

Efektivitas Ekstrak Etanol Bawang Putih (*Allium Sativum L.*) Sebagai Larvasida Alami Pada Larva *Aedes Aegypti*

Yolanda Oktavianingsih¹, Sari Rahmayanti², Firman Saputra³
^{1,2,3} Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Maret 14, 2026
Revised Maret 15, 2026
Accepted April 1, 2026

Kata Kunci:

Bawang Putih,
Larvasida,
Aedes Aegypti

Keywords:

Garlic,
Larvicide,
Aedes Aegypti

ABSTRAK

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular karena infeksi virus dengue (DENV). Nyamuk *Aedes aegypti* yang terinfeksi virus dengue berperan sebagai vektor perantara. Penggunaan larvasida merupakan salah satu upaya pencegahan penyakit ini. Larvasida alami diharapkan dapat mengurangi dampak negatif larvasida sintetik. Bawang putih mengandung senyawa metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan organosulfur yang berpotensi sebagai larvasida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum L.*) sebagai larvasida alami pada larva *Aedes aegypti*. Hewan uji yang digunakan adalah larva *Aedes aegypti* instar III. Kelompok uji berupa ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum L.*) dengan 5 dosis, yaitu 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm dan 1000 ppm, serta kontrol negatif berupa *aquades* 100 ml dan kontrol positif berupa *temephos* 0,02 ppm. Pengujian ini diulang sebanyak 3 kali dalam satu waktu selama 24 jam. Ekstrak etanol bawang putih mengandung senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan organosulfur. Persentase mortalitas larva yang dihasilkan oleh ekstrak etanol bawang putih dosis 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm dan 1000 ppm secara berturut-turut adalah 14,67%, 22,67%, 37,33%, 53,33% dan 70,67%, sedangkan pada kontrol negatif dan positif masing-masing adalah 0% dan 100%. Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata mortalitas yang signifikan antar kelompok uji (Sig.= 0,003). Nilai LC₅₀ adalah 785,391 ppm (LC₅₀>750 ppm) yang artinya aktivitas larvasida tergolong tidak aktif, sedangkan LC₉₀ adalah 1452,280 ppm. Ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum L.*) memiliki aktivitas larvasida, tetapi dosis yang diuji belum efektif sebagai larvasida alami pada larva *Aedes aegypti* apabila dibandingkan dengan kontrol positif.

ABSTRACT

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is an infectious disease caused by dengue virus (DENV). The Aedes aegypti mosquito infected with the dengue virus acts as an intermediate vector. The use of larvicides is one way to prevent this disease. Natural larvicides are expected to reduce the negative impacts of synthetic larvicides. Garlic contains secondary metabolites, such as flavonoids, alkaloids, tannins, saponins, and organosulfur, which have the potential to act as larvicides. This study aims to determine the effectiveness of garlic (Allium sativum L.) ethanol extract as a natural larvicide on Aedes aegypti larvae. The test animals used were third-instar Aedes aegypti larvae. The test group consisted of ethanol extract of garlic (Allium sativum L.) with 5 doses, namely 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm and 1000 ppm, as well as negative control in the form of 100 ml of distilled water and positive control in the form of temephos 0.02 ppm. This test was repeated 3 times in one time for 24 hours. Garlic ethanol extract contains secondary metabolite

compounds in the form of flavonoids, alkaloids, tannins, saponins and organosulfur. The percentage of larval mortality produced by garlic ethanol extract doses of 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm and 1000 ppm were 14.67%, 22.67%, 37.33%, 53.33% and 70.67%, respectively, while the negative and positive controls were 0% and 100%, respectively. The Kruskal-Wallis test showed that there was a significant difference in the average mortality value between the test groups (Sig. = 0.003). The LC50 value was 785.391 ppm (LC50 \square 750 ppm) which means that the larvicidal activity was classified as inactive, while the LC90 was 1452.280 ppm. Ethanol extract of garlic (*Allium sativum* L.) has larvicidal activity, but the tested dose was not yet effective as a natural larvicide on *Aedes aegypti* larvae when compared to the positive control.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

Yolanda Oktavianingsih
Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura,
Pontianak, Indonesia
Email: i1011211028@student.untan.ac.id

1. PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi virus dengue (DENV). Virus dengue dibagi menjadi 4 *serotype*, yaitu *Dengue Virus 1* (DENV 1), *Dengue Virus 2* (DENV 2), *Dengue Virus 3* (DENV 3) dan *Dengue Virus 4* (DENV 4), sehingga seseorang memiliki peluang untuk terinfeksi sebanyak 4 kali dalam seumur hidup. Nyamuk betina *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang terinfeksi virus dengue merupakan vektor perantara dari virus dengue yang dapat ditularkan ke manusia. Nyamuk yang menularkan virus ini banyak ditemukan di negara dengan iklim tropis dan subtropis [1] [2].

Penyakit DBD masih menjadi masalah kesehatan di masyarakat. Selain berdampak pada sektor kesehatan, DBD juga berdampak pada sektor sosial maupun ekonomi. Penyakit DBD berdampak serius pada wilayah Amerika, Asia Tenggara dan Pasifik Barat. Jumlah kasus DBD yang dilaporkan kepada *World Health Organization* (WHO) terus meningkat setiap tahunnya, tercatat 505.430 kasus pada tahun 2000, 2,4 juta kasus pada tahun 2010 dan 5,2 juta kasus pada tahun 2019 [2]. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) mencatat bahwa sebanyak 108.303 kasus dan 747 kematian terjadi pada tahun 2020 akibat DBD, kemudian mengalami penurunan menjadi 73.518 kasus dan 705 kematian pada tahun 2021 [3]. Kasus DBD di Kalimantan Barat pada tahun 2021 mengalami penurunan menjadi 664 kasus dan 4 kematian apabila dibandingkan dengan tahun 2020 yang tercatat hingga mencapai 784 kasus dan 4 kematian [3] [4]. Kejadian DBD tertinggi terjadi di 10 provinsi, yaitu Bali, Kalimantan Utara, Bangka Belitung, Kalimantan Timur, Nusa Tenggara Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Jawa Barat, Sulawesi Utara, Nusa Tenggara Barat dan Daerah Istimewa Yogyakarta [5].

