

**UJI DAYA BUNUH EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*AVERRHOA BILIMBI*)
TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes Aegypti*****Adhrian Yoel Amalo^{1*}, Soni Doke², Agus Setyobudi³, Mustakim Sadan⁴, Tanti Rahayu⁵**¹⁻⁵Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Nusa Cendana

Email Korespondensi: adrian21amalo@gmail.com

Disubmit: 14 Januari 2026 Diterima: 11 Agustus 2026 Diterbitkan: 01 September 2026
Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v6i9.24534>**ABSTRACT**

Aedes aegypti is the primary vector of dengue fever, and chemical larvicides are still widely used even though they may cause environmental pollution and insect resistance. Therefore, plant-based larvicides are needed as safer alternatives. Daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) contains secondary metabolites that are suspected to have larvicidal activity. Purpose to determine the larvicidal effect of *Averrhoa bilimbi* leaf extract on *Aedes aegypti* larvae. This experimental study used a Posttest With Control Group design with four treatment groups: control, 0.15%, 0.30%, and 0.60%. Each group consisted of 10 larvae and was replicated three times. Mortality was observed for 24 hours, followed by statistical analysis (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney) and probit analysis to determine LT50. Mean mortality increased with higher concentrations, reaching 36% at 0.15%, 56% at 0.30%, and 76% at 0.60%, while no mortality occurred in the control group. The Kruskal-Wallis test showed a significant difference among groups ($p < 0.05$). The Mann-Whitney test revealed significant differences between the control and each concentration ($p = 0.034$) as well as among concentrations ($p = 0.043$). Probit analysis indicated LT50 values of 19.8 hours at 0.30% and 14.6 hours at 0.60%, whereas 0.15% did not reach 50% mortality within 24 hours. Bilimbi leaf extract demonstrates significant larvicidal activity against *Aedes aegypti*, with increasing effectiveness at higher concentrations and longer exposure times. The extract shows potential as a plant-based larvicide; however, further research with broader concentration ranges and larger sample sizes is recommended.

Keywords: *Aedes Aegypti*, *Averrhoa Bilimbi*, Plant-Based Larvicide.**ABSTRAK**

Aedes aegypti merupakan vektor utama demam berdarah. Penggunaan insektisida kimia dalam jangka panjang dapat menimbulkan resistensi dan dampak lingkungan, sehingga diperlukan alternatif larvasida berbahan nabati. Daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) diketahui mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai larvasida. Tujuan mengetahui daya bunuh ekstrak daun belimbing wuluh terhadap larva *Aedes aegypti*. Penelitian eksperimental dengan rancangan Posttest With Control Group pada empat kelompok: kontrol, 0,15%, 0,30%, dan 0,60%. Setiap kelompok terdiri dari 10 larva dan diulang tiga kali. Pengamatan mortalitas dilakukan selama 24 jam. Data

dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, serta analisis probit untuk menentukan nilai LT50. Rata-rata mortalitas meningkat seiring kenaikan konsentrasi, yaitu 36% (0,15%), 56% (0,30%), dan 76% (0,60%), sedangkan kontrol tidak menunjukkan kematian. Uji Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan mortalitas yang signifikan antar kelompok ($p < 0,05$). Uji Mann-Whitney menunjukkan perbedaan signifikan antara kontrol dan setiap konsentrasi ($p = 0,034$), serta antar-konsentrasi ($p = 0,043$). Analisis probit menunjukkan nilai LT50 sebesar 19,8 jam pada konsentrasi 0,30% dan 14,6 jam pada konsentrasi 0,60%, sedangkan konsentrasi 0,15% tidak mencapai 50% kematian dalam 24 jam. Ekstrak daun belimbing wuluh memiliki daya bunuh yang bermakna terhadap larva *Aedes aegypti*, dengan efektivitas yang meningkat seiring peningkatan konsentrasi dan waktu paparan. Ekstrak ini berpotensi dikembangkan sebagai larvasida nabati, namun diperlukan penelitian lanjutan dengan variasi konsentrasi lebih luas dan ukuran sampel lebih besar.

Kata Kunci: *Aedes Aegypti*, *Averrhoa Bilimbi*, Larvasida Nabati.

PENDAHULUAN

Demam berdarah dengue masih menjadi permasalahan di negara-negara tropis seperti Indonesia (Kemenkes, 2022). Penyebab utama manusia terkena DBD diakibatkan terserang virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Terdapat berbagai upaya yang dapat dilakukan guna mencegah penyakit DBD, salah satu caranya adalah dengan membatasi perkembangan vektor pembawa virus, salah satu cara yang paling mudah diterapkan adalah dengan mengontrol proses perkembangbiakan nyamuk dengan teknik larvasida (WHO, 2011). Pemanfaatan insektisida kimia merupakan cara yang efektif karena dapat dengan instan membunuh nyamuk, namun penggunaan secara terus-menerus tanpa kontrol yang jelas dapat menimbulkan masalah lain berupa resistensi jentik pada bahan kimia, toksisitas terhadap organisme non-target, serta pencemaran lingkungan (Rohmah et al., 2020). Hal tersebut mendorong penggunaan alat pengendalian alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Alternatif yang berpotensi adalah pemanfaatan tanaman

sebagai larvasida nabati. Larvasida nabati merupakan sediaan yang berasal dari berbagai bagian tumbuhan, seperti daun, batang, biji, atau buah, yang mengandung senyawa aktif dan mampu menghambat aktivitas biologis sehingga larva mati (Rumape et al., 2018). Tanaman yang diduga mengandung senyawa kimia yang dapat mengganggu pertumbuhan larva *Aedes aegypti* adalah daun Belimbing wuluh. Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) merupakan tanaman yang sering kita jumpai di Indonesia, bagian tanaman seperti daun memiliki kandungan metabolit sekunder yang dapat meningkatkan angka mortalitas (Yunus et al., 2018).

