2023). Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* bisa dilakukan dengan cara mekanik, biologis, atau kimiawi. Salah satu cara yang sering digunakan adalah dengan cara kimiawi menggunakan insektisida, karena dianggap lebih cepat dan efektif. Meski demikian, penggunaan insektisida juga bisa menyebabkan masalah, seperti merusak lingkungan, membunuh hewan pemangsa alami, membuat nyamuk menjadi tahan terhadap obat, serta berpotensi membahayakan hewan peliharaan dan manusia. (Ariani, 2016:21)

Selama ini, pemerintah mendorong masyarakat untuk kampanye penyuluhan, fogging, pemberantasan sarang nyamuk dan menggunakan bubuk abate (temefos) sebagai untuk mengendalikan vektor penyebab DBD. Namun, penggunaan temefos secara berkelanjutan dalam pengendalian vektor dapat menyebabkan resistensi terhadap larvasida tersebut, mengingat sifat transovarial pada nyamuk (Kemenkes, 2024). Berbagai dampak negatif dari penggunaan insektisida kimia mendorong penelitian untuk menemukan metode pengendalian vektor yang lebih aman, sederhana, dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dikembangkan adalah penggunaan insektisida nabati (bioinsektisida) yang berasal dari ekstrak tumbuhan. Beberapa keluarga tumbuhan yang dianggap memiliki potensi sebagai sumber insektisida nabati antara lain Meliaceae, Annonaceae, Astraceae,

Piperaceae, dan Rutaceae. (Kardinan, 2002).

Daun sirih (*Piper betle* L.) merupakan bagian dari famili Piperaceae (sirih-sirihan) yang mengandung minyak atsiri dansenyawa alkaloid. Selain minyak atsiri, daun siri juga mengandung senyawa tanin, saponin, sianida, flavonoid, dan alkaloid, yang semuanya dapat berfungsi sebagai insektisida. (Sengupta R,2013:3) Alkaloid adalah senyawa khusus dapat membunuh larva, yang cara kerjanya mirip dengan abate (temephos), karena dapat menjadi racun di dalam tubuh larva. Ketika alkaloid dan flavonoid masuk ke dalam tubuh larva, senyawa- senyawa tersebut menyebabkan kerusakan pada sistem pencernaan larva dan mengganggu reseptor rasa di mulut larva. Hal ini mengurangi kemampuan larva untuk mengenali makanan, sehingga menyebabkan kematian larva akibat kelaparan (Hamzah, 2018). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rosyadi & Swastika (2020) menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L.) lebih efektif dalam membunuh larva, dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak tersebut, semakin besar peningkatan mortalitas larva. Pemanfaatan insektisida alami yang berasal dari tanaman terbukti lebih aman karena mengandung zat aktif yang bersifat toksik terhadap serangga, namun mudah terdegradasi di alam, sehingga tidak mencemari lingkungan dan lebih aman bagi manusia (Anggriany dan Tarigan, 2018).

METODE

Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai uji ekstrak daun sirih sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*

dengan metode maserasi perlu dilakukan. Bahan yang digunakan meliputi daun sirih segar yang diperoleh dari kebun lokal, etanol 96% sebagai pelarut, serta larva *Aedes aegypti* instar III hasil pemeliharaan koloni. Peralatan yang digunakan antara lain gelas ukur, erlenmeyer, pipet tetes, gelas beaker, saringan kertas, timbangan analitik, dan mikropipet. Ekstraksi daun sirih dilakukan dengan metode maserasi. Sebanyak 500 gram daun sirih kering yang telah dihaluskan diekstraksi menggunakan 2 liter etanol. Bioassay, Siapkan wadah yang telah terisi air untuk meletakkan sampel larva instar III *Aedes aegypti*. Larva instar III *Aedes aegypti* masing-masing 20 ekor untuk setiap konsentrasi dimasukkan ke dalam wadah tadi lalu ditambahkan ekstrak daun sirih pada konsentrasi 0,05%, 0,1%, dan 1%. dan blanko. Lakukan pengamatan pada larva untuk setiap perlakuan konsentrasi 0,05%, 0,1%, dan 1%.dan blanko. Lakukan perhitungan kematian larva selama 48 jam. Standar Operasi Prosedur (SOP) ini menjelaskan proses yang harus diikuti untuk mengevaluasi kerentanan vektor bahwa durasi pengamatan adalah 24 jam setelah paparan larva terhadap larvasida. Namun, untuk larvasida bekerja lambat, pengamatan dapat diperpanjang hingga 48 jam. (WHO, 2016)