Obat khusus untuk membunuh virus dengue tersebut belum ditemukan hingga saat ini. Cara yang dapat dilakukan untuk menekan kenaikan kasus DBD adalah dengan mengendalikan vektor perantara yang dapat menularkan penyakit tersebut. Prinsip menguras, menutup, dan memanfaatkan kembali (3M) Plus untuk Pembersihan Sarang Nyamuk (PSN) diharapkan dapat mencegah dan mengendalikan, serta meminimalisir tempat perkembangbiakan nyamuk penyebab DBD [6]. Pemberian larvasida pada tempat penampungan air termasuk salah satu upaya untuk mencegah larva berkembang biak menjadi nyamuk dewasa. Larvasida sintetik yang biasa digunakan adalah bubuk abate (*temephos*). Larvasida sintetik

dapat menimbulkan dampak negatif karena menyebabkan resistensi larva dan merusak lingkungan sebab sulit terurai. Oleh karena itu, penggunaan larvasida alami dari bahan nabati diharapkan dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh larvasida sintetik [6] [7].

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan salah satu tanaman yang memiliki potensi untuk menjadi larvasida alami karena kandungan yang ada di dalamnya, bawang putih mudah ditemukan karena sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bawang putih banyak digunakan sebagai bahan baku untuk aktivitas memasak makanan dan berbagai pengobatan, seperti antihipertensi, diuretik, antiinflamasi, batuk, pilek dan lain sebagainya [8]. Senyawa aktif yang khas pada bawang putih adalah allicin yang memiliki banyak manfaat, salah satunya dapat menghambat sintesis membran sel pada larva [7]. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa bawang putih mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin [9]. Senyawa-senyawa tersebut bersifat toksik bagi larva *Aedes aegypti* karena dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva [7] [10]. Penelitian sebelumnya menunjukkan hasil bahwa terdapat aktivitas larvasida pada tanaman bawang putih yang ditandai dengan meningkatnya jumlah mortalitas larva seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan bawang putih yang diuji, yaitu 10%, 20%, 30% dan [10]% [7].

2. METODE

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni (*true experimental design*) dengan menggunakan desain penelitian *post-test only control group design*.

2.2 Populasi dan Sampel Penelitian

2.2.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah larva *Aedes aegypti* yang diperoleh dari Laboratorium Mikroskopik Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.

2.2.2 Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah larva *Aedes aegypti* instar III.^[10] Identifikasi larva pada penelitian ini dilakukan oleh Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa larva yang dijadikan sampel pada penelitian ini adalah larva dari spesies *Aedes aegypti*.

Telur yang diperoleh dari Laboratorium Mikroskopik Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura dikembangkan menjadi larva instar III dengan cara merendam telur yang menempel di kertas saring pada wadah yang berisi air. Kelompok kontrol dan kelompok uji masing-masing diisi dengan 25 ekor larva *Aedes aegypti* instar III sehingga total larva *Aedes aegypti* yang diperlukan untuk masing-masing kelompok dengan 3 kali pengulangan adalah 525 ekor larva.

2.2.3 Metode pengambilan sampel

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *non-probability sampling* dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang sesuai dengan penelitian.

2.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

2.3.1 Kriteria inklusi

Larva *Aedes aegypti* yang termasuk kriteria inklusi adalah larva instar III, sehat dan bergerak aktif [10]

2.3.2 Kriteria eksklusi

Larva *Aedes aegypti* yang termasuk kriteria eksklusi adalah larva yang telah mati dan larva yang telah berubah menjadi pupa sebelum diberi perlakuan [10]

2.4 Variabel Penelitian

2.4.1 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum* L.) yang dibagi menjadi 5 dosis, yaitu 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm dan 1000 ppm, serta kelompok kontrol yang terdiri dari kontrol negatif berupa *aquades* 100 ml dan kontrol positif berupa *temephos* 0,02 ppm [11].

2.4.2 Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah mortalitas larva *Aedes aegypti* instar III.

2.5 Tahap persiapan

2.5.1 Pengambilan Tanaman

Tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari perkebunan hortikultura yang berada di Desa Glapansari RT 02 RW 02 Kecamatan Parakan, Kabupaten Temanggung, Provinsi Jawa Tengah.

2.5.2 Pembuatan ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum* L.)

Metode ekstraksi yang dipilih untuk mengekstrak bawang putih (*Allium sativum* L.) adalah maserasi. Metode maserasi dipilih karena proses pengambilan senyawa aktif melalui metode maserasi dilakukan tanpa proses pemanasan sehingga memperkecil peluang rusaknya senyawa aktif dari bahan tanaman yang ingin diambil [12] [13] Pelarut yang digunakan untuk membuat ekstrak bawang putih (*Allium sativum* L.) dalam penelitian ini adalah etanol 96%.

Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum* L.):[14] [15]

- a. Bawang putih 5 kg dipilih yang segar, tidak busuk dan tidak kopong. Setelah itu, dikupas kulitnya dan dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran, kemudian diiris tipis untuk mempercepat pengeringan.
- b. Bawang putih dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 30 jam dan dikeringanginkan selama 10 hari hingga kering. Setelah kering, bawang putih diblender hingga berubah bentuk menjadi serbuk (*simplisia*) sebanyak 500 g.
- c. *Simplisia* bawang putih sebanyak 500 g direndam dalam pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:2, perendaman diulang (*remaserasi*) 3 kali setiap 24 jam. Perendaman pada hari pertama digunakan etanol 96% sebanyak 1000 ml, hari kedua 900 ml dan hari ketiga 800 ml. Proses perendaman dilakukan pada toples kaca bertutup rapat yang dilapisi aluminium foil sehingga tidak tembus cahaya dan disimpan di tempat gelap. Proses ini dilaksanakan di Laboratorium Non Mikroskopik Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
- d. Filtrat hasil rendaman disaring menggunakan kertas saring. Jumlah filtrat hasil maserasi (*maserat*) dari 3 kali pengulangan diperoleh sebanyak 2,5 liter. *Maserat* yang diperoleh berwarna kuning pekat.
- e. *Maserat* diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C dengan kecepatan putar 100 rpm selama 2,5 jam sehingga diperoleh ekstrak kental. Setelah itu, ekstrak kental akan dipekatkan menggunakan *waterbath* pada suhu 70°C untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut. Proses ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.