Peningkatan konsentrasi ekstrak diyakini akan meningkatkan jumlah senyawa aktif yang berinteraksi dengan tubuh larva sehingga memengaruhi tingkat kematian. Oleh karena itu, konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh menjadi variabel penting yang diuji dalam penelitian ini. Selain konsentrasi, lama waktu paparan menjadi salah satu kunci untuk menentukan efektivitas ekstrak daun belimbing wuluh dalam membunuh larva. Semakin lama larva terpapar

senyawa aktif, semakin besar kemungkinan terjadinya gangguan pada sistem pencernaan, respirasi, dan metabolisme. Pengamatan berbasis waktu juga memungkinkan penentuan kecepatan kerja larvasida melalui parameter LT50 (*Lethal Time*), semakin cepat waktu yang diperlukan untuk membunuh 50% populasi dari larva yang diuji maka semakin efisien ekstrak tersebut bekerja. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa Paparan ekstrak tanaman dapat menimbulkan perubahan struktur pada usus tengah (midgut) larva. Kerusakan tersebut mengganggu proses pencernaan dan penyerapan nutrisi, sehingga larva kehilangan kemampuan untuk mempertahankan kestabilan fungsi metabolisme dan akhirnya berujung pada kematian (Rohmah et al., 2020)

Mortalitas larva merupakan salah satu indikator utama untuk menilai efektivitas larvasida (Jemi et al., 2019). Persentase larva yang mati setelah paparan mencerminkan respons biologis larva terhadap senyawa aktif dalam ekstrak. Pada penelitian ini, mortalitas larva *Aedes aegypti* diukur selama 24 jam paparan sebagai tolok ukur efektivitas perlakuan. Selain itu, nilai LT50 digunakan sebagai indikator tambahan untuk menilai seberapa cepat ekstrak bekerja membunuh 50% populasi larva, sehingga memungkinkan perbandingan antar konsentrasi secara lebih komprehensif (Yunus et al., 2018)

Sejumlah penelitian sebelumnya melaporkan bahwa ekstrak buah maupun daun belimbing wuluh mampu meningkatkan mortalitas larva *Aedes spp.*, namun sebagian masih terbatas pada bentuk sediaan atau konsentrasi tertentu, dan belum banyak yang mengkaji hubungan antara konsentrasi, waktu paparan, mortalitas, serta nilai LT50 secara

bersamaan (Rohmah et al., 2020; Yunus et al., 2018) Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti*, sekaligus mengevaluasi nilai LT50 sebagai parameter efektivitas. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan larvasida nabati sebagai alternatif yang lebih aman serta menjadi bahan pertimbangan dalam strategi pengendalian vektor di masyarakat dan menjadi kunci pemanfaatan tanaman-tanaman lokal khususnya di daerah Nusa Tenggara Timur.

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Demam Berdarah Dengue

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang menyebabkan host (manusia) terinfeksi virus dengue yang ditularkan oleh vektor utama yaitu melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (Kemenkes RI, 2022). Aktif menggigit pada pagi dan sore hari. Dengan kemampuan adaptasi yang tinggi nyamuk ini dapat bertahan dalam kondisi apapun. Upaya pengendalian DBD menekankan pengurangan populasi vektor melalui pemberantasan sarang nyamuk, pengelolaan lingkungan, dan penggunaan larvasida (Kemenkes RI, 2021; WHO, 2011)

Penggunaan insektisida kimia memang memberikan dampak relatif cepat, namun pemakaian berulang berpotensi menimbulkan resistensi nyamuk, pencemaran lingkungan, dan risiko toksik bagi manusia. Oleh sebab itu, pendekatan berbasis insektisida nabati menjadi alternatif pengendalian vektor yang lebih aman, biodegradable, dan berkelanjutan (Rumape et al., 2018)

Pengertian Nyamuk *Aedes Aegypti* Sebagai Vektor

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan spesies yang sangat mudah untuk beradaptasi dengan lingkungan permukiman. Air bersih menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*. Tempat-tempat yang mampu menampung air seperti bak mandi, drum, ember, atau ban bekas menjadi tempat yang sering menjadi tempat nyamuk bertelur. Selain nyamuk dewasa yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya telur nyamuk *Aedes aegypti* juga memiliki kemampuan untuk bertahan meski dalam kondisi kering dan akan menetas pada saat telur terendam air kembali. Siklus hidupnya meliputi 4 tahap, yaitu telur, jentik, kepompong, dan nyamuk dewasa. Tahap larva berlangsung di air dan menjadi target utama intervensi karena relatif mudah dijangkau.

Kebiasaan menggigit pada pagi dan sore hari serta kedekatan dengan aktivitas manusia menyebabkan *Aedes aegypti* menjadi vektor yang sangat efisien dalam penyebaran virus dengue (WHO, 2011). Pada fase larva, gangguan terhadap proses makan, pernapasan, atau perkembangan jaringan dapat menyebabkan kematian sebelum mencapai fase pupa dan fase dewasa. Oleh karena itu, pengendalian pada tahap ini dianggap lebih efektif dalam memutus rantai penularan dibandingkan hanya berfokus pada nyamuk dewasa yang memiliki resiko yang cukup besar bagi manusia.