HASIL

Berdasarkan tabel 1 hasil penelitian pada uji ekstrak daun sirih pada larva nyamuk *Aedes aegypti* dapat diketahui banyaknya larva yang mati pada konsentrasi 1% dengan mortalitas 100%.

Tabel 1. Jumlah Larva Mati

Konsentrasi	Waktu (jam)	Mortalitas (%)
0.05	8	100
0.1	12	100
1	8	100
Kontrol	48	0

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat tiga perlakuan dengan konsentrasi ekstrak daun sirih

(*Piper betle* L.), yaitu 0,05%, 0,1%, dan 1%, serta kontrol negatif berupa akuades. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjungkarang,

selama bulan Mei 2025. Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas yang memadai untuk pengujian larvasida dengan kondisi lingkungan yang terkontrol. 0,1%, efek larvasida terlihat lebih cepat. Mortalitas 50% tercapai pada jam ke-8, dan semua larva mati (100%) pada jam ke-12. Sementara itu, pada konsentrasi 1%,

kematian larva sangat cepat terjadi; mortalitas 100% tercapai hanya dalam waktu 8 jam setelah paparan. Kontrol negatif (akuades) tidak menunjukkan kematian larva selama 48 jam pengamatan, yang menunjukkan bahwa kematian pada kelompok larva disebabkan karena efek ekstrak daun sirih.

Tabel 2. Batas Kepercayaan (LD50 dan LD90)

Probability Bound	Estimate Bound	Lower	Upper
.100	0.008	-.032	.028
.300	.037	.013	.052
.500	.057	.041	.073
.700	.077	.062	.099
.900	.105	.086	.145

Untuk menentukan LD50 (Lethal Dose yang membunuh 50% populasi larva) lihat pada baris dengan probability = 0.500 (50%). LD90 (Lethal Dose yang membunuh 90% populasi larva), kita lihat pada baris dengan Probability = 0.900 (90%) pada tabel Confidence Limits for konsentrasi. Berdasarkan hasil analisis Probit: Nilai LD50 = 0.057 berarti konsentrasi yang diperkirakan efektif membunuh 50% larva adalah 0.057 (dalam satuan yang digunakan dalam penelitian, misalnya %, ppm, mg/L,

tergantung eksperimen), dengan tingkat kepercayaan 95% bahwa nilai sebenarnya berada antara 0.041 hingga 0.073. Nilai LD90 = 0.105 berarti konsentrasi yang diperkirakan efektif membunuh 90% larva adalah 0.105 (dalam satuan yang digunakan dalam penelitian, misalnya %, ppm, mg/L, tergantung eksperimen), dengan tingkat kepercayaan 95% bahwa nilai sebenarnya berada antara 0.086 hingga 0.145.

PEMBAHASAN

Berdasarkan uji ekstrak daun sirih dalam membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* yang telah dilakukan didapatkan hasil seperti Hasil pengamatan yaitu pada konsentrasi 0,05% semua larva mati dengan total kematian 20 larva. pada konsentrasi 0,1% semua larva mati dengan total kematian 20 larva. pada konsentrasi 1% semua larva mati dengan total kematian 20 larva. Pengujian efektivitas ekstrak daun sirih dalam membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* Instar III melalui pengamatan langsung terhadap tiap perlakuan dengan masing - masing sebagai kontrol dan konsentrasi 0,05%, 0,1%, dan 1% sebagai perlakuan. Masing-masing konsentrasi diuji selama 48 jam. Jumlah larva nyamuk *Aedes aegypti* yang digunakan pada masing-masing beaker glass adalah 20 ekor.

Larva *Aedes aegypti* berasal dari telur *Aedes aegypti* yang berasal dari Balai Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Batu Raja, Sumatera Selatan.