- f. Hasil akhirnya berupa ekstrak etanol bawang putih yang kental dan pekat. Ekstrak tersebut digunakan untuk membuat larutan stok dalam pengujian larvasida. Larutan stok dibuat untuk membagi dosis perlakuan menjadi 5 dosis, yaitu 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm dan 1000 ppm.

2.5.3 Skrining fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk memastikan bahwa kandungan senyawa metabolit sekunder yang diduga terkandung di dalam bawang putih (*Allium sativum* L.) untuk mematikan larva *Aedes aegypti* memang terdapat di dalam tanaman tersebut. Berikut adalah tata cara skrining fitokimia pada ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum* L.):

1) Uji flavonoid

Ekstrak etanol bawang putih sebanyak 0,5 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambah dengan 0,1 g serbuk magnesium (Mg) dan 1 ml asam klorida (HCl) pekat. Campuran tersebut dikocok dan dibiarkan terpisah. Hasil positif apabila terdapat perubahan warna menjadi merah, kuning, atau jingga.

2) Uji alkaloid

Timbang ekstrak etanol bawang putih sebanyak 0,5 g, tambahkan 1 ml HCl dan 9 ml aquades untuk dipanaskan di atas penangas air selama 2 menit sehingga diperoleh filtrat yang akan digunakan untuk uji alkaloid. Masukkan 0,5 ml filtrat pada tabung reaksi dengan 3 jenis reagen pereaksi berbeda disesuaikan dengan jenis reagen pereaksi yang ingin digunakan, yaitu Mayer, Dragendorff dan Bouchardat. Hasil positif apabila dengan pereaksi Mayer menghasilkan endapan berwarna kuning, Dragendorff menghasilkan warna merah bata dan Bouchardat menghasilkan endapan berwarna cokelat.

3) Uji tanin

Ekstrak etanol bawang putih sebanyak 1 g dididihkan dengan air sebanyak 10 ml selama 3 menit, kemudian didinginkan dan disaring. Ambil 2 ml filtrat dan tambahkan 1-2 tetes pereaksi besi (III) klorida (FeCl_3) 1%. Hasil positif apabila terdapat perubahan warna menjadi biru kehitaman atau hijau kehitaman.

4) Uji saponin

Ekstrak etanol bawang putih sebanyak 0,5 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 ml air panas, kemudian didinginkan dan dikocok kuat-kuat selama 10 detik. Hasil positif apabila muncul busa setinggi 1-10 cm.

5) Uji terpenoid dan steroid

Ekstrak etanol bawang putih sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml etil asetat. Setelah itu, ambil dan teteskan di atas plat tetes lalu tunggu hingga kering. Setelah kering, teteskan 2 tetes asam sulfat (H_2SO_4) pekat. Hasil positif terpenoid apabila terdapat perubahan warna menjadi merah atau kuning, sedangkan hasil positif steroid apabila terdapat perubahan warna menjadi hijau.

6) Uji organosulfur

Sebanyak 1 ml ekstrak ditambahkan dengan 1 ml NaOH 6M kemudian dipanaskan selama 1 menit menggunakan spritus, kemudian ditambahkan satu tetes $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Ekstrak yang mengandung gugus belerang ditandai dengan perubahan warna ataupun endapan berwarna hitam.⁴⁷

2.5.4 Pemeliharaan larva *Aedes aegypti*

Telur *Aedes aegypti* yang diperoleh dari Laboratorium Mikroskopik Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura direndam di wadah berisi air dan didiamkan hingga menetas menjadi larva. Setelah menetas menjadi larva, larva diberi makanan ikan (*fish food*) tipe *sinking* sebagai makanan larva dengan interval pemberian satu atau dua hari tergantung kondisi makanan yang tersisa sehingga perlu dilakukan pemantauan secara berkala setiap 24 jam hingga larva berubah menjadi instar III [10].

2.6 Tahap Pengujian

Berikut adalah tahap-tahap pengujian pada penelitian ini:

- Penelitian ini menggunakan dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok uji. Kelompok kontrol dibagi menjadi dua yaitu, kontrol negatif dan kontrol positif. Kontrol negatif berupa *aquades* 100 ml dan kontrol positif berupa *temephos* 0,02 ppm. Sementara itu, kelompok uji berupa ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum* L.) yang dibagi menjadi 5 dosis, yaitu 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm dan 1000 ppm [16].
- Kelompok kontrol dan kelompok uji dimasukkan ke dalam gelas uji masing-masing sehingga terdapat 21 gelas uji untuk 3 kali pengulangan. Setiap gelas uji berisi 100 ml larutan pada masing-masing dosis ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum* L.) dengan kedalaman di antara 5-10 cm [17]
- Jumlah larva *Aedes aegypti* pada setiap gelas uji adalah 25 ekor larva instar III dengan 3 kali pengulangan. Sebanyak 25 ekor larva *Aedes aegypti* instar III dimasukkan pada masing-masing gelas uji kelompok kontrol dan kelompok uji selama 24 jam. [17]
- Amati dan catat jumlah larva yang mati setelah 24 jam. Larva yang mati ditandai dengan larva yang tidak lagi bergerak aktif atau tidak merespon jika diberi rangsangan berupa sentuhan [17].