Pengertian Manfaat dan Kandungan Daun Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh diketahui memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, dan insektisida karena kandungan metabolit sekundernya ((Hasim et al., 2019; Murniwati et

al., 2023). Penelitian lain melaporkan bahwa ekstrak daun atau buah *Averrhoa bilimbi* mampu meningkatkan mortalitas larva *Aedes aegypti* serta menimbulkan kerusakan pada jaringan midgut yang berperan dalam pencernaan (Islami et al., 2025; Riandi et al., 2019)

Larvasida nabati yang mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin yang dapat mengganggu sistem saraf, pencernaan, dan respirasi serangga. Berbagai tanaman telah dilaporkan memiliki efek larvasida terhadap *Aedes aegypti*, di antaranya daun pepaya, kirinyuh, dan pandan (Deviyani et al., 2023; Permatasari & Asri, 2021; Ramayanti & Febriani, 2016)

Pengertian Konsentrasi Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

Konsentrasi ekstrak merupakan faktor kunci dalam menentukan efektivitas larvasida nabati. Semakin tinggi konsentrasi, semakin besar jumlah senyawa metabolit sekunder yang berinteraksi dengan tubuh larva. Senyawa kimia seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin yang diketahui memiliki aktivitas toksik terhadap serangga (Hasim et al., 2019)

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak tanaman cenderung meningkatkan mortalitas serangga dan larva nyamuk. Hal ini terlihat pada penelitian larvasida berbasis tanaman lain serta pada penggunaan belimbing wuluh sebagai bahan larvasida (Ariani et al., 2019; Islami et al., 2025) Oleh karena itu, pengujian berbagai konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh penting untuk menentukan konsentrasi yang paling efektif tanpa menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan.

Pengertian Mortalitas Larva

Mortalitas larva merupakan indikator utama dalam pengujian larvasida. Persentase larva yang mati setelah paparan menunjukkan kemampuan senyawa aktif dalam merusak saluran pencernaan, sistem pernapasan, dan metabolisme larva. Beberapa penelitian membuktikan bahwa ekstrak tanaman, termasuk belimbing wuluh, mampu meningkatkan mortalitas larva *Aedes aegypti* melalui kerusakan jaringan midgut dan gangguan penyerapan nutrisi (Jemi et al., 2019; Riandi et al., 2019).

Penelitian mengenai pengendalian vektor DBD melalui pemanfaatan larvasida nabati menjadi penting karena penggunaan insektisida kimia berisiko menimbulkan resistensi, gangguan kesehatan, dan pencemaran lingkungan. Ekstrak daun belimbing wuluh berpotensi menjadi alternatif yang mudah diperoleh, relatif aman, dan ramah lingkungan. Penelitian ini memiliki signifikansi karena tidak hanya menilai mortalitas larva, tetapi juga menganalisis hubungan antara konsentrasi, waktu paparan, dan nilai LT₅₀ sebagai indikator kecepatan kerja larvasida. Hasil penelitian diharapkan berkontribusi secara ilmiah dalam pemanfaatan tanaman lokal sebagai larvasida nabati serta menjadi masukan bagi program pengendalian vektor di masyarakat, khususnya dalam mendukung strategi pengelolaan vektor yang lebih berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori, maka rumusan pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Apakah ekstrak daun belimbing wuluh memiliki daya bunuh terhadap jentik nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi 0,15%, 0,30%, dan 0,60% dalam waktu 24 jam?
2. Apakah terdapat perbedaan daya bunuh ekstrak daun belimbing wuluh antar konsentrasi 0,15%, 0,30%, dan 0,60% dibandingkan dengan kontrol?
3. Berapa lama waktu yang dibutuhkan ekstrak daun belimbing wuluh untuk membunuh jentik nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi 0,15%, 0,30%, dan 0,60%?

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bersifat kuantitatif dengan menggunakan rancangan *post-test only control group design*. Pendekatan kuantitatif digunakan karena seluruh variabel diukur secara numerik, terutama jumlah mortalitas larva pada tiap konsentrasi perlakuan, sehingga memungkinkan dilakukan analisis statistik secara objektif. Desain ini dipilih karena mampu membandingkan efek perlakuan dengan kelompok kontrol tanpa perlu melakukan pengukuran awal. Dalam penelitian ini, objek penelitian menggunakan vektor utama dari penyakit DBD yaitu larva nyamuk *Aedes aegypti*. Larva dipelihara terlebih dahulu dalam kondisi laboratorium yang terkontrol untuk memastikan keseragaman umur dan kondisi biologis. Perlakuan diberikan dengan cara memaparkan larva pada beberapa konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Setiap konsentrasi ditempatkan pada wadah terpisah dengan jumlah larva yang sama pada setiap replikasi.

Pengamatan dilakukan selama 24 jam untuk menilai jumlah larva yang mengalami kematian pada setiap kelompok perlakuan. Cara melihat larva yang mati yaitu dengan mengamati gerakan dan posisi tubuh yang tenggelam atau mengapung

tanpa respons ketika diberikan rangsangan. Data mortalitas kemudian dicatat secara sistematis pada lembar observasi dan diolah sebagai data numerik. Kelompok kontrol digunakan untuk memastikan bahwa kematian yang terjadi bukan disebabkan oleh faktor lain selain paparan ekstrak. Perbandingan mortalitas antara kelompok perlakuan dan kontrol dilakukan menggunakan uji statistik yang sesuai.

