

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL DAUN API-API PUTIH  
(*Avicennia marina*) SEBAGAI LARVASIDA NYAMUK *Aedes aegypti***

**(SKRIPSI)**

**Oleh:**

**MELATI ANDINI  
2217061010**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2026**

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL DAUN API-API PUTIH  
(*Avicennia marina*) SEBAGAI LARVASIDA NYAMUK *Aedes aegypti***

**Oleh**

**MELATI ANDINI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Api-api Putih (*Avicennia marina*) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*

Oleh  
Melati Andini

Upaya pengendalian populasi *Aedes aegypti* sebagai vektor utama Demam Berdarah Dengue (DBD) masih menjadi tantangan, terlebih karena penggunaan larvasida kimia sintetis sering menimbulkan resistensi dan dampak lingkungan, pencemaran lingkungan, serta toksisitas terhadap organisme non-target. Oleh karena itu, diperlukan alternatif larvasida berbasis bahan alam yang lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu kandidat potensial adalah daun *Avicennia marina*, yang diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan steroid. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kandungan metabolit sekunder ekstrak metanol daun *A. marina* melalui uji fitokimia, serta menganalisis efektivitasnya sebagai larvasida terhadap larva instar III *A. aegypti*. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas enam perlakuan, yaitu kontrol negatif, kontrol positif, dan empat konsentrasi ekstrak (6%, 9%, 12%, dan 15%) dengan masing-masing tiga ulangan. Data mortalitas larva akan dianalisis menggunakan ANOVA untuk melihat perbedaan mortalitas larva antar perlakuan. Analisis probit untuk mengetahui efektivitas ekstrak dengan menentukan nilai  $LC_{50}$ . Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun *A. marina* mengandung senyawa saponin, flavonoid, dan steroid. Uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas larva *Ae.aegypti* antar perlakuan, uji tukey menunjukkan konsentrasi tertinggi yaitu 12% dengan jumlah mortalitas larva sebesar 92%. Hasil analisis probit yang terbukti efektif membunuh larva *Ae.aegypti* dengan nilai  $LC_{50}$  sebesar 7,737%.

**Kata kunci:** Metanol, *Avicennia marina*, larvasida, *Aedes aegypti*, fitokimia

## **ABSTRACT**

### ***Effectiveness Test of Methanol Extract of White Mangrove Leaves (*Avicennia marina*) as a Larvicide Against *Aedes aegypti****

**By**  
***Melati Andini***

*Efforts to control the population of *Aedes aegypti* as the primary vector of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) remain a challenge, particularly because the use of synthetic chemical larvicides often leads to resistance, environmental pollution, and toxicity to non-target organisms. Therefore, alternative larvicides derived from natural materials that are safer and more environmentally friendly are needed. One potential candidate is the leaves of *Avicennia marina*, which are known to contain various secondary metabolites such as alkaloids, flavonoids, tannins, saponins, and steroids. This study aimed to identify the secondary metabolite content of the methanol extract of *A. marina* leaves through phytochemical screening and to analyze its effectiveness as a larvicide against third instar larvae of *A. aegypti*. The research employed a Completely Randomized Design (CRD) consisting of six treatments: a negative control, a positive control, and four extract concentrations (6%, 9%, 12%, and 15%), each with three replications. Larval mortality data were analyzed using ANOVA to determine differences among treatments, while probit analysis was used to determine the effectiveness of the extract by calculating the  $LC_{50}$  value. The phytochemical screening results showed that the methanol extract of *A. marina* leaves contains saponins, flavonoids, and steroids. ANOVA results indicated a significant effect on *A. aegypti* larval mortality among treatments, and the Tukey test showed that the highest concentration (12%) resulted in a larval mortality rate of 92%. Probit analysis revealed that the extract was effective in killing *A. aegypti* larvae, with an  $LC_{50}$  value of 7.737%.*

**Keywords:** *Methanol, Avicennia marina, larvicide, Aedes aegypti, phytochemical analysis*

Judul Skripsi : Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Api-  
Api Putih (*Avicennia marina*) Sebagai  
Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*

Nama Mahasiswa : Melati Andini

Nomor Pokok Mahasiswa : 2217061010

Jurusan/ Program Studi : Biologi/ Biologi Terapan

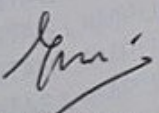
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

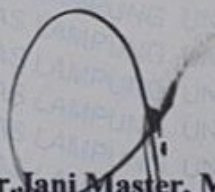
Pembimbing 1

Pembimbing 2

  
**Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed**  
NIP. 196405171988032001

  
**Gina Danja Pratami, M.Si**  
NIP. 198804222015042001

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

  
**Dr. Jani Master, M. Si**  
NIP. 198301312008121001

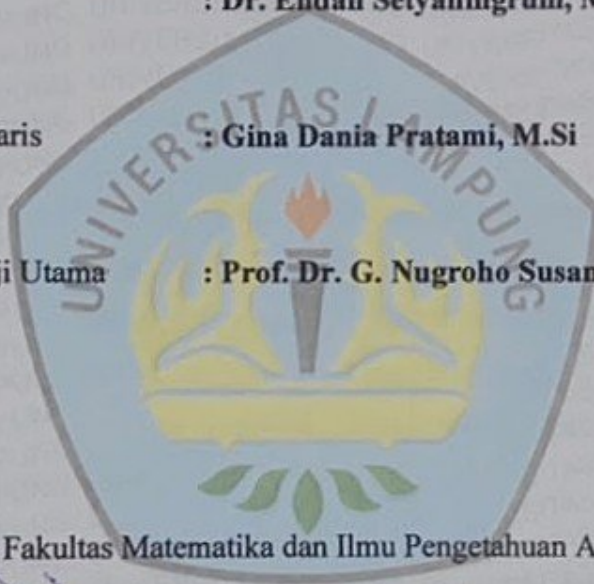
## LEMBAR PENGESAHAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed

Sekretaris : Gina Dania Pratami, M.Si

Penguji Utama : Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc



*[Handwritten signatures of Dr. Endah Setyaningrum, Gina Dania Pratami, and Prof. Dr. G. Nugroho Susanto]*

### 2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Mei 2026

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Melati Andini  
NPM : 2217061010  
Jurusan/ Fakultas : Biologi/ Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya tulis ilmiah dengan judul "Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Api-api Putih *Avicennia marina* Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*" adalah hasil karya saya sendiri, berdasarkan informasi dan pengetahuan yang saya dapatkan. Karya ilmiah ini bukan plagiarisme atau hasil kerja orang lain, serta belum dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah, maka saya siap mempertanggungjawabkan.