2.7 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data primer yang berasal dari hasil percobaan yang dilakukan. Data dikumpulkan dengan cara menghitung jumlah mortalitas larva pada masing-masing kelompok kontrol dan kelompok uji setelah 24 jam perlakuan. Hasil pengumpulan data dari masing-masing gelas uji dicatat ke dalam tabel untuk dibandingkan hasilnya antar semua kelompok. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jumlah mortalitas larva:

$$\% \text{Mortalitas larva} = \frac{\text{Jumlah larva yang mati}}{\text{Jumlah larva yang diuji}} \times 100\%$$

2.8 Metode Analisis Data

Data hasil penelitian diolah dan dianalisis menggunakan program komputer *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 29. Tahap pertama dilakukan analisis probit untuk menentukan nilai LC_{50} dan LC_{90} . Setelah itu, lakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro Wilk*, dilanjutkan dengan uji homogenitas *Levene*. Metode analisis data yang digunakan adalah uji *One-way ANOVA* jika data terdistribusi normal dan homogen untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antar setiap kelompok uji, kemudian dilanjutkan dengan uji *post hoc* LSD untuk mengetahui kelompok mana saja yang memiliki perbedaan signifikan tersebut. Sementara itu, jika data tidak terdistribusi normal atau tidak homogen, maka digunakan uji *Kruskal-Wallis* untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antar setiap kelompok uji dan dilanjutkan dengan analisis *post hoc* *Mann-Whitney* untuk mengetahui kelompok mana saja yang memiliki perbedaan signifikan tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil skrining fitokimia

Skrining fitokimia pada ekstrak etanol bawang putih dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak tersebut. Senyawa metabolit sekunder yang akan diidentifikasi pada penelitian ini, yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, terpenoid, steroid dan organosulfur. Hasil skrining fitokimia pada ekstrak etanol bawang putih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Bawang Putih

No.	Uji	Hasil	Keterangan
1.	Flavonoid	+	Perubahan warna menjadi kuning

2.	Alkaloid	+	Terbentuk endapan berwarna kuning
3.	Tanin	+	Perubahan warna menjadi hijau kehitaman
4.	Saponin	+	Terbentuk busa dengan tinggi antara 1-10 cm
5.	Terpenoid/Steroid	-	Tidak terjadi perubahan warna
6.	Organosulfur	+	Terbentuk endapan berwarna hitam

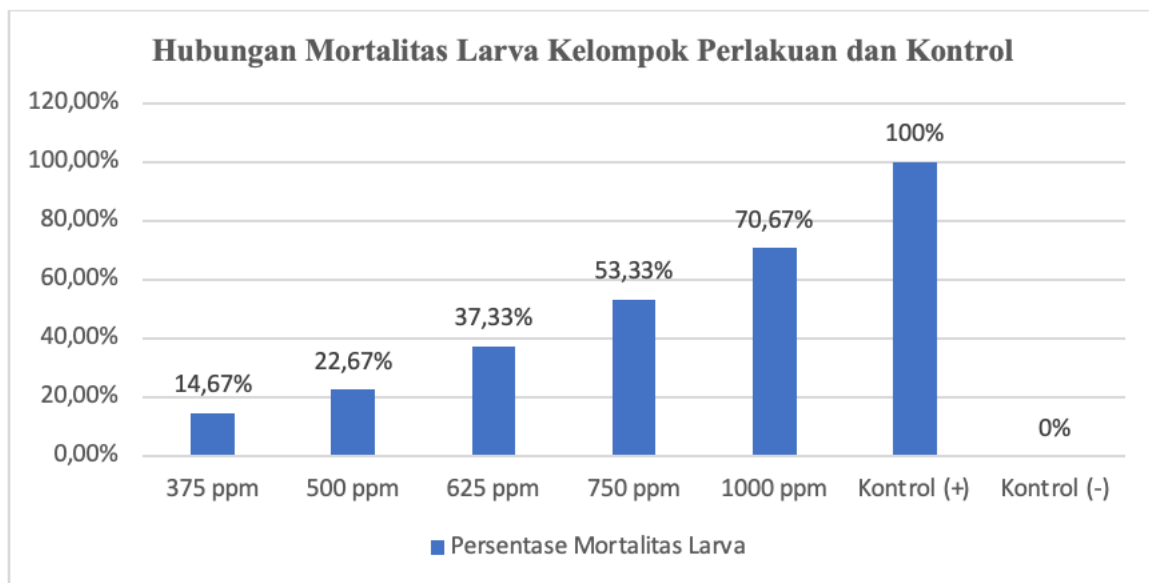
Sumber: Data Primer, 2023

Keterangan:

(+): senyawa terdapat pada ekstrak etanol bawang putih

(-): senyawa tidak terdapat pada ekstrak etanol bawang putih

3.2 Hasil uji larvasida



Gambar 1. Hubungan Mortalitas Larva pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol

Hasil pengamatan dalam pengujian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sebanding antara berbagai dosis ekstrak etanol bawang putih yang digunakan pada penelitian ini terhadap jumlah mortalitas larva *Aedes aegypti* (Gambar 1). Data dalam bentuk grafik di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis ekstrak etanol bawang putih yang diberikan, maka semakin tinggi pula persentase mortalitas larva yang dihasilkan. Persentase mortalitas tertinggi pada pengujian ini adalah 70,67% yang diakibatkan oleh pemberian 1000 ppm ekstrak etanol bawang putih. Sementara itu, persentase mortalitas terendah pada pengujian ini adalah 14,67% yang diakibatkan oleh pemberian 375 ppm ekstrak etanol bawang putih. Nilai rata-rata mortalitas pada kontrol positif (*temephos* 0,02 ppm) adalah 100%, sedangkan pada kontrol negatif (*aquades* 100 ml) adalah 0%.

Data yang diperoleh dari hasil mortalitas larva diolah dan dianalisis menggunakan program komputer *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 29. Data dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antar setiap kelompok uji dan digunakan juga sebagai dasar untuk menentukan hipotesis. Uji yang digunakan pada penelitian ini untuk menganalisis data terdiri dari uji normalitas, uji homogenitas dan uji komparatif. Uji normalitas yang digunakan adalah *Shapiro-Wilk*. Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa secara keseluruhan data terdistribusi normal yang ditandai dengan nilai Sig. = 0,83 (Sig. > 0,05) (Lampiran 10). Setelah uji normalitas, dilakukan uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Hasil uji *Levene* menunjukkan bahwa variansi data tidak homogen yang ditandai dengan nilai Sig. < 0,05. Berdasarkan hasil uji normalitas dan uji homogenitas, maka uji analisis data lanjutan yang digunakan adalah uji non parametrik karena data yang diperoleh terdistribusi normal dan tidak

bervariansi homogen. Uji non parametrik yang digunakan adalah *Kruskal-Wallis*. Uji *Kruskal-Wallis* dilakukan untuk mengetahui ada atau tidak perbedaan nilai rata-rata mortalitas yang signifikan antar kelompok uji. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa nilai Sig. = 0,003 (Sig. < 0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata mortalitas yang signifikan antar kelompok uji. Setelah uji komparatif, analisis data dilanjutkan dengan uji *post hoc Mann-Whitney* karena uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok uji sehingga uji *Mann-Whitney* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelompok uji mana saja yang memiliki perbedaan signifikan tersebut. Hasil uji *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa seluruh dosis pada kelompok perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kelompok kontrol positif dan negatif