Hasil pengamatan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan mortalitas antar konsentrasi serta hubungan antara peningkatan konsentrasi ekstrak dan peningkatan angka kematian larva. Dengan demikian, rancangan penelitian kuantitatif ini memungkinkan peneliti menilai secara langsung efektivitas ekstrak daun belimbing wuluh sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* dalam kondisi laboratorium yang terkendali.

Populasi yang digunakan adalah larva instar II-III

Jumlah larva yang diambil dan disiapkan untuk menjadi sampel penelitian sebanyak 120 ekor. Seluruh larva yang memenuhi kriteria (aktif, tidak cacat, dan berada pada instar II-III) langsung digunakan sebagai unit uji, sehingga tidak dilakukan teknik pengambilan sampel tertentu.

Larva dibagi ke dalam empat kelompok:

1. Kelompok kontrol (tanpa ekstrak)
2. Perlakuan 0,15%
3. Perlakuan 0,30%
4. Perlakuan 0,60%

Setiap kelompok terdiri atas 3 ulangan, dengan 10 ekor larva per perlakuan pada setiap ulangan, sehingga total larva yang digunakan adalah 120 ekor. Setiap kelompok dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Federer

Alat ukur dan instrumen yang digunakan adalah lembar observasi kematian larva selama 24 jam, termometer, wadah ukur dan wadah uji berupa gelas bening atau cup

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan dari Komisi Etik Penelitian KEPK FKM UNDANA NO: 00413/KEPK FKM UNDANA/2025

Data mortalitas larva dihitung dalam bentuk presentase kematian larva pada setiap perlakuan untuk setiap pengulangan (3 kali pengulangan). Untuk mengetahui perbedaan daya bunuh tiap konsentrasi dilakukan uji statistik uji one way ANOVA, namun karena data tidak normal maka dilanjutkan dengan uji Kuskal-Wallis dan uji Mann-Whitney untuk mengetahui perlakuan mana yang memiliki perbedaan yang signifikan dan dilanjutkan dengan analisis probit untuk mengetahui LT50 pada masing-masing konsentrasi uji statistik di hitung menggunakan software SPSS.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Jumlah Kematian Larva Setelah Diberi Perlakuan Selama 24 Jam

Konsentrasi	Ulangan I	%	Ulangan II	%	Ulangan III	%	Rata-rata Kematian	%
0,15%	4	40	4	40	3	30	3,6	36
0,30%	6	60	5	50	6	60	5,6	56
0,60%	8	80	7	70	8	80	7,6	76

Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0
Negatif								

Hasil tabel 1 menunjukan bahwa Pada nilai rata-rata mortalitas larva menunjukan bahwa rata-rata kematian larva tertinggi berada pada konsentrasi 0,60% dengan nilai rata-rata 7,6 (76%) dan nilai terendah terdapat pada konsentrasi 0,15% dengan nilai rata-rata 3,6 (36%)

Berdasarkan data diatas dapat di simpulkan bahwa ekstrak daun

belimbing wuluh pada konsentrasi 0,15%, 0,30% dan 0,60% memiliki daya bunuh terhadap larva nyamuk *aedes aegypti*. Data menunjukan adanya peningkatan kematian larva beriringan dengan peningkatan konsentrasi, dimana konsentrasi yang tinggi memiliki presentase kematian yang tinggi pula pada semua replikasi atau pengulangan.

Tabel 2. Uji Distribusi Data

Konsentrasi	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p value
0,15	,750	3	,000
0,30	,750	3	,000
0,60	,750	3	,000

Sebelum melakukan uji ANOVA satu arah, data yang didapatkan harus dilakukan uji terlebih dahulu sebagai syarat yaitu sebaran data normal atau distribusi normal. Untuk melakukan uji normalitas perlu menggunakan software SPSS,

dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk sebagai pengganti uji Kolmogorov-Smirnov karena data yang digunakan berukuran kecil. Nilai p pada seluruh kelompok konsentrasi >0.05, yang maknanya data berdistribusi normal.

Tabel 3. Uji Varians Data

Levene statistic	df1	df2	P value
5.333	3	8	0.026

Syarat lain untuk melakukan uji ANOVA satu arah adalah varians data sama atau homogen Untuk mengetahui varians data perlu dilakukan uji statistik menggunakan uji lavene. Berdasarkan hasil uji varians data pada tabel 3 diatas

didapatkan $p \text{ value} = 0.026$ ($p > 0.05$), maka dapat disimpulkan bahwa data tidak homogen. Oleh karena itu uji ANOVA satu arah diganti dengan alternatif uji nonparametrik lain berupa uji Kruskal-Wallis.

Tabel 4. Uji Kruskal -Wallis

Uji Kruskal-Wallis	
Test statistic	10.645
Df	3
P value	0.014

Perbedaan angka mortalitas pada masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada tabel 4. Berdasarkan hasil tabel 4 yang menunjukkan p value = 0.0014

($p < 0.05$) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan mortalitas larva antara kelompok konsentrasi

Tabel 5. Uji Mann-Whitney

Konsentrasi	P Value	Kemaknaan
Kontrol Dengan 0,15%	0.034	Signifikan
Kontrol Dengan 0,30%	0.034	Signifikan
Kontrol Dengan 0,60%	0.034	Signifikan
0,15% Dengan 0,30%	0.043	Signifikan
0,15% Dengan 0,60%	0.043	Signifikan
0,30% Dengan 0,60%	0.043	Signifikan

Untuk mengetahui letak perbedaan yang signifikan secara statistik di antara berbagai kelompok perlakuan, penelitian ini menggunakan uji post hoc dengan metode Uji Mann-Whitney. Hasil pada tabel 5 menyatakan bahwa semua kelompok perlakuan ketika dibandingkan secara berpasangan

memiliki p value < 0.05 , berdasarkan hasil uji Mann-Whitney dan hasil uji Kruskal-Wallis menegaskan perbedaan mortalitas antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan dan kelompok perlakuan dengan kelompok perlakuan lain signifikan.