Media tempat penyimpanan telur *Aedes aegypti* diletakkan dipermukaan kertas dan kering. Telur yang akan di tetaskan menjadi larva dimasukkan dalam wadah yang berisi air bersih, dengan suhu ruang 25°C - 27°C.

Pengendalian vektor dapat dilakukan melalui pendekatan fisik, kimia, dan biologi. Salah satu metode kimiawi yang umum digunakan adalah aplikasi insektisida. Namun, penggunaan insektisida sintesis dalam jangka panjang memiliki dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan, resistensi serangga, serta risiko terhadap organisme non-target. Oleh karena itu, pendekatan alternatif yang lebih ramah lingkungan perlu dikembangkan, salah satunya adalah penggunaan insektisida nabati (bioinsektisida).

Insektisida nabati merupakan senyawa alami yang diperoleh dari ekstrak tanaman dan memiliki potensi sebagai larvasida. Dalam penelitian ini, digunakan ekstrak daun sirih (*Piper betle*

L.), yang dikenal mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut bekerja melalui mekanisme yang bervariasi, antara lain merusak sistem pencernaan larva, mengganggu transmisi impuls saraf, meningkatkan permeabilitas membran sel, serta menghambat penyerapan nutrisi pada tubuh larva, yang pada akhirnya menyebabkan kematian.

Ekstraksi senyawa aktif dari daun sirih dilakukan melalui metode maserasi, yaitu proses perendaman simplisia dalam pelarut (etanol) untuk menarik kandungan bioaktif secara efisien. Metode ini dipilih karena sederhana, ekonomis, serta efektif dalam mempertahankan stabilitas senyawa yang bersifat termolabil. Selain maserasi, dikenal juga metode lain seperti refluks, perkolasi, dan destilasi, yang masing-masing memiliki kelebihan dan keterbatasan tergantung pada karakteristik bahan dan tujuan ekstraksi.

Hasil uji larvasida menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih pada konsentrasi 0,05%, 0,1%, dan 1% efektif menyebabkan kematian larva *Aedes aegypti* instar III dalam waktu 16 jam. Hal ini sejalan dengan teori bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak sebanding dengan percepatan waktu kematian larva, serta mendukung bahwa senyawa aktif dalam daun sirih bersifat toksik terhadap vektor nyamuk. Tidak adanya kematian pada kelompok kontrol memperkuat bahwa efek mortalitas pada larva disebabkan oleh zat aktif dari daun sirih, bukan oleh faktor eksternal.

Penelitian oleh Hamzah (2018) menunjukkan bahwa larutan daun sirih dengan konsentrasi 3%, 2%, dan 1% mampu membunuh 100% larva nyamuk dalam waktu 24 jam. Sementara itu, Maharani (2016) menemukan bahwa ekstrak daun sirih dengan konsentrasi 0,02%, 0,04%, 0,08%, 0,16%, dan 0,32% mampu membunuh 100% larva nyamuk dalam jangka waktu 24 jam, terutama pada konsentrasi 0,32%. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan daun sirih yang diberikan, maka semakin tinggi dan cepat juga kematian larva. Kematian larva dipengaruhi oleh kandungan kimia pada daun sirih yaitu seperti saponin, tanin,

alkaloid, dan flavanoid. Penelitian yang dilakukan oleh Rosman dan Sulaiman (2006) menyatakan bahwa daun sirih memiliki kandungan alkaloid yang dapat menghambat enzim astelikolin transferase, serta mengganggu transmisi impuls saraf. Hal ini menyebabkan kejang, kelumpuhan, dan akhirnya larva mati. Sedangkan flavonoid dan tanin mengganggu fungsi organ pencernaan serta menurunkan kemampuan larva dalam menyerap nutrisi. Saponin turut mempercepat kematian dengan merusak integritas membran sel.