3.3 Hasil nilai LC₅₀ dan LC₉₀

Tujuan menganalisis nilai *lethal concentration* (LC) adalah untuk mengetahui pada konsentrasi atau dosis berapa ekstrak yang diuji dapat mencapai persentase mortalitas tertentu. Nilai LC₅₀ dan LC₉₀ diperoleh dari analisis probit. Hasil nilai LC₅₀ pada penelitian ini adalah 785,391 ppm, dengan interval 590,154 ppm hingga 894,568 ppm (Lampiran 9), nilai LC₅₀ > 750 ppm yang artinya aktivitas larvasida pada ekstrak etanol bawang putih yang diuji tergolong tidak aktif. Sementara itu, nilai LC₉₀ pada penelitian ini adalah 1452,280 ppm, dengan interval 1208,349 ppm hingga 2501,787 ppm (Lampiran 9).

3.4 Pembahasan

3.4.1 Skrining fitokimia

Skrining fitokimia merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi golongan senyawa kimia yang terkandung di dalam ekstrak tanaman yang sedang diteliti [18] Penelitian ini menggunakan metode skrining fitokimia untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak etanol bawang putih. Metode skrining fitokimia pada penelitian ini dilakukan dengan cara melihat hasil reaksi melalui perubahan warna yang terjadi setelah ekstrak etanol bawang putih dicampurkan dengan pereaksi tertentu sesuai dengan senyawa yang ingin diidentifikasi [18]. Senyawa metabolit sekunder yang diidentifikasi pada penelitian ini adalah flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, terpenoid, steroid dan organosulfur. Terpenoid dan steroid tidak terdeteksi pada ekstrak etanol bawang putih yang digunakan. Hasil uji metabolit sekunder menunjukkan bahwa ekstrak etanol bawang putih mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan organosulfur. Hasil skrining fitokimia ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pudiarifanti dan Farizal (2022) [9].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Marpaung, *et al.* (2022) menunjukkan bahwa terdapat kandungan terpenoid dan steroid, tetapi tidak terdapat kandungan saponin pada ekstrak etanol bawang putih yang dianalisis pada penelitian tersebut [19] Penelitian lain yang juga melakukan skrining fitokimia pada ekstrak etanol bawang putih yang dilakukan oleh Rivai, *et al.* (2019) menunjukkan hasil bahwa tidak terdapat kandungan flavonoid, tanin, saponin, terpenoid dan steroid pada ekstrak tersebut [20]. Perbedaan kandungan senyawa metabolit sekunder pada setiap ekstrak bawang putih yang dianalisis dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor utamanya adalah variasi genetik. Bawang putih memiliki beragam varietas dengan perbedaan genetik yang diduga dapat memengaruhi kandungan senyawa metabolit sekunder pada bawang putih [21] [22]. Variasi genetik ini dapat terjadi bahkan di antara tanaman yang berasal dari lokasi geografis yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Salim, *et al.* (2016) membuktikan bahwa perbedaan letak geografis daerah asal tanaman berpengaruh pada kandungan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan [23]. Faktor lingkungan tempat bawang putih tumbuh, seperti ketinggian, suhu, iklim, jenis tanah dan cahaya matahari juga berperan penting dalam memengaruhi kualitas dan kuantitas senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan. Hal dasar lain yang diduga dapat memengaruhi perbedaan kandungan senyawa metabolit yang diperoleh adalah perbedaan dalam teknik pengolahan sampel [23].

Indonesia memiliki 3 jenis varietas tanaman bawang putih, yaitu varietas lumbu hijau, lumbu kuning dan lumbu putih [24]. Bawang putih yang digunakan untuk membuat ekstrak pada penelitian ini adalah bawang putih varietas lumbu kuning. Perbedaan varietas memengaruhi kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada masing-masing jenis varietas, tetapi belum dijelaskan secara detail mengenai senyawa apa saja dan kadar tiap senyawa yang menjadi pembeda antara masing-masing varietas.

3.4.2 Uji larvasida

Hasil uji larvasida menunjukkan adanya pengaruh pemberian ekstrak etanol bawang putih terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* instar III yang ditandai dengan semakin tinggi dosis ekstrak etanol bawang putih yang diberikan, maka semakin tinggi pula persentase mortalitas larva yang dihasilkan. Hasil tersebut juga diperkuat melalui uji korelasi *Pearson* yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara ekstrak etanol bawang putih dengan mortalitas larva *Aedes aegypti* yang ditandai dengan nilai $\text{Sig.} = < 0,001$ ($\text{Sig. (2-tailed)} < 0,05$) (Lampiran 14). Persentase mortalitas larva yang dihasilkan pada dosis 375 ppm, 500 ppm, 625 ppm, 750 ppm dan 1000 ppm masing-masing adalah 14,67%, 22,67%, 37,33%, 53,33% dan 70,67% (Gambar 1).