Tabel 6. Analisis Probit

Konsentrasi	LT50 (Jam)	Fiducial Limit 95%	Chisquare	Slope
0.15	>24	0	0	0
0.30	19.8	15.4-31.6	.503	2.25
0.60	14.6	11.5-19.09	4.25	2.45

Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan ekstrak pada masing-masing konsentrasi untuk membunuh 50% jentik (LT50) diperlukan analisis probit. Hasil tabel 6 menyatakan bahwa konsentrasi 0,60% memiliki nilai LT50 paling rendah yaitu sekitar 14.6 jam, lalu konsentrasi 0,15% tidak mencapai angka kematian 50% selama 24 jam waktu paparan jadi

tidak dilakukan perhitungan, sedangkan konsentrasi 0,30% nilai LT50 bsekitas 19,8 jam. Hasil analisis LT50 tersebut menunjukkan adanya perbedaan kecepatan membunuh pada masing-masing konsentrasi dan nilai LT50 menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi, menandakan percepatan kematian larva seiring bertambahnya konsentrasi uji.

PEMBAHASAN

Daya Bunuh Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*

Frekuensi mortalitas larva nyamuk menunjukkan bahwa dengan

adanya perlakuan pemberian ekstrak daun belimbing wuluh pada larva nyamuk *aedes aegypti* memberikan efek larvasida terhadap jentik *Aedes aegypti*. Hal ini terlihat dari

meningkatnya angka kematian larva seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak yang diberikan. Pada konsentrasi 0,15%, kematian larva masih relatif rendah karena kandungan senyawa aktif yang terpapar pada larva belum cukup untuk menghambat fungsi biologis secara optimal. Namun, pada konsentrasi 0,30% dan 0,60%, angka mortalitas meningkat lebih tajam, menandakan bahwa jumlah senyawa toksik yang terakumulasi sudah mampu menimbulkan gangguan serius pada sistem metabolisme dan struktur tubuh larva.

Perbedaan frekuensi kematian antar konsentrasi ini juga memperlihatkan adanya hubungan dosis-respon (Rohmah et al., 2020), peningkatan dosis ekstrak pada kelompok perlakuan menghasilkan perbedaan angka kematian di setiap dosis dengan dosis yang tinggi memiliki angka kematian larva yang tinggi pula. Selain itu, angka mortalitas larva yang konsisten pada setiap replikasi menunjukkan bahwa efek larvasida ekstrak daun belimbing wuluh bersifat stabil dan dapat diandalkan.

Hasil penelitian lain yang mengkaji kandungan fitokimia daun belimbing wuluh melaporkan bahwa efek toksik dari tanaman berasal dari bagian-bagian seperti daun yang memiliki kandungan zat aktif (Rumape et al., 2018). Analisis fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh kaya akan metabolit sekunder yang berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman. Senyawa tersebut meliputi saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid yang diketahui memiliki aktivitas insektisidal. Senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan bekerja melalui beberapa mekanisme toksik terhadap larva. Saponin dapat meningkatkan permeabilitas membran sel sehingga kestabilan

cairan intraseluler terganggu, sementara flavonoid berperan menghambat berbagai enzim metabolik penting. Tanin cenderung berikatan dengan protein pada saluran pencernaan sehingga menurunkan kemampuan penyerapan nutrisi, sedangkan alkaloid dapat memicu gangguan pada sistem saraf dan menyebabkan kelumpuhan larva (Rohmah et al., 2020; Rumape et al., 2018). Sinergi antar senyawa tersebut memperkuat efek toksik yang timbul setelah larva terpapar ekstrak. Temuan ini mendukung bahwa ekstrak daun belimbing wuluh tidak hanya bersifat alami, tetapi juga memiliki mekanisme kerja biologis yang jelas. Dengan demikian, kandungan fitokimia daun belimbing wuluh berkontribusi langsung pada aktivitas larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* (Islami et al., 2025).

Penelitian serupa menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) efektif sebagai larvasida alami terhadap larva *Aedes aegypti*, dengan mortalitas mencapai 100% pada konsentrasi 2-3% setelah 24 jam pengamatan. Hasil ini sejalan dengan temuan bahwa kematian larva meningkat secara signifikan seiring konsentrasi ekstrak, didukung analisis statistik seperti ANOVA ($p < 0,05$). Studi lain melaporkan LC50 ekstrak buah *Averrhoa bilimbi* pada 1061,275 mg/L terhadap larva *Aedes aegypti*, mengonfirmasi potensi toksik konsentrasi-dependen yang konsisten antar replikasi. (Adrian et al., 2018).