Berdasarkan hasil penelitian, seluruh konsentrasi uji (0,05%, 0,1%, dan 1%) menunjukkan efektivitas larvasida dengan menyebabkan kematian 100% larva dalam waktu 16 jam. Konsentrasi 1% menunjukkan efek toksik paling cepat, mencapai kematian total dalam waktu 10,5 jam. Hal ini sesuai dengan kerangka teori bahwa semakin tinggi konsentrasi bioinsektisida, maka semakin kuat dan cepat efek toksiknya terhadap larva. Kandungan aktif dalam daun sirih seperti alkaloid, flavonoid, dan minyak atsiri berperan dalam merusak sistem saraf dan pencernaan larva, sehingga menyebabkan kematian.

Waktu kematian larva bervariasi tergantung pada konsentrasi. Semakin tinggi konsentrasi, semakin cepat larva mati. Konsentrasi 1% menunjukkan kematian paling awal (dimulai sejak 1,5 jam), sedangkan 0,05% membutuhkan waktu hingga 16 jam untuk mencapai kematian total. Ini mendukung teori bahwa efektivitas larvasida tidak hanya bergantung pada dosis tetapi juga pada durasi kontak antara senyawa aktif dengan tubuh larva. Efek larvasida ini kemungkinan besar disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif dalam daun sirih, seperti eugenol, alkaloid, flavonoid, tannin, dan saponin. Eugenol, sebagai komponen utama minyak atsiri daun sirih, bersifat lipofilik sehingga dapat dengan cepat menembus kutikula larva dan mengganggu fungsi sistem saraf pusat dengan menghambat enzim asetilkolinesterase. Inhibisi enzim ini menyebabkan akumulasi asetilkolin di sinapsis saraf, yang pada akhirnya menimbulkan kelumpuhan (paralisis) dan kematian pada larva (Hamzah, 2018).

Selain itu, flavonoid diketahui

berperan sebagai antifeedant dan mampu menghambat enzim pencernaan sehingga larva tidak mendapatkan nutrisi yang cukup untuk bertahan hidup. Tannin dan saponin dapat merusak membran sel larva, menyebabkan gangguan osmoregulasi yang berakibat pada lisis sel. Keunggulan penggunaan larvasida nabati adalah sifatnya yang biodegradable (mudah terurai di alam) dan aman bagi organisme non-target, termasuk ikan dan manusia, sehingga tidak menimbulkan bioakumulasi seperti temephos. Namun, kelemahannya adalah kestabilan senyawa aktif yang relatif rendah karena degradasi oleh sinar UV, suhu tinggi, dan pH air (WHO, 2014). Oleh karena itu, diperlukan inovasi formulasi seperti enkapsulasi mikro atau pengemulsi untuk memperpanjang masa aktif larvasida nabati ini di lingkungan. Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting sebagai alternatif pengendalian vektor ramah lingkungan di daerah endemis DBD. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu hanya dilakukan dalam kondisi laboratorium yang terkontrol. Uji lapangan perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun sirih terhadap populasi nyamuk di habitat alami serta potensi efek samping pada biota air.

SIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak daun sirih (Piper betle L.) memiliki efektivitas sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti*. Semua konsentrasi yang diuji (0,05%, 0,1%, dan 1%) mampu menyebabkan kematian 100% larva dalam waktu maksimal 16 jam. Semakin tinggi konsentrasi, semakin cepat waktu kematian larva terjadi. Konsentrasi 1% menunjukkan kematian paling cepat, dimulai dari 1,5 jam dan mencapai total kematian sebelum 10,5 jam. Ekstrak daun sirih mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin yang bekerja dengan merusak sistem saraf dan pencernaan larva, serta menghambat proses makan, sehingga menyebabkan kematian.

Tidak ditemukan kematian pada kelompok kontrol (blanko), yang membuktikan bahwa kematian larva disebabkan oleh ekstrak daun sirih, bukan oleh faktor lingkungan atau media uji.

Analisis Probit menghasilkan nilai LD_{50} sebesar 0,057% dan LD_{90} sebesar 0,105%, yang menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih memiliki toksisitas tinggi terhadap larva nyamuk. Hasil ini mendukung potensi ekstrak daun sirih sebagai alternatif larvasida nabati yang ramah lingkungan untuk pengendalian vektor DBD.