Bandarlampung, 16 April 2026

Yang Menyatakan



**Melati Andini**  
NPM. 2217061010

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanjung Jaya, Kec. Bangunrejo Kab. Lampung Tengah. Prov. Lampung pada 29 Oktober 2003, sebagai anak terakhir dari tiga bersaudara, dari bapak Sudino dan Ibu Sundari. Penulis menempuh pendidikan pertamanya di TK Al-Hidayah dan diselesaikan pada tahun 2010, Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 4 Tanjung Jaya pada tahun 2016. Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di MTs. Bustanul 'Ulum Jayasakti pada tahun 2019, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 1 Bangunrejo tahun 2022.

Tahun 2022, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Biologi, Program Studi Biologi Terapan melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif sebagai anggota dari Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Bidang Danus (Dana dan Usaha). Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PTPN Regional 7 Unit Bekri, Lampung Tengah pada Bulan Januari 2025, dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kel. Surabaya, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung pada Juli 2025. Penulis melaksanakan penelitian dengan judul "Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Api-api Putih (*Avicennia marina*) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*" sebagai tugas akhir pada Program Studi S1 Biologi Terapan pada bulan November 2025-Januari 2026 di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi dan Laboratorium Kimia Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

## MOTTO

“Jika bukan karena Allah yang mampukan, aku mungkin sudah lama menyerah”

(Q.S Al-Insyirah:05-06)

“Orang lain ga akan paham *struggle* dan masa sulitnya kita yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*. Berjunglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”

“Skripsi ini bukan hanya sekedar lembaran, tapi bukti bahwa aku, walaupun seorang perempuan, yang mampu berdiri di atas kaki sendiri, menggandeng harapan, dan menentukan arah langkah tanpa harus bergantung pada siapapun”

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi dan tidak ada mimpi yang patut diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan”

(Maudy Ayunda)

“Perang telah usai, aku bisa pulang  
Kubaringkan panah dan berteriak MENANG!!!”

(Nadin Amizah)

## PERSEMBAHAN

Diantara seluruh halaman dalam skripsi ini, lembar persembahan adalah halaman yang paling bermakna, karena di sinilah penulis menitipkan rasa terima kasih yang tidak mampu terucap oleh kata-kata. *Bismillahirrohmannirrahim* skripsi ini saya persembahkan kepada:

Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan pertolongan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Kedua orang tua saya tercinta Bapak Sudino dan Ibu Sundari, serta kakakku Alif Wisnu Mustakim dan Besti Ansori yang selalu melangitkan doa-doa baik dan menjadikan motivasi untuk saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih sudah mengantarkan saya sampai di tempat ini, saya persembahkan karya tulis sederhana ini dan gelar untuk bapak dan ibu.

Keluarga besarku, terimakasih telah memberikan dukungan, do'a serta motivasi dalam setiap prosesku.

Bapak dan ibu dosen serta dosen pembimbing, dan dosen penguji yang telah membimbing, mendidik, memberi saran, masukan, dan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.

Teman-teman seperjuangan dan oran-orang baik yang telah memberikan bantuan dan dukungan. Terimakasih atas segala kebaikan yang tidak dapat penulis balas satu persatu, semoga menjadi keberkahan dan dihitung pahala oleh Allah SWT.

Almamater tercinta

## SANWACANA

Puji Syukur penulis hanturkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “**Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Api-api Putih (*Avicennia marina*) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*”** dapat diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, serta bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, baik dari segi pembuatan maupun materinya. Semua itu sesuai kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Sehingga penulisan skripsi ini tidak lepas dari perhatian, bimbingan, arahan, nasihat serta masukan-masukan yang tiada henti selama proses penelitian, penulisan, serta proses penyelesaian studi. Banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan serta do'a kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Lusmeilia Afriani, DEA, LPM. selaku rektor Universitas Lampung
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si, Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. Selaku ketua jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

4. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si, selaku Ketua Program Studi S1 Biologi Terapan, Jurusan Biologi FMIPA Unila dan selaku pembimbing 2 saya yang telah memberikan izin, bantuan, dan dukungan selama penulis menyelesaikan studinya.
5. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., selaku Pembimbing Akademik saya dan selaku dosen pembimbing 1 saya telah memberikan dukungan, bimbingan, arahan, nasihat, curahan waktu, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc. selaku dosen pembahas saya yang telah memberikan arahan, bimbingan, saram, dan masukan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini
7. Bapak dan Ibu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas ilmu, arahan, dukungan, dan motivasi yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Biologi FMIPA Unila
8. Teruntuk Bapak Sudino, *first love* dan panutanku yang selalu penyayang. Sesungguhnya, beliau adalah orang yang paling khawatir setiap kali anak perempuannya melangkah jauh dari rumah. Terima kasih atas setiap tetes keringat, pengorbanan, dan kerja keras yang dilakukan untuk memberikan yang terbaik, mengusahakan segala kebutuhan, mendidik, membimbing, memberi dukungan dan motivasi. Terima kasih karena selalu ada ketika penulis hilang arah, serta mendoakan dalam setiap keadaan agar penulis mampu bertahan untuk melangkah selangkah demi selangkah dalam meraih mimpi di masa depan. Beliau telah mengajari dan memberikan pelajaran yang sangat berharga tentang arti menjadi seorang perempuan yang kuat, bertanggung jawab, pantang menyerah, dan mandiri. Beliau memang tidak sempat mengecap pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik dan memberikan motivasi hingga penulis mampu mengantarkan serta menyelesaikan studi sampai anaknya menjadi seorang sarjana.
9. Teruntuk Mamak Sundari, Bidadari Surgaku. Beliau bukan hanya seorang ibu, tetapi juga sahabat, guru, dan cahaya dalam setiap langkah hidup penulis. Dari tangannya yang lembut, penulis belajar arti ketulusan. Dari

air matanya, penulis memahami makna perjuangan. Dari doanya yang tak pernah putus, penulis mengenal cinta sejati yang tak bersyarat. Jika harus mendeskripsikan beliau, tidak akan pernah cukup dengan satu skripsi ini. Bahkan seribu halaman pun tidak akan mampu menampung besarnya kasih sayang dan pengorbanan beliau. Tanpa beliau, penulis bukanlah siapa-siapa. Terima kasih atas kasih sayang tanpa batas yang tak pernah lekang oleh waktu, serta atas kesabaran dan pengorbanan yang senantiasa mengiringi setiap langkah perjalanan hidup penulis. Beliau memang tidak menempuh pendidikan hingga perguruan tinggi, namun dengan tekad yang kuat, kerja keras, dan doa yang tak pernah berhenti, beliau mampu mengantarkan anaknya menjadi seorang sarjana. Dalam setiap tutur dan tindakannya, penulis belajar banyak hal yang bahkan tak selalu diajarkan di ruang perkuliahan. Beliau adalah guru kehidupan yang luar biasa, yang dengan ketulusan dan keikhlasan telah mendidik penulis menjadi pribadi yang kuat, berbakti, dan penuh rasa syukur.