Hasil uji *post hoc Mann-Whitney* antara kelompok perlakuan yang terdiri dari 5 dosis ekstrak etanol bawang putih yang diuji terhadap kelompok kontrol positif menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata mortalitas larva yang signifikan ($\text{Sig. (2-tailed)} < 0,05$) antara masing-masing dosis ekstrak etanol bawang putih terhadap kelompok kontrol positif. Hasil uji tersebut menandakan bahwa seluruh dosis ekstrak etanol bawang putih yang digunakan pada penelitian ini belum efektif apabila dibandingkan dengan kontrol positif, yaitu *temephos*. Hal tersebut dapat terjadi kemungkinan karena dosis yang digunakan pada penelitian ini belum cukup tinggi untuk dapat mencapai persentase mortalitas larva yang sama dengan persentase mortalitas larva yang dihasilkan oleh kelompok kontrol positif. Jika menggunakan dosis ekstrak etanol bawang putih yang lebih tinggi dari dosis uji yang digunakan pada penelitian ini, maka kemungkinan persentase mortalitas larva yang dihasilkan oleh kelompok perlakuan akan lebih tinggi sehingga ada peluang persentase mortalitas larva yang dihasilkan dari kelompok perlakuan akan sama hasilnya dengan persentase mortalitas larva dari kelompok kontrol positif. Tingkat dosis ekstrak etanol bawang putih yang digunakan memiliki hubungan yang sebanding dengan kadar senyawa metabolit sekunder yang diduga berperan sebagai larvasida. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak etanol bawang putih penelitian ini adalah flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan organosulfur. Semakin tinggi tingkat dosis ekstrak etanol bawang putih yang digunakan, maka semakin tinggi pula kadar senyawa metabolit sekunder tersebut.

Uji *post hoc Mann-Whitney* antara kelompok perlakuan terhadap kelompok kontrol negatif menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata mortalitas larva yang signifikan antara seluruh dosis ekstrak etanol bawang putih pada kelompok perlakuan terhadap kelompok kontrol negatif. Hasil uji tersebut menandakan bahwa mortalitas larva yang terjadi adalah sebagai akibat paparan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak etanol bawang putih, bukan akibat kondisi tempat hidup larva. Penelitian ini dilakukan pada suhu ruangan dan menggunakan *aquades* sebagai media pelarut untuk seluruh kelompok perlakuan dan kontrol sehingga dapat disimpulkan bahwa mortalitas larva yang terjadi bukan akibat pengaruh suhu dan pH lingkungan tempat hidup larva.[10]

3.4.3 Uji nilai LC_{50} dan LC_{90}

Nilai LC_{50} dan LC_{90} dianalisis untuk mengetahui pada dosis berapa larvasida dari ekstrak etanol bawang putih yang digunakan pada penelitian ini dapat mencapai tingkat persentase mortalitas larva hingga 50% dan 90%. Nilai LC_{50} yang diperoleh adalah 785,391 ppm dengan interval 590,154 ppm hingga 894,568 ppm, nilai $LC_{50} > 750$ ppm yang artinya aktivitas larvasida pada ekstrak etanol bawang

putih yang diuji pada penelitian ini tergolong tidak aktif, dosis ekstrak etanol bawang putih pada penelitian ini yang masuk ke dalam rentang nilai LC_{50} adalah 625 ppm dan 750 ppm. Sementara itu, nilai LC_{90} yang diperoleh adalah 1452,280 ppm dengan interval 1208,349 ppm hingga 2501,787 ppm, tidak ada dosis ekstrak etanol bawang putih pada penelitian ini yang masuk ke dalam rentang nilai LC_{90} . Masing-masing nilai LC_{50} dan LC_{90} yang diperoleh tersebut merupakan dosis yang diperkirakan dapat menyebabkan 50% dan 90% tingkat mortalitas larva.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Sagala, *et al.* (2022) menguji aktivitas larvasida pada ekstrak etanol 70% kulit bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap larva *Aedes aegypti* instar III dengan menggunakan 4 dosis uji, yaitu 4520 ppm, 5520 ppm, 6520 ppm dan 7520 ppm. Hasil nilai LC_{50} pada penelitian tersebut adalah 6458 ppm dengan interval 5711 ppm hingga 7205 ppm. Dosis uji yang termasuk ke dalam rentang nilai LC_{50} pada penelitian tersebut adalah 6520 ppm yang menghasilkan persentase mortalitas larva sebesar 52%.

Dosis 750 ppm ekstrak etanol bawang putih yang diuji pada penelitian ini merupakan dosis yang paling mendekati nilai LC_{50} yang diperoleh dari analisis probit, yaitu 785,391 ppm. Dosis 750 ppm juga menghasilkan persentase mortalitas larva sebesar 53,33% sehingga dianggap dapat mewakili nilai LC_{50} pada penelitian ini. Nilai LC_{50} pada penelitian terhadap ekstrak etanol 70% kulit bawang putih (6458 ppm) jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan nilai LC_{50} pada penelitian terhadap ekstrak etanol bawang putih yang dilakukan (785,391 ppm). Nilai LC_{50} yang lebih rendah menunjukkan bahwa larva lebih sensitif terhadap larvasida yang diuji sehingga dosis yang lebih rendah dapat digunakan untuk mencapai tingkat mortalitas larva hingga 50%.⁶⁵ Larva lebih sensitif terhadap ekstrak yang menggunakan umbi bawang putih daripada ekstrak yang menggunakan kulit bawang putih karena tingkat senyawa bioaktif yang salah satunya adalah organosulfur lebih tinggi pada umbi bawang putih daripada yang terdapat di kulit bawang putih [25]. Umbi bawang putih mengandung lebih dari 100 senyawa bioaktif yang sebagian besar terdiri dari organosulfur berupa allicin sebanyak 70-80% dari total tiosulfonat.

3.4.4 Mekanisme Kerja Bahan Aktif Ekstrak Etanol Bawang Putih

Ekstrak etanol bawang putih memiliki pengaruh terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* instar III. Paparan ekstrak etanol bawang putih selama 24 jam pada larva *Aedes aegypti* instar III menyebabkan mortalitas larva sebagai akibat dari senyawa-senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak etanol bawang putih. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak etanol bawang putih adalah flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan organosulfur. Senyawa metabolit sekunder tersebut masing-masing memiliki mekanisme kerja berbeda yang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan larva sehingga menyebabkan mortalitas larva.

Flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak etanol bawang putih yang digunakan untuk uji larvasida ini. Flavonoid berperan sebagai inhibitor pernapasan. Cara kerja senyawa flavonoid dengan masuk ke dalam saluran pernapasan yang mengakibatkan saraf dan otot pernapasan larva menjadi layu sehingga tidak bisa bernapas dan akhirnya mati. Flavonoid juga diduga memiliki peran dalam menyebabkan kerusakan pada sel-sel epitel dan membran peritrofik di saluran pencernaan larva, serta mengganggu keseimbangan metabolisme energi di mitokondria yang berperan dalam produksi energi (ATP) melalui respirasi seluler dengan cara menghambat sistem pengangkutan elektron. Sistem pengangkutan elektron adalah bagian dari rantai respirasi di mitokondria yang terlibat dalam transfer elektron untuk menghasilkan energi sehingga hambatan pada sistem pengangkutan elektron dapat mengganggu fungsi normal dan mengurangi efisiensi produksi energi (ATP). Semua mekanisme akibat paparan flavonoid tersebut dapat mengganggu fungsi seluler dan kurangnya energi yang pada akhirnya akan menyebabkan mortalitas larva.

Alkaloid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang dikaitkan dengan mortalitas larva, senyawa ini bersifat basa dan toksik dalam kadar tinggi. Alkaloid berperan sebagai racun saraf bagi

larva. Ada 4 fase yang akan muncul apabila larva mengalami keracunan alkaloid, yaitu fase perangsangan, gangguan saraf, kelumpuhan dan berpeluang besar mengakibatkan kematian sebagai fase terakhir. Fase perangsangan adalah tahap saat sel pada larva mengalami rangsangan atau stimulasi akibat zat toksik yang dapat menghasilkan reaksi kimia atau biologis sehingga dapat memengaruhi aktivitas sel larva, fase ini menunjukkan gejala yang khas berupa perubahan tingkah laku larva. Pada fase perangsangan juga dapat menyerang bagian antena dan mulut hingga mengganggu fungsi sistem saraf karena adanya hambatan kerja enzim asetilkolinesterase yang berfungsi untuk regulasi aktivitas saraf sehingga terjadi gangguan pada sistem penghantaran impuls ke sel-sel otot akibat penumpukan asetilkolin. Larva yang telah mengalami gangguan pada sistem sarafnya setelah fase perangsangan artinya telah masuk ke fase gangguan saraf karena telah terganggu fungsi dan strukturnya. Gangguan pada sistem saraf yang mengendalikan gerakan otot dapat mengakibatkan kelumpuhan pada larva sehingga setelah fase gangguan saraf dapat masuk ke fase kelumpuhan akibat otot telah kehilangan kemampuan untuk bergerak atau berfungsi setelah terjadi gangguan pada saraf. Fase terakhir dari keracunan terjadi ketika fungsi-fungsi vital pada tubuh larva telah mengalami kerusakan sehingga warna pada tubuh larva menjadi lebih transparan dan gerakan tubuhnya menjadi lebih lambat bila dirangsang dengan sentuhan, serta selalu membengkokkan badannya. Hal tersebut memicu terjadinya fase terakhir, yaitu kematian larva.

Tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik terhadap larva sehingga memiliki efek terhadap mortalitas larva. Tanin tidak dapat dicerna oleh lambung dan memiliki daya ikat pada protein, karbohidrat, vitamin dan mineral. Tanin dapat mengganggu proses penyerapan protein yang diperlukan untuk pertumbuhan larva dengan cara mengikat protein pada sistem pencernaan larva sehingga terbentuk kompleks yang sulit dicerna dan diabsorpsi yang mengakibatkan larva kekurangan asupan nutrisi. Selain itu, tanin juga dapat merusak membran sel larva yang berperan penting dalam menjaga integritas sel dan mengatur pertukaran zat antara lingkungan eksternal dengan sitoplasma sehingga apabila membran sel rusak akan mengakibatkan bocornya zat-zat seluler dan gangguan pada fungsi vital yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Beberapa senyawa tanin juga mampu menghambat enzim *Reverse Transkriptase* dan DNA *Topoisomerase* yang masing-masing berperan dalam sintesis DNA dari RNA dan regulasi struktur DNA. Hambatan pada enzim-enzim ini akan mengganggu proses sintesis dan replikasi DNA yang diperlukan untuk pertumbuhan larva.

Saponin berperan sebagai *stomach poisoning* atau racun perut. Saponin dapat menghambat proses makan larva dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan sehingga mengganggu sistem pencernaan larva yang menyebabkan larva gagal tumbuh dan pada akhirnya mengalami kematian. Senyawa ini juga mampu menghambat reseptor perasa pada bagian mulut larva mengakibatkan larva gagal mendapatkan stimulus rasa yang menyebabkan larva tidak mampu mengenali makanannya sehingga larva mati kelaparan. Selain itu, saponin juga dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus pada larva yang mengakibatkan dinding digestivus menjadi korosif dan dapat menghancurkan sel darah merah melalui reaksi hemolisis.

Senyawa organosulfur pada bawang putih bertanggung jawab atas berbagai macam manfaat terapeutik dan aktivitas antimikroba. Bawang putih mengandung kurang lebih 33 senyawa organosulfur. Allicin merupakan salah satu senyawa organosulfur yang terdapat pada bawang putih. Senyawa ini sebagian besar mengandung belerang yang berperan dalam memberikan rasa, aroma dan sifat-sifat farmakologi pada bawang putih, seperti antibakteri, antijamur, antioksidan dan antikanker sehingga senyawa ini juga diduga memiliki aktivitas larvasida. Allicin bersifat toksik terhadap sel parasit maupun bakteri dengan cara merusak struktur sel dan mengganggu fungsi vital. Allicin berperan dalam mengganggu sintesis membran sel larva sehingga larva tidak dapat tumbuh dan berkembang lebih lanjut. Larva memiliki struktur membran sel yang terdiri dari protein dengan gugus sulfhidril (SH). Sulfhidril merupakan gugus fungsional yang terdapat dalam banyak protein, termasuk dalam struktur membran sel. Allicin bekerja dengan cara merusak gugus sulfhidril pada protein yang ada di membran sel larva

sehingga menyebabkan membran sel larva menjadi rusak dan lisis sebagai akibat adanya perubahan struktur protein yang gugus sulfhidrilnya telah rusak. Mekanisme tersebut akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva ke tahapan stadium berikutnya karena membran selnya telah rusak sehingga berakhir pada mortalitas larva.