Perbedaan Daya Bunuh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Pada Konsentrasi 0,15%, 0,30%, Dan 0,60%

Konsentrasi ekstrak yang berbeda menghasilkan perbedaan mortalitas pula, hal ini dibuktikan pada tabel 4 yang secara statistik

menyatakan adanya perbedaan daya bunuh pada setiap dosis. Nilai signifikansi yang diperoleh ($p < 0,05$) menandakan bahwa kemampuan membunuh larva pada ekstrak belimbing wuluh bergantung pada jumlah dosis yang diberikan. Hal ini berarti variasi konsentrasi ekstrak memberikan efek biologis yang nyata terhadap kelangsungan hidup larva. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan, kecenderungan mortalitas larva semakin meningkat (Islami et al., 2025). Pola ini menggambarkan hubungan dosis-respon, di mana peningkatan paparan senyawa aktif menyebabkan kerusakan fisiologis yang lebih besar. Hasil analisis ini memperkuat bahwa perubahan konsentrasi bukan hanya memberikan variasi angka kematian, tetapi merupakan faktor penentu efektivitas larvasida. Fakta ini penting karena menunjukkan bahwa formulasi dosis yang tepat sangat menentukan keberhasilan pengendalian larva. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya membuktikan adanya pengaruh konsentrasi terhadap mortalitas, tetapi juga menegaskan posisi ekstrak daun belimbing wuluh sebagai kandidat larvasida nabati yang potensial. Pada akhirnya, temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi penggunaan bahan alam sebagai control terhadap larva nyamuk (Deviyani et al., 2023).

Perbedaan daya bunuh ekstrak daun belimbing wuluh pada berbagai konsentrasi mencerminkan pola dosis-respon yang khas pada larvasida nabati. Pada konsentrasi rendah (0,15%), mortalitas masih bersifat parsial karena jumlah senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin belum cukup untuk mengganggu metabolisme larva secara luas. Pada konsentrasi yang lebih tinggi (0,30% dan 0,60%), akumulasi senyawa toksik semakin besar sehingga diduga meningkatkan

permeabilitas membran sel, mengganggu proses pencernaan dan respirasi, serta merusak jaringan larva *Aedes aegypti*, sehingga mortalitas meningkat secara signifikan dibandingkan kontrol (uji Mann-Whitney, $p < 0,05$). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh memiliki aktivitas larvasida melalui kerusakan jaringan dan gangguan metabolisme (Islami et al., 2025; Riandi et al., 2019)). Selain itu, saponin diketahui menurunkan tegangan permukaan membran sel dan menyebabkan lisis jaringan, sedangkan flavonoid berpotensi menghambat enzim metabolik penting pada larva (Rohmah et al., 2020). Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa paparan ekstrak tanaman dapat menyebabkan kerusakan epitel usus tengah (midgut) larva *Aedes aegypti*, yang berujung pada gangguan penyerapan nutrisi dan kematian (Jemi et al., 2019). Dengan demikian, peningkatan konsentrasi ekstrak secara konsisten memperkuat efek toksik larvasida.

Studi lain dengan ekstrak daun sirih (*Piper betle*) melaporkan perbedaan signifikan mortalitas larva pada berbagai konsentrasi ($p < 0,05$ via Kruskal-Wallis), di mana LC50 dicapai pada 0,4% setelah 24 jam, mendukung pola konsentrasi-dependen yang sama (Adibah & Dharmana, 2017). Penelitian ekstrak daun sambiloto (*Andrographis paniculata*) terhadap *Aedes aegypti* juga menemukan $p < 0,01$, dengan mortalitas 90-100% pada konsentrasi tinggi, memperkuat bukti efek larvasida alami yang dosis-related (Ananda et al., 2024).

Pada tabel 4 hanya menyatakan adanya perbedaan daya bunuh maka diperlukan uji lanjut (pos hoc) untuk mengetahui kelompok-kelompok mana yang

memiliki perbedaan. Signifikansi kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan dan kelompok perlakuan dengan kelompok perlakuan lain berdasarkan hasil uji lanjutan (post hoc) menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok uji.

Pembahasan Berapa Lama Waktu Yang Dibutuhkan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Untuk Membunuh Larva *Aedes Aegypti*

Hasil uji menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,30%, nilai LT_{50} mencapai 19,8 jam, yang berarti dibutuhkan waktu hampir dua puluh jam untuk membunuh 50% populasi larva *Aedes aegypti*. Temuan ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut, efek larvasida sudah mulai terlihat, namun masih memerlukan waktu paparan yang cukup lama. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu 0,60%, nilai LT_{50} menurun secara signifikan menjadi 14,6 jam. Penurunan waktu ini menandakan adanya percepatan proses kematian larva seiring meningkatnya jumlah senyawa aktif yang terpapar. Dosis ekstrak belimbing wuluh yang diberikan menjadi penyebab utama singkatnya waktu ekstrak dalam membunuh larva nyamuk.

Sebaliknya, pada konsentrasi 0,15% tidak diperoleh nilai LT_{50} karena angka kematian larva tidak pernah mencapai ambang 50% selama periode pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan senyawa aktif pada konsentrasi rendah belum cukup kuat untuk menimbulkan efek toksik yang mematikan bagi sebagian besar populasi. Pola ini secara jelas menggambarkan adanya hubungan terbalik antara konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50% larva. Semakin besar dosis yang

diberikan, semakin cepat terjadinya kematian larva.