10. Kepada seseorang yang tak kalah penting, yaitu kakak tercinta Alif Wisnu Mustakim dan Besti Ansori. Mungkin ini tidak pernah kamu dengar langsung oleh penulis, karena gengsi sering jadi batas di antara kita. Tetapi di luar sana penulis ingin seluruh dunia tahu bahwa kalian lah kakak yang paling bisa penulis andalkan dan yang selalu penulis banggakan. Kalianlah panutan untuk penulis dan akan menjaga penulis ketika suatu hari Bapak dan Mamak tak ada lagi, maaf penulis sering lupa betapa beratnya langkahmu, seberapa besar tanggung jawabmu yang mulai kalian pikul sendirian. Terima kasih banyak atas segala pengorbanan, motivasi, dukungan serta kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis. Terimakasih telah menjadi penyemangat dan bagian besar untuk hidup ini serta terimakasih sudah menjadi saudara terbaik yang telah menemani penulis dalam suka maupun duka.
11. Kepada keluarga besar dari Bapak dan Mamak, terimakasih selalu memberikan do'a, dukungan, dan menyayangi penulis dengan tulus di setiap proses penulis.

12. Terimakasih kepada keponakan tercinta saudara persepupuan yang tidak bisa di sebutkan satu-persatu, sudah memberikan motivasi, dukungan, hiburan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
13. Kepada teman seperjuangan dari SMA yang sudah memberikan motivasi, dan dukungan kepada penulis.
14. Kepada Wita yang kehadirannya tanpa sengaja hingga bisa kenal lebih dalam sampai detik ini. Terimakasih sudah hadir dan menemani disetiap proses hidup penulis jalani hingga titik terendah dan tersulit hidup penulis menemani.
15. Kepada teman- teman seperjuangan Kelas Biologi Terapan A yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih sudah memberikan motivasi, dukungan, dan semangat, serta teman-teman seperjuangan Jurusan Biologi FMIPA Unila Angkatan 2022.

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>viii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>x</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	4
1.3. Manfaat Penelitian .....	4
1.4. Kerangka Berfikir .....	4
1.5. Hipotesis Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tanaman <i>Avicennia marina</i> .....	6
2.1.1. Klasifikasi <i>A marina</i> .....	8
2.1.2. Morfologi <i>A.marina</i> .....	8

2.1.3. Habitat dan Penyebaran <i>A. marina</i> .....	10
2.2. Komponen Bioaktif dalam Daun <i>A.marina</i> .....	11
a. Terpenoid.....	11
b. Alkaloid .....	12
c. Saponin .....	13
d. Flavonid.....	13
e. Tanin .....	14
f. Steroid .....	16
2.3. Ekstraksi .....	17
2.3.1. Pengertian Ekstraksi .....	17
2.3.2. Pelarut Metanol .....	18
2.4. Larvasida .....	18
2.4.1. Larvasida Alami .....	19
2.5. Definisi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	19
2.5.1. Klasifikasi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	20
2.6. Morfologi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	20
2.6.1. Stadium Telur .....	21
2.6.2. Stadium Larva .....	22
2.6.3. Pupa.....	24
2.6.4. Nyamuk Dewasa.....	25
2.6.5. Siklus Hidup Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	25
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	27
3.2. Alat dan Bahan .....	27
3.3. Rancangan Penelitian .....	28
3.4. Perhitungan Mortalitas Larvasida .....	29
3.5. Prosedur Penelitian.....	30

3.5.1. Pengambilan Sampel .....	30
3.5.2. Pembuatan Ekstrak Daun <i>Avicennia marina</i> .....	30
3.5.3. Rearing Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	31
3.5.4. Uji Fitokimia .....	32
3.5.5. Pengujian Larvasida Ekstrak Daun <i>A.marina</i> pada Larva Instar III Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	34
3.6. Analisis Data .....	34
3.7. Diagram Alir Penelitian.....	35
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1. Hasil.....	36
4.1.1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Daun <i>A.marina</i> .....	36
4.1.2. Pengaruh Ekstrak Metanol Daun <i>A.marina</i> Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	37
4.1.3. Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun <i>A.marina</i> Sebagai Larvasida Nyamuk <i>Ae.aegypti</i> Pada Nilai LC <sub>50</sub> .....	40
4.2. Pembahasan.....	40
4.2.1. Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Api-api Putih ( <i>A.marina</i> ) .....	40
4.2.2. Pengaruh Ekstrak Metanol Daun Api-api Putih ( <i>A.marina</i> ) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Ae.aegypti</i> .....	43
4.1.3. Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Api-api Putih ( <i>A.marina</i> ) Terhadap Nyamuk <i>Ae.aegypti</i> Pada Nilai LC <sub>50</sub> .....	45
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1. Kesimpulan.....	48
5.2. Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jumlah Larva Uji Pada Setiap Perlakuan .....	298
Tabel 2. Perhitungan Konsentrasi Ekstrak <i>A.marina</i> .....	30
Tabel 3. Uji Fitokimia Daun <i>A.marina</i> .....	32
Tabel 4. Hail Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Daun <i>A.marina</i> .....	35
Tabel 5. Data Hasil Pengamatan Motalitas Larva <i>Ae.aegypti</i> Pada Jam Ke-72 ...	38
Tabel 6. Hasil Analisis Data Mortalitas Larva <i>Ae.aegypti</i> pada Jam Ke-72 dengan Anova .....	39
Tabel 7. Rerata Mortalitas Larva <i>Ae.aegypti</i> Pada Uji Larvasida ke-72 Jam .....	38
Tabel 8. Nilai LC <sub>50</sub> Ekstrak Metanol daun <i>A.marina</i> Terhadap Larva <i>Ae.aegypti</i> .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk daun dan buah .....	9
Gambar 2. Struktur Terpenoid .....	11
Gambar 3. Struktur Alkaloid.....	13
Gambar 4. Struktur Saponin.....	13
Gambar 5. Struktur Flavonoid .....	14
Gambar 6. Struktur Tanin .....	15
Gambar 7. Telur Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	21
Gambar 8. Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	23
Gambar 9. Pupa Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	23
Gambar 10. Nyamuk Dewasa <i>Aedes aegypti</i> .....	24
Gambar 11. Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	25
Gambar 12. Diagram Alir .....	34
Gambar 13. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol daun <i>A.marina</i> : (A) Saponin, (B) Steroid, dan (C) Flavonoid .....	36