SARAN

Penelitian lanjutan perlu dilakukan pada skala lapangan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak daun sirih dalam kondisi lingkungan alami serta terhadap populasi *Aedes aegypti* liar. Selain itu, uji toksisitas terhadap organisme non-target seperti ikan dan serangga air sangat dianjurkan untuk memastikan keamanan ekologis larvasida ini. Pengembangan formulasi berbasis ekstrak daun sirih, misalnya dalam bentuk enkapsulasi atau mikroemulsi, juga disarankan agar masa aktifnya lebih stabil di lingkungan terbuka. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah dalam pengendalian vektor berbasis bahan alami sebagai alternatif insektisida kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani. (2022). *Ekologi Dan Entomologi Vektor Demam Berdarah Dengue Aedes Aegypti*. Surabaya: Kurnia Group.
- Azhari, A.R. (2017). *Studi Korelasi Antara Faktor Iklim dan Kejadian Demam Berdarah Dengue*.
- Anggriani, V, Tarigan, J. (2018). *Efektifitas Sediaan Lotion Ekstrak Kulit Jeruk Lemon (Citrus Lemon) Sebagai Anti Nyamuk Aedes Aegypti* Jurnal Dunia Farmasi.
- Dinas Kesehatan. (2024). *Kasus Demam Berdarah Dengue Di Provinsi Lampung Sepanjang 2024*. Lampung.
- Ditjen Yankes. (2024). *Demam Berdarah Dengue Seperti Apa Cara Penularannya*. Klaten
- Hamzah, R. S. (2018). *Uji Efektifitas Ekstrak Daun Sirih Merah Dan Daun Sirih Hijau Terhadap Kematian Larva Aedes Sp*. Available at: <http://repository.unimus.ac.id/2931/1/MANUSCKRIPT.pdf>. Tanggal Akses 17 Februari 2024

- Kamal, M. (2024). *Indonesia Mengambil Tindakan Tegas dan Perintis Untuk Memperkuat Pengawasan Kolaboratif Multisumber Terhadap Demam Berdarah*. Indonesia: WHO.
- Kardinan, A. (2002). *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Strategi Nasional Penanggulangan Dengue 2021-2025*, Jakarta
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Pengertian Demam Berdarah Dengue*. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2024). *Strategi Penanggulangan Penyakit Demam Berdarah Dengue Berbasis Masyarakat*. Indonesia.
- Kemkes. (2023). *Pemberantasan Sarang Nyamuk Dengan 3M Plus Cara Mencegah Demam Berdarah Dengue Membawa Virus Pada Manusia*. Ayo Sehat.
- Lady Yunita Handoyo, D. and Pranoto, M.E. (2020) 'Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Pembuatan Simplisia Daun Mimba (*Azadirachta Indica*)', *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1(2), pp. 45–54. Available at: <https://doi.org/10.35316/tinctura.v1i2.988>.
- Mahararni, S.F. (2016). *Efektivitas Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle Linn) Sebagai Larvasida Terhadap Larva Culex sp INSTAR III/IV*. [Skripsi]. JAKARTA: Program Studi Kedokteran Dan Profesi Dokter Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan UIN SYARIF HIDAYATULLAH
- Manu, R.R.S. (2013) 'Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun beluntas (*Calyptra*: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya, 2(1), pp. 1–10.
- Rosman, R dan S, Suhirman. (2006). *Sirih Tanaman Obat Yang Perlu Mendapat Sentuhan Teknologi Budaya*. Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Indsutri Vol 12 NO 1
- Sengupta, R. (2013). *Ulasan Tentang Daun Sirih (Piper Betle L.)*. Jurnal Internasional Ilmu Dan Penelitian Farmasi.
- Stelljes, KB. (2014). *Pertanyaan Tentang Jeruk Lemon (Citrus Lemon)*
- Sya'bana, D. H. (2020). *Uji Larvasida Ekstrak Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L) Pada Larva Aedes Aegypti*. Karya Tulis Ilmiah.
- Wowor, R. (2017). *Pengaruh Kesehatan Lingkungan terhadap Perubahan Epidemiologi Demam Berdarah di Indonesia*.
- WHO. (2005). *Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvacides*. In World Health Organization.
- WHO. (2016). *Monitoring and managing insecticide resistance in Aedes aegypti mosquito populations*.