Selain itu, hasil ini sekaligus mengonfirmasi bahwa efektivitas larvasida meningkat secara bertahap seiring peningkatan konsentrasi ekstrak. Nilai LT_{50} yang berbeda antar konsentrasi menunjukkan bahwa kecepatan kerja larvasida sangat dipengaruhi oleh dosis. Temuan ini juga mendukung konsep dasar toksikologi, yaitu bahwa respons organisme terhadap bahan kimia sangat bergantung pada jumlah paparan. Dalam konteks pengendalian vektor, informasi mengenai LT_{50} menjadi penting karena membantu menentukan konsentrasi efektif sekaligus aman untuk aplikasi lapangan. Dengan demikian, data LT_{50} pada penelitian ini memberikan gambaran bahwa ekstrak daun belimbing wuluh berpotensi digunakan sebagai larvasida nabati dengan kemampuan kerja yang cukup cepat, terutama pada konsentrasi yang lebih tinggi.

Nilai LT_{50} sebesar 14,6 jam pada konsentrasi 0,60% dan 19,8 jam pada konsentrasi 0,30% berkaitan erat dengan kandungan senyawa toksik yang terdapat dalam ekstrak daun belimbing wuluh. Senyawa utama yang berperan adalah saponin, flavonoid, dan tanin, yang dikenal sebagai racun perut pada serangga dan bekerja melalui jalur pencernaan. Ketika larva *Aedes aegypti* memakan makanan yang telah terkontaminasi ekstrak, senyawa-senyawa tersebut masuk ke dalam saluran pencernaan dan mulai mengganggu proses fisiologis di dalam midgut. Saponin menurunkan aktivitas enzim pencernaan serta merusak struktur membran sel sehingga penyerapan nutrisi menjadi tidak optimal, sedangkan flavonoid berperan dalam menghambat enzim metabolik penting yang terlibat dalam pertumbuhan larva (Rohmah et al., 2020). Tannin juga dapat

mengikat protein pada dinding saluran pencernaan sehingga memperparah gangguan pencernaan dan mempercepat kematian larva. Kombinasi gangguan tersebut menyebabkan iritasi pada lambung dan lisis sel midgut, sehingga jaringan pencernaan menjadi rusak dan larva mengalami kematian setelah akumulasi toksin dalam rentang 14-20 jam (Pettagading et al., 2018). Selain itu, penelitian oleh Nawarathne & Dharmarathne (2024) menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dari ekstrak tumbuhan berpotensi menimbulkan stres oksidatif pada larva nyamuk melalui pembentukan radikal bebas, yang selanjutnya mempercepat degradasi seluler dan kematian. Temuan tersebut memberikan dukungan tambahan terhadap pengamatan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai LT_{50} . Dengan demikian, mekanisme racun perut yang ditimbulkan oleh kombinasi senyawa aktif dalam ekstrak daun belimbing wuluh—ditambah dengan tekanan oksidatif—memberikan kontribusi penting terhadap peningkatan efektivitas larvasida alami ini ((Nawarathne & Dharmarathne, 2024)

Kandungan senyawa pada daun belimbing yang menjadi penyebab kematian jentik setelah paparan. Stomach poison menyebabkan larva menjadi sulit untuk melakukan proses pencernaan. Selama pengamatan berlangsung terdapat beberapa ciri yang muncul pada larva yang menandakan larva terkena stomach poison seperti midgut (usus tengah) yang menghitam dan gerakan larva yang teleskopik naik dan turun di permukaan air. Hal tersebut sejalan dengan penjelasan Dewi (2016) Ciri-ciri larva *Aedes aegypti* yang terkena stomach poison (racun perut) meliputi kegelisahan (anxiety)

dengan gerakan teleskopik naik-turun di permukaan air, penurunan nafsu makan akibat rasa pahit senyawa saponin dan alkaloid, serta pembengkakan midgut (usus tengah) yang menyentuh dinding tubuh. (Dewi, 2016)

Gejala lanjutan mencakup vakualisasi sel epitel, pelepasan membran peritrofik, iritasi mukosa traktus digestivus, dan akhirnya kelaparan serta gangguan pernapasan yang menyebabkan kematian lambat dalam 14-24 jam. Penelitian Dewi (2016) mengonfirmasi pola ini pada larva *Aedes* sp., di mana saponin menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa, menghambat enzim pencernaan, dan memicu lisis sel secara bertahap (Rambung, 2024).

KESIMPULAN

Ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terbukti memiliki daya bunuh yang signifikan terhadap larva *Aedes aegypti*. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan, serta antar berbagai konsentrasi ekstrak, sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi berpengaruh nyata terhadap tingkat mortalitas larva. Peningkatan konsentrasi terbukti diikuti peningkatan angka kematian, yang menggambarkan pola dosis-respon khas pada larvasida nabati. Hal ini terlihat dari nilai LT_{50} , di mana pada konsentrasi 0,60% waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50% populasi larva hanya 14,6 jam, sedangkan pada konsentrasi 0,30% memerlukan waktu lebih lama, yaitu 19,8 jam. Sebaliknya, pada konsentrasi 0,15% mortalitas larva tidak pernah mencapai 50% selama periode pengamatan, menunjukkan bahwa konsentrasi rendah belum cukup efektif.