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, Demam Berdarah Dengue menjadi masalah kesehatan bagi masyarakat yang serius. Penyakit ini bersifat *self limiting* namun dalam beberapa tahun terakhir memperlihatkan manifestasi klinis yang semakin berat sebagai DBD dan frekuensi kejadian luar biasanya semakin meningkat. Dalam penyebaran penyakit DBD menyebabkan kasus yang banyak ditemukan pada musim hujan ketika munculnya banyak genangan air yang menjadi tempat perindukan nyamuk. Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus Dengue dan ditularkan melalui vektor nyamuk dari spesies *A.aegypti* atau *Aedes albopictus* (Anggraini, dkk., 2021). Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia tercatat terdapat kasus yang cukup banyak dan kasusnya cenderung meningkat bahkan dapat menyebabkan kematian hingga terulang kembali kejadian luar biasa (KLB), dengan data yang di dapat pada tahun 2023 mencapai 98.071 orang yang terinfeksi dan angka kematian sebanyak 764 orang. Jumlah kasus yang terjadi mengalami kenaikan signifikan pada tahun 2024 mencapai hampir 120.000 kasus dan jumlah kematian sebanyak 777 orang, sementara pada 2023 sebanyak 894 kasus yang melebihi total kasus pada tahun 2023 (Antara, 2024). Pada provinsi lampung di tahun 2025 terdapat 252 Kasus DBD dan tidak terdapat kasus kematian. Kasus DBD Paling banyak terjadi di Provinsi Lampung pada bulan Januari yang tercatat 58 Kasus (Abdullah, 2025).

Upaya pengendalian Demam Berdarah Dengue (DBD) hingga saat ini lebih difokuskan pada pengendalian vektor utamanya, yaitu nyamuk *Ae. aegypti*.

Salah satu metode yang paling umum digunakan masyarakat maupun pemerintah adalah pemakaian insektisida. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2010, insektisida rumah tangga menjadi cara yang paling banyak dipilih masyarakat untuk mencegah penularan penyakit yang ditularkan melalui nyamuk. Kemudahan penggunaan, ketersediaan yang mudah dijangkau, serta hasil yang cepat terlihat menjadi alasan utama masyarakat menjadikan insektisida sebagai pilihan praktis dan instan dalam mengurangi populasi nyamuk di lingkungan tempat tinggal (Prasetyowati dkk., 2016).

Namun demikian, penggunaan insektisida secara terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif, seperti resistensi nyamuk dan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian vektor yang lebih ramah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan bahan alami dari tumbuhan. Indonesia sendiri dikenal memiliki kawasan hutan mangrove terluas di dunia, dengan estimasi luasan sekitar 3,5 juta hektar yang tersebar di berbagai wilayah pesisir. Di Provinsi Gorontalo, misalnya, terdapat ekosistem mangrove seluas kurang lebih 12.074,74 hektar, dengan salah satu spesies yang mendominasi adalah *A.marina*. Tanaman ini tersebar cukup luas di wilayah pesisir Kabupaten Gorontalo Utara, terutama di Desa Ilodulunga, Kecamatan Anggrek, yang masih memiliki ekosistem mangrove yang relatif terjaga. Masyarakat setempat menyebut tanaman ini dengan nama lokal “Api-api Putih” (Wulandari dkk., 2022).

*A.marina* memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat secara farmakologis. Daun *A. marina* dilaporkan memiliki aktivitas sebagai antivirus, antinematoda, antimalaria, dan sitotoksik. Selain itu, metabolit sekundernya berfungsi sebagai antioksidan, antitumor, antiinflamasi, antialergi, antikolinergik, antikonvulsan, antiaterosklerotik, hingga antituberkulosis (Johanes, 2017). Pemanfaatan *A. marina* sebagai insektisida nabati berpotensi menjadi alternatif pengendalian vektor DBD yang lebih aman, efektif, dan ramah lingkungan.

Daun *A. marina* telah dimanfaatkan masyarakat pesisir sebagai bahan pangan dan obat-obatan. Pemanfaatan ini tidak terlepas dari kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada daun tanaman ini, yang berperan penting dalam berbagai aktivitas biologis. Aktivitas biologis dari daun biota ini terkait dengan kebutuhan metabolit sekundernya. Kandungan fitokimia yang terdapat pada daun *A. marina* adalah alkaloid, tannin, saponin, flavonoid, dan glikosida. Keberagaman senyawa ini menjadikan daun *A. marina* sebagai kandidat potensial dalam pengembangan agen hayati seperti larvasida nabati, khususnya dalam pengendalian vektor penyakit seperti nyamuk *Ae.aegypti* (Hardiningtyas, dkk, 2020)

Penelitian ini didasarkan pada temuan Putri dkk. (2021) yang melaporkan bahwa ekstrak metanol kulit batang *A.marina* memiliki efektivitas tinggi sebagai biolarvasida terhadap larva *Ae.aegypti*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan tingkat mortalitas larva, di mana kematian mencapai 100% pada konsentrasi 3.000 ppm setelah 24 jam perlakuan. Aktivitas larvasida tersebut diduga disebabkan oleh adanya senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, dan triterpenoid yang mampu mengganggu sistem pencernaan serta pernapasan larva.

Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini memanfaatkan bagian daun *A. marina* sebagai bahan uji alternatif yang lebih mudah diperoleh, ramah lingkungan, dan memiliki potensi kuat sebagai sumber biolarvasida alami. Ekstrak metanol daun *A. marina* diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, steroid, tanin, dan triterpenoid yang berperan penting dalam aktivitas larvasida. Tanaman ini juga dikenal sebagai salah satu spesies mangrove yang melimpah dan mudah dibudidayakan di wilayah pesisir. Namun, hingga saat ini pemanfaatannya sebagai bahan dasar larvasida nabati masih sangat terbatas di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan pemanfaatan *A. marina* sebagai agen pengendalian hayati vektor penyakit secara berkelanjutan (Hartono, 2021).