3.4.5 Keterbatasan penelitian

Keterbatasan dalam melakukan penelitian ini adalah waktu yang dibutuhkan telur untuk menetas menjadi larva berbeda-beda dan tidak semua telur yang direndam dapat menetas menjadi larva sehingga boros dalam memakai telur karena harus ditetaskan dalam jumlah yang banyak

4. KESIMPULAN

Kandungan senyawa metabolit sekunder yang ditemukan pada ekstrak etanol bawang putih adalah flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan organosulfur. Nilai LC_{50} pada penelitian ini adalah 785,391 ppm dan nilai LC_{90} adalah 1452,280 ppm. Nilai rata-rata jumlah mortalitas larva antar dosis ekstrak etanol bawang putih berbeda signifikan pada masing-masing dosis. Nilai $LC_{50} > 750$ ppm, artinya aktivitas larvasida pada ekstrak etanol bawang putih yang digunakan tergolong tidak aktif.

REFERENSI

- [1] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Dengue. [Last Reviewed: 2022]. Available from: <https://www.cdc.gov/dengue/index.html>
- [2] World Health Organization (WHO). Dengue and severe dengue. Jan 10th 2022. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia 2021. Jakarta. 2022.
- [4] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia 2020. Jakarta. 2021.
- [5] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Kasus DBD Meningkat, Kemenkes Galakkan Gerakan 1 Rumah 1 Jentik (G1R1J). June 15th 2022.
- [6] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Upaya Pencegahan DBD dengan 3M Plus. June 13th 2019.
- [7] Sasmilati U, Pratiwi AD, Saktiansyah LOA. Efektivitas Larutan Bawang Putih (*Allium sativum* Linn) Sebagai Larvasida Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti* di Kota Kendari Tahun 2016. JIMKESMAS. 2017; 6(2).
- [8] Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Bawang Putih (*Allium sativum* L.). 2016. ISBN: 978-602-7899-36-0.
- [9] Pudiarifanti N, Farizal J. Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bawang Putih Tunggal terhadap *Staphylococcus aureus*. Jurnal Farmasi Higea. 2022; 14(1).
- [10] World Health Organization (WHO). Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvacides. 2005.
- [11] Rostiana R. Uji Aktivitas Ekstrak Metanol Daun Kesum (*Polygonum minus*) sebagai Larvasida *Aedes aegypti* [Skripsi]. Pontianak. 2016.
- [12] Putranti W, Maulana A, Fatimah SF. Formulasi Emulgel Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.). Jurnal Sains Farmasi dan Klinis. 2019; 1(6).
- [13] Chairunnisa S, Wartini NM, Suhendra L. Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Argoindustri. 2019; 4(7): 551-560
- [14] Mukhtar S, Ghorri I. Antibacterial Activity of Aqueous and Ethanolic Extracts of Garlic, Cinnamon and Turmeric Against *Escherichia Coli* ATCC 25922 and *Bacillus subtilis* DSM 3256. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. 2012; 3(2): 131-136.

- [15] Gull I, Saeed M, Shaukat H, Aslam SM, Samra ZQ, Athar AM. Inhibitory Effect of *Allium sativum* and *Zingiber officinale* Extracts on Clinically Important Drugs Resistant Pathogenic Area. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 2012; 11(8).
- [16] Sucipto MPG, Setyaningrum E, Carolina N, Kurniawan B. Influence of Garlic (*Allium sativum* L) Extract as The Larvacide of *Aedes aegypti* Larva. *Jurnal Kedokteran Unila*. 2015; 4(2).
- [17] Sumampouw SPM, Pijoh VD, Wahongan GJP. Pengaruh Larutan Bawang Putih (*Allium sativum*) pada Larva *Aedes spp* di Kecamatan Malalayang Kota Manado. *Jurnal e-Biomedik*. 2014; 2(2).
- [18] Suryandari M, Kusumo GG, Ferdinan A. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Kulit Bawang Putih (*Allium sativum*). *Jurnal Komunitas Farmasi Nasional*. 2022; 2(2): ISSN 2798-8740.
- [19] Marpaung YC, Adeline, Budi A, Alvonsine G. Uji Efektivitas Ekstraksi Bawang Putih (*Allium sativum*) Terhadap Jamur *Trychophyton rubrum* dan *Pityrosporum ovale*. *Jambura Journal of Health Sciences and Research*. 2022; 4(3).
- [20] Rivai H, Wahdaniyah, Rusdi. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Kimia dari Ekstrak Heksan, Aseton, Etanol dan Air Umbi Bawang Putih (*Allium sativum* Linn.). Universitas Andalas. 2019.
- [21] Salgotra RK, Chauhan BS. Genetic Diversity, Conservation, and Utilization of Plant Genetic Resources. *Genes (Basel)*. 2023 Jan 9;14(1):174. doi: 10.3390/genes14010174. PMID: 36672915; PMCID: PMC9859222.
- [22] Parreño R, Rodríguez-Alcocer E, Martínez-Guardiola C, Carrasco L, Castillo P, Arbona V, Jover-Gil S, Candela H. Turning Garlic into a Modern Crop: State of the Art and Perspectives. *Plants (Basel)*. 2023 Mar 7;12(6):1212. doi: 10.3390/plants12061212. PMID: 36986902; PMCID: PMC10057115.
- [23] Salim M, Yahya, Sitorus H, Ni'mah T, Marini. Hubungan Kandungan Hara Tanah dengan Produksi Senyawa Metabolit Sekunder pada Tanaman Duku (*Lansium domesticum* Corr var *Duku*) dan Potensinya sebagai Larvasida. 2016. *Jurnal Vektor Penyakit*. 2016; 10(1): 11-18.
- [24] Agustina E, Andiarna F, Hidayati I. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bawang Hitam (*Black Garlic*) dengan Variasi Lama Pemanasan. *Jurnal Biologi*. 2020; 13(1): 39-50.
- [25] Azmat F, Imran A, Islam F. Valorization of The Phytochemical, Nutritional Composition, and Therapeutic Potentials of Garlic Peel: A Concurrent Review. *International Journal of Food Properties*. 2023; 26 (1): 2642-2655.