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh memiliki potensi kuat sebagai larvasida nabati karena tidak hanya mampu meningkatkan mortalitas larva, tetapi juga bekerja lebih cepat pada dosis yang lebih tinggi. Hasil penelitian ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan bahan pengendali vektor yang bersumber dari tanaman, yang diharapkan dapat menjadi alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan insektisida kimia sintetis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibah, A., & Dharmana, E. (2017). *Uji Efektivitas Larvisida Rebusan Daun Sirih (Piper Betle L .) Terhadap Larva Aedes Aegypti: Studi Pada Nilai Lc50 , Lt50 , Serta Kecepatan Kematian Larva*. 6(2), 244-252.
- Adrian, M., Putra, S., Bestari, R. S., Hidayatullah, M. I., & Felina, S. (2018). *Effectiveness of leaf extract wuluh starfruit (averrhoa bilimbi l) in killing larvae aedes aegypti*. 7(5), 704-711.
- Ananda, I. M., Pratisthita, P., Sudarmaja, I. M., Swastika, I. K., Asri, P. A., Hasil, P. P., Berdarah, D., & Sambiloto, E. (2024). *Potensi Ekstrak Daun Sambiloto (Andrographis Paniculata) Sebagai Larvasida Terhadap Larva Nyamuk Aedes aegypti*. 13(04), 65-70.
- Ariani, N. N., Elly, P., Rahardjanto, A., Fatmawati, D., & Purnama, F. H. (2019). Efektivitas limbah puntung rokok dan ekstrak daun pacar cina (Aglaia odorata Lour.) sebagai insektisida ulat grayak (Spodoptera litura Fabricius.) pada sawi secara in vitro [The effectiveness of cigarette butt waste and Chinese henna leaf extract (Aglaia . Prosiding Seminar Nasional V 2019, 2, 203-210.
- Deviyani, D., Lukiyono, Y. T., Anggraini, R., & Andini, A. (2023). *The effect of varied concentration of Pandanus amaryllifolius roxb as a natural larvacide on the mortality of Aedes aegypti instar III mosquito larvae*. 1-7.
- Dewi, A. F. (2016). Pengaruh Variasi Dosis Larutan Daun Bandotan (Ageratum conyzoides L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Aedes Sp. Sebagai Sumber belajar BIOLOGI. *Bioedukasi*, 7(1).
- Hasim, H., Arifin, Y. Y., Andrianto, D., & Faridah, D. N. (2019). Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) sebagai Antioksidan dan Antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(3), 86. <https://doi.org/10.17728/jatp.4201>
- Jemi, R., Damanik, R. D. E., & Indrayanti, L. (2019). Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Tumih (Combretocarpus rotundatus (Miq.) Danser) terhadap Larva Aedes aegypti. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(1), 77. <https://doi.org/10.22146/jik.46208>
- Kemenkes.RI. (2022). Pengendalian Faktor Risiko Malaria. *Petunjuk Teknis Faktor Risiko Malaria*, 1-115. [https://malaria.kemkes.go.id/sites/default/files/2023-11/Petunjuk Teknis Pengendalian Faktor Risiko Malaria 2022_0.pdf](https://malaria.kemkes.go.id/sites/default/files/2023-11/Petunjuk_Teknis_Pengendalian_Faktor_Risiko_Malaria_2022_0.pdf)
- Kemenkes. (2022). Laporan Tahunan 2022 Malaria. *Kemenkes RI*, 1-51.
- Kemenkes RI. (2021). *Petunjuk teknis implementasi PSN 3M-*

- PLUS Dengan Gerakan 1 Rumah 1 Jumantik.*
- Murniwati, Djafri, D., Kurniawati, B., Susi, & Minarni. (2023). Efektivitas Infusum Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*. *Cakradonya Dental Journal*, 11(1), 8-12. <https://doi.org/10.24815/cdj.v11i1.13622>
- Nawarathne, M. P., & Dharmarathne, C. (2024). Control of dengue larvae of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* using the larvicidal bioactive compounds in different plant extracts and plant extract - mediated nanoparticles. *Tropical Medicine and Health*. <https://doi.org/10.1186/s41182-024-00654-9>
- Permatasari, S. C., & Asri, M. T. (2021). Efektivitas Ekstrak Ethanol Daun Kirinyuh (*Eupatorium odoratum*) Terhadap Mortalitas Larva *Spodoptera litura*. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 10(1), 17-24. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p17-24>
- Pettagading, R. T., Santosa, B., & Ariyadi, T. (2018). Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Terhadap Kematian Larva *Aedes sp.*
- Ramayanti, I., & Febriani, R. (2016). Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* Linn) terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Syifa'MEDIKA*, 6(2), 79-88. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/syifamedika/article/view/1383>
- Rambung, E. (2024). Perbandingan Histologis Midgut *Aedes Aegypti* Akibat *Temephos* Dan Ekstrak *Citrus hystrix*. 7, 16255-16261.
- Riandi, L. V., Fahrimal, Y., Rinidar, R., & Br. Hasibuan, S. P. (2019). Potensi Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Sebagai Larvasida Alami. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 5(2), 179. <https://doi.org/10.33143/jht m.v5i2.399>
- Rohmah, E. A., Subekti, S., & Rudyanto, M. (2020). Larvicidal Activity and Histopathological Effect of *Averrhoa bilimbi* Fruit Extract on *Aedes aegypti* from Surabaya, Indonesia. 2020.
- Rumape, O., Ischak, N. I., & La Kilo, A. (2018). *Insektisida Nabati Dari Isolat Tumbuhan*. UNG Press.
- WHO. (2011). Comprehensive Guidelines for Prevention and Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever. In *Epidemiology and Society Health Review (ESHR)* (Vol. 2, Issue 2). <https://doi.org/10.26555/eshr.v2i2.2245>
- Yunus, R., Afrindayanti, A., & Petrus, P. (2018). Efektivitas Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* Linn) sebagai Larvasida Alami terhadap Nyamuk *Aedes sp.* *Health Information : Jurnal Penelitian*, 10(2), 113-122. <https://doi.org/10.36990/hijp.v10i2.110>