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan yaitu:

1. Mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder pada ekstrak metanol daun *A.marina* melalui uji fitokimia sebagai dasar potensi larvasida terhadap nyamuk *Ae.aegypti*.
2. Mengetahui pengaruh ekstrak metanol daun api-api putih (*A.marina*) terhadap mortalitas larva *Ae.aegypti* instar III
3. Mengetahui efektivitas ekstrak metanol daun api-api putih *A.marina* sebagai larvasida terhadap larva nyamuk *Ae.aegypti* instar III

## 1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini dilakukan yaitu

1. Sebagai sumber informasi mengenai kandungan metabolit sekunder pada ekstrak metanol daun *A. marina* yang berpotensi sebagai larvasida yang masih berada dalam air terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*
2. Penelitian ini akan menambah pengetahuan tentang efektivitas larvasida alami dari ekstrak metanol *A. marina* di lingkungan untuk mencegah perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti*

## 1.4. Kerangka Berfikir

Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia masih terus meningkat setiap tahunnya dan dapat menyebabkan kematian, sehingga menjadi masalah kesehatan yang serius. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Ae.aegypti* sebagai vektor utama. Upaya pengendalian DBD selama ini lebih difokuskan pada penekanan populasi nyamuk dengan penggunaan insektisida kimia. Insektisida memang mudah digunakan, mudah diperoleh, dan cepat terlihat hasilnya, namun penggunaan yang terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif berupa resistensi nyamuk, pencemaran lingkungan, serta

gangguan kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian vektor yang lebih ramah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan insektisida nabati dari tumbuhan yang mengandung senyawa bioaktif. Indonesia sebagai negara dengan hutan mangrove terluas di dunia memiliki potensi sumber daya hayati yang besar, termasuk tumbuhan *A.marina* (Api-api/Tangalo) yang banyak dijumpai di wilayah pesisir. Daun *A. marina* diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, triterpenoid, dan glikosida. Senyawa-senyawa ini memiliki aktivitas biologis penting, antara lain sebagai antivirus, antimalaria, antinematoda, antiinflamasi, sitotoksik, hingga berpotensi sebagai larvasida.

Ekstrak metanol daun *A.marina* dipilih karena pelarut metanol mampu melarutkan banyak senyawa bioaktif sekaligus, sehingga dapat menggambarkan potensi larvasida secara lebih menyeluruh. Selama ini pemanfaatan *A. marina* sebagai larvasida nabati masih sangat terbatas, sehingga perlu dikaji lebih lanjut.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan, yaitu kontrol negatif (akuades), kontrol positif (Abate 1%), serta empat konsentrasi ekstrak metanol daun *A. marina* (6%, 9%, 12%, dan 15%) dengan tiga ulangan. Ekstrak diperoleh melalui maserasi, kemudian diuji fitokimia untuk mengidentifikasi metabolit sekundernya. Mortalitas larva instar III *Ae.aegypti* diamati pada interval tertentu dan dianalisis menggunakan probit untuk menentukan  $LC_{50}$ , serta diuji dengan ANOVA untuk melihat perbedaan mortalitas larva antar perlakuan dan apabila terdapat perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Tukey's untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi ilmiah mengenai kandungan metabolit sekunder daun *A.marina* serta efektivitas ekstraknya sebagai larvasida terhadap larva *Ae. aegypti*. Hasil yang diperoleh dapat menjadi dasar penentuan konsentrasi paling efektif sekaligus mendukung

pengembangan larvasida nabati yang aman dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi dalam strategi pengendalian vektor DBD yang berkelanjutan

### **1.5. Hipotesis Penelitian**

Adapun hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi ekstrak metanol daun *A.marina*, maka semakin tinggi mortalitas larva instar III nyamuk *A.aegypti*

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanaman *Avicennia marina*

*A. marina*, yang dikenal juga sebagai api-api putih yang termasuk ke dalam famili *Acanthaceae* dan merupakan tumbuhan jenis mangrove pionir yang tumbuh di wilayah pesisir terlindung. Spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi habitat pasang surut, termasuk lingkungan dengan kadar garam yang tinggi. Tanaman ini merupakan salah satu jenis mangrove yang paling umum ditemukan di zona pasang surut, khususnya di area hutan mangrove yang paling dekat dengan laut, di mana biasanya didominasi oleh spesies dari genus *Avicennia*. Bentuk pertumbuhannya bervariasi, dapat berupa semak besar hingga pohon yang tegak maupun menyebar, dengan ketinggian yang dalam kondisi optimal mampu mencapai sekitar 30 meter (Nurkhaeroni & Al Idrus, 2023).

Namun, persebaran *A. marina* di bagian tepi hutan mangrove cenderung sempit. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan benih *Avicennia* untuk tumbuh optimal di tempat yang teduh dan berlumpur tebal, seperti yang umum dijumpai di bagian dalam hutan. Tanaman ini dikenal mampu beradaptasi dengan baik terhadap kondisi salinitas tinggi yang terdapat di wilayah pesisir.

Selain itu, *A. marina* memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim, khususnya sebagai penyerap karbon (carbon sink). Dengan menanam lebih banyak *A. marina*, kemampuan penyerapan karbon dari atmosfer dapat ditingkatkan, sehingga membantu menurunkan kadar CO<sub>2</sub>. Proses ini terjadi

karena tanaman menyerap  $\text{CO}_2$  selama fotosintesis dan mengubahnya menjadi

karbon organik yang tersimpan dalam bentuk biomassa (Kathiresan dkk, 2013)

Mangrove merupakan tumbuhan tingkat tinggi yang mampu hidup di pesisir tropis dengan adaptasi terhadap salinitas dan pasang surut (Kusuma, 2023). Salah satu spesiesnya adalah *A. marina* yang secara taksonomi termasuk dalam kelompok *Angiospermae* karena memiliki akar, batang, daun sejati, bunga, serta menghasilkan buah dan biji. Berbeda dengan tumbuhan tingkat rendah (seperti alga, lumut, atau paku) yang tidak memiliki diferensiasi organ sejati. *A. marina* dikategorikan sebagai tumbuhan tingkat tinggi yang memiliki struktur kompleks dan sistem adaptasi khusus, seperti pneumatofor untuk respirasi dan daun sekulen untuk bertahan pada lingkungan dengan kadar garam tinggi (Tobing dkk, 2022).

#### **2.1.1. Klasifikasi *A marina***

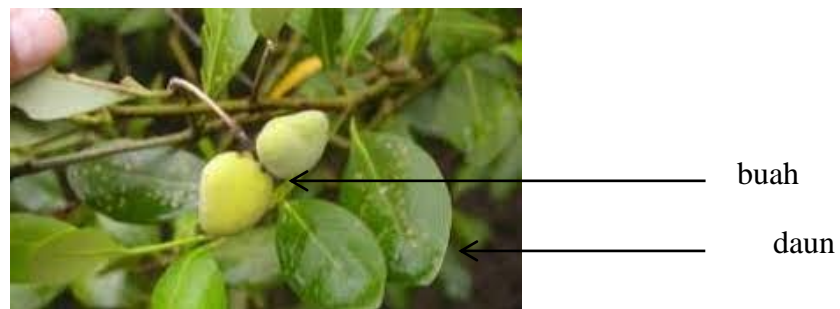
Menurut Bengen, (2001) secara taksonomi *A. marina* (Forks.) Vierh. dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Thacheophyta  
Class : Magnolipsida  
Ordo : Sapindales  
Family : Avicenniaceae  
Genus : *Avicennia*  
Species : *Avicennia marina* (Forks)

#### **2.1.2. Morfologi *A.marina***

*A. marina* memiliki sejumlah ciri khas yang merupakan bentuk adaptasinya terhadap lingkungan yang berlumpur dan mengandung garam tinggi. Salah satunya adalah keberadaan akar napas yang berbentuk seperti paku, tumbuh rapat dan memanjang ke atas dari permukaan lumpur di sekitar pangkal batang. Selain itu, permukaan atas daunnya memiliki bintik-bintik berupa kelenjar cekung, sementara bagian bawah daunnya berwarna putih keabu-abuan (Oktavianus,

2013). Secara bentuk fisik, *A. marina* dapat tumbuh sebagai semak atau pohon dengan tinggi bervariasi antara 3 hingga 14 meter. Kulit batangnya berwarna abu-abu terang dan memiliki permukaan yang bersisik halus. Api-api ini memiliki batang yang dapat mengeluarkan getah dan memiliki rasa yang pahit. Daun tanaman ini berbentuk elips dengan panjang sekitar 6 hingga 7 cm, berwarna hijau, dan bagian bawahnya tertutup bulu-bulu halus. Pada musim semi, tumbuhan ini akan berbunga. Bunganya berukuran kecil, berwarna kuning, dan tumbuh dalam kelompok yang terdiri dari tiga sampai lima kuntum, masing-masing berdiameter sekitar 1 cm. Selain itu, *A. marina* juga menghasilkan buah berdaging yang mengandung biji berukuran besar, yang berperan penting dalam proses regenerasi hutan mangrove. Bentuk daun dan buah *A. marina* di sajikan pada Gambar 1



Gambar 1. Bentuk daun dan buah (Halidah, 2014).

Tanaman ini diketahui mengandung beragam senyawa, termasuk alkohol alifatik, asam amini, karbohidrat, alkaloid, karotenoid, dan asam lemak. *A. marina* diketahui mengandung berbagai jenis senyawa kimia, seperti alkohol alifatik, asam amino, karbohidrat, alkaloid, karotenoid, dan asam lemak. Tumbuhan ini merupakan komponen utama dalam ekosistem mangrove di kawasan Segara Anakan. Sebagai spesies dominan, *A. marina* hanya ditemukan di lingkungan mangrove dan tidak tumbuh di daratan biasa. Tanaman ini umumnya hidup di bagian terluar zona mangrove yang langsung berbatasan dengan laut. Masyarakat sekitar mengenalnya dengan nama “api-api putih.” Selain

*A. marina*, terdapat pula spesies kerabat yang biasa tumbuh berdampingan, seperti *A. alba* (api-api hitam), *A. officinalis* (api-api daun lebar), dan *A. rumphiana* yang kini mulai jarang dijumpai (Halidah, 2014). Beberapa jenis tumbuhan dari genus *Avicennia* memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti pangan, konstruksi, dan kesehatan. Hampir seluruh bagian tanaman ini mulai dari akar, kulit batang, daun, buah, hingga eksudat atau cairan alami yang keluar dari jaringan tanaman dapat diolah untuk berbagai keperluan (Efriyeldi dkk, 2019).

### **2.1.3. Habitat dan Penyebaran *A. marina***

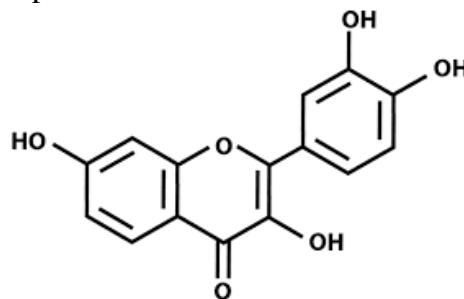
Tumbuhan mangrove merupakan jenis tumbuhan tingkat tinggi yang dapat umbuh dan berkembang di daerah intertidal yaitu terletak di antara daratan dan lautan bersuhu tropis dan subtropics. Tumbuhan mangrove memiliki sifat holofitik yang merupakan kemampuan hidup pada lingkungan yang beragam karena memiliki suatu pengembangan adaptasi khusus meliputi adaptasi molekuler, anatom, morfologi, bahkan fisiologi (Marpaung dkk, 2024). Mangrove merupakan ekosistem hutan yang dapat tumbuh di lingkungan air payau, dan hidupnya sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Hutan mangrove hidup pada tempat dengan substrat lumpur dan akumulasi bahan- bahan organik (Asman dkk, 2020). Tempat hidup mangrove berasosiasi dengan tanaman tropis yang dapat ditemukan di daerah pasang surut, sepanjang garis pantai, muara, dan laguna. Varietas mangrove merupakan tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan suatu lingkungan tertentu (Kustanti, 2011). Mangrove juga dapat ditemukan di wilayah pesisir yang terlindung dari gelombang ombak tinggi dan juga dapat ditemukan di daerah yang landau. Tempat hidup yang optimal bagi mangrove adalah muara sungai besar dan delta yang memiliki aliran air dengan kandungan yang tinggi (Firdaus & Fakhurrozi, 2024).

Habitat mangrove berada di wilayah intertidal, yaitu wilayah yang terdapat interaksi antara perairan laut, payau, sungai, dan terestrial. Tempat hidup mangrove sangat dipengaruhi oleh kadar salinitas. Pembentukan zonasi mangrov terjadi karena faktor kondisi substrat. *A. marina* tumbuh baik pada substrak berlumpur dengan bahan organik yang melimpah (Imamah & Aisyah, 2024).

## 2.2. Komponen Bioaktif dalam Daun *A.marina*

### a. Terpenoid

Senyawa terpena merupakan kelompok senyawa organik hidrokarbon yang secara alami banyak diproduksi oleh berbagai jenis tumbuhan. Senyawa ini termasuk dalam golongan metabolit sekunder yang berperan penting dalam proses fisiologis tanaman, seperti perlindungan terhadap hama, penyerbuk, dan tekanan lingkungan. Terpenoid, sebagai turunan dari terpena, merupakan salah satu komponen utama dalam minyak atsiri yang diekstraksi dari daun, bunga, batang, maupun kulit kayu tumbuhan tertentu (Julianto, 2019). Komponen ini berkontribusi terhadap aroma khas dan aktivitas biologis minyak atsiri yang sering dimanfaatkan dalam bidang farmasi, kosmetik, dan pestisida nabati. Struktur Terpenoid dapat disaikan pada Gambar 2.



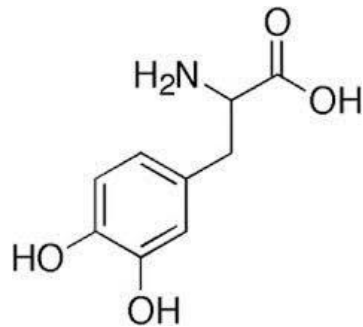
Gambar 2 Struktur Terpenod (Azalia dkk,2023).

Salah satu golongan penting dari terpenoid adalah triterpenoid, yaitu senyawa metabolit sekunder yang memiliki kerangka karbon terdiri atas enam satuan isoprena ( $C_5 H_8$ ) dan diturunkan dari hidrokarbon

asiklik C-30 yang dikenal sebagai skualena. Struktur triterpenoid yang kompleks menjadikannya memiliki beragam aktivitas biologis. Beberapa jenis triterpenoid, seperti asiaticosida, asam asiatic, dan madekasik yang terdapat pada tanaman pegagan (*Centella asiatica*), diketahui memiliki berbagai manfaat farmakologis. Senyawa-senyawa tersebut berkhasiat sebagai antilepra (antikusta), antiinflamasi, antimikroba, serta berperan dalam merangsang pembentukan jaringan lemak dan protein, yang berkontribusi terhadap proses penyembuhan luka serta regenerasi sel (Susetyarini & Nurrohman, 2022).

#### **b. Alkaloid**

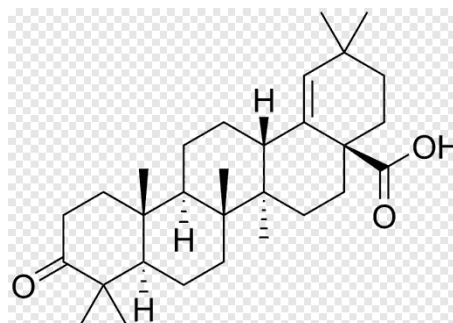
Alkaloid merupakan senyawa organik bersifat basa yang mengandung atom nitrogen sebagai bagian dari struktur kimianya, umumnya terikat dalam sistem cincin karbon beranggota lima atau enam. Senyawa ini banyak ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi, terutama pada sekitar 20% spesies angiospermae. Metabolit nitrogen secara alami juga memiliki distribusi yang terbatas, karena ketersediaan unsur nitrogen dalam jaringan tumbuhan relatif rendah. Senyawa-senyawa ini umumnya merupakan turunan dari satu atau lebih asam amino penyusun protein. Alkaloid merupakan senyawa basa yang umumnya terdapat pada berbagai bagian tanaman, seperti akar, batang, daun, bunga, biji, dan kulit batang. Kandungan alkaloid dalam tanaman biasanya berada dalam jumlah yang relatif kecil serta bercampur dengan senyawa kompleks lainnya, sehingga diperlukan proses pemisahan untuk memperoleh alkaloid murni. Senyawa ini memiliki sifat basa yang memungkinkan alkaloid berperan dalam menjaga keseimbangan ion dalam jaringan tumbuhan dengan menggantikan peran asam mineral. Secara umum, sebagian besar alkaloid berasal dari sumber tumbuhan dan tersebar di hampir seluruh bagian tanaman (Ningrum dkk, 2016). Struktur alkaloid dapat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Alkaloid (Endarini, 2016)

### c. Saponin

Saponin merupakan golongan senyawa alam yang rumit dan mempunyai masa molekul besar terdiri dari aglikon baik steroid atau triterpenoid dengan satu atau lebih rantai gula/ glikosida dan jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan (Bogoriani, 2008). Saponin pada daun pegagan adalah kelompok brahmosida, brahminosida, dan madecassoside. Senyawa ini berkhasiat untuk bahan anastesi, obat penenang dan pereda kegelisahan (Susetyarini & Nurrohman, 2022). Struktur saponin disajikan pada Gambar 4.

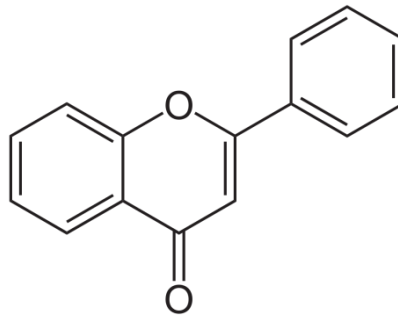


Gambar 4. Struktur Saponin (Illing dkk, 2017).

### d. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa polifenol yang paling luas ditemukan dan dikenal dalam dunia tumbuhan. Senyawa ini memiliki kerangka karbon yang menyerupai struktur dasar flavon atau benzopiron fenolik, dengan lebih dari 4.000 variasi struktur yang

telah teridentifikasi. Flavonoid tersebar luas pada hampir semua jenis tanaman dan memiliki kesamaan struktur dengan senyawa dengan senyawa turunan fenol seperti asam propanoat dan asam hidrokarbenzoat. Struktur kimia flavonoid pada disajikan pada Gambar 5.



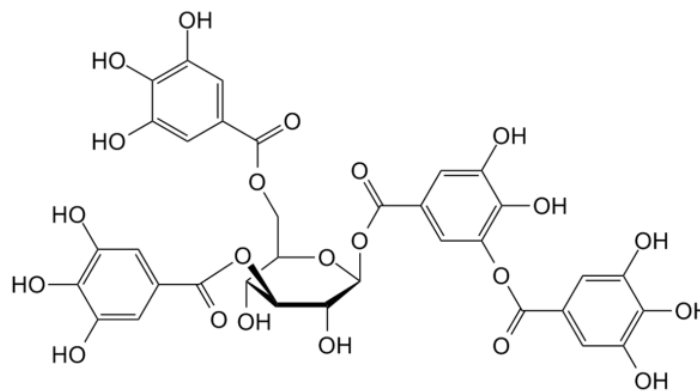
Gambar 5. Struktur Flavonoid (Azalia dkk,2023).

Secara biosintesis, flavonoid berasal dari turunan Chalcone yang terbentuk melalui jalur Secara biosintesis, flavonoid berasal dari turunan *chalcone* yang terbentuk melalui jalur *shikimate* dan prekursor asetat. Salah satu sifat khas dari senyawa fenolik, termasuk flavonoid, adalah kemampuannya untuk mengalami ionisasi. Beberapa polifenol mengandung gugus *catechol* yang memungkinkan senyawa ini membentuk kompleks dengan ion logam bervalensi dua maupun tiga. Antosianin, salah satu subkelompok flavonoid, diketahui mampu berikatan dengan ion magnesium dan besi. Senyawa fenolik dengan substitusi orto (o) atau para (p) dihidroksi juga dapat mengalami proses oksidasi menjadi *quinon* atau *p-quinon*, yang berperan penting dalam aktivitas biologis dan reaksi redoks pada tumbuhan (Akhmad, 2022).

#### e. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang banyak ditemukan pada jaringan tumbuhan dan memiliki berat molekul relatif besar, yaitu

lebih dari 1.000 Dalton (Liberty *et al.*, 2012). Senyawa ini dikenal karena kemampuannya membentuk kompleks kuat dengan protein, alkaloid, dan logam berat. Tanin berperan penting dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangan patogen, serangga, serta hewan herbivora, karena sifat astringennya yang dapat mengendapkan protein dan menurunkan daya cerna. Struktur Tanin dapat disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur Tanin (Endarini, 2016).

Dari segi manfaat farmakologis, tanin memiliki berbagai khasiat, di antaranya astringen, antidiare, antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Sifat astringennya mampu membantu proses penyembuhan luka dengan cara mengkerutkan jaringan, sementara aktivitas antioksidannya membantu menangkal radikal bebas dan melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Oleh karena itu, tanin banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, obat tradisional, serta sebagai bahan tambahan dalam industri makanan dan kosmetik (Susetyarini & Nurrohman, 2022).

Berdasarkan struktur kimianya, tanin dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi (Patra & Saxena, 2010). Tanin terhidrolisis tersusun atas polimer dari asam galat dan asam elagat yang berikatan secara ester dengan satu molekul

gula. Jenis tanin ini mudah terurai oleh asam, basa, maupun enzim hidrolitik. Sementara itu, tanin terkondensasi (dikenal juga sebagai proantosianidin) tersusun atas polimer senyawa flavonoid yang berikatan melalui ikatan karbon–karbon, terutama antara unit katekin dan *galocatechi*.

#### **f. Steroid**

Steroid merupakan salah satu golongan senyawa metabolit sekunder. Golongan senyawa tersebut diketahui mempunyai aktivitas bioinsektisida, antibakteri, antifungi, dan antidiabetes (Hidayah dkk, 2016). Steroid dapat dijumpai secara alami pada hewan, tumbuhan, serta berbagai organisme laut dan memiliki fungsi penting dalam proses kehidupan. Pada hewan dan manusia, steroid berperan sebagai hormon, misalnya hormon reproduksi dan hormon yang bekerja sebagai antiinflamasi. Sementara itu, pada tumbuhan dan biota laut, steroid berfungsi menjaga kestabilan membran sel sekaligus sebagai senyawa pertahanan alami terhadap gangguan dari lingkungan. Dari sisi kimia, steroid bersifat mudah larut dalam pelarut organik tetapi umumnya sukar larut dalam air. Dalam bidang biologi dan farmasi, steroid diketahui mempunyai beragam aktivitas biologis, seperti antibakteri, antijamur, antioksidan, antiinflamasi, hingga berpotensi sebagai insektisida dan larvasida. Pada organisme marina, steroid banyak diteliti karena kemampuannya dalam memberikan efek toksik pada larva serangga melalui gangguan terhadap metabolisme, hormon pertumbuhan, dan sistem seluler larva.

Steroid merupakan senyawa yang memiliki kerangka dasar triterpena asiklik dengan ciri khas berupa empat cincin yang saling menyatu. Steroid dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, seperti hormon seks, asam empedu, dan hormon kortikosteroid. Dalam bidang kesehatan, steroid dimanfaatkan sebagai obat tradisional antiradang karena memiliki efektivitas yang baik dalam membantu mengatasi

peradangan, asma, rematik, gangguan usus, serta penyakit ginjal. Selain itu, steroid termasuk salah satu senyawa metabolit sekunder yang banyak dikonsumsi manusia karena memiliki aktivitas sebagai penangkal radikal bebas sehingga dapat membantu menurunkan risiko penyakit tidak menular. Steroid juga diketahui mampu meningkatkan proses urinasi dan pengeluaran elektrolit. Mekanisme ini bekerja mirip dengan kalium, yaitu membantu penyerapan cairan dan ion elektrolit seperti natrium dari cairan intraseluler menuju cairan ekstraseluler, kemudian masuk ke tubulus ginjal (Ludin & Sakung, 2022).

## **2.3. Ekstraksi**

### **2.3.1. Pengertian Ekstraksi**

Salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan senyawa bioaktivitas dari daun *A.marina* adalah menggunakan metode ekstraksi. Ekstraksi merupakan teknik untuk memisahkan zat atau komponen tertentu dari suatu bahan menggunakan pelarut (Angriani, 2019). Proses ini dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain maserasi, ekstraksi berbantuan gelombang mikro *Microwave Assisted Extraction* (MAE), dan ekstraksi berbantuan ultrasonik *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE). Pilihan metode ekstraksi sangat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh, baik dari segi jumlah ekstrak (Sa'adah dkk., 2017), jenis dan kadar senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak (Desmiaty dkk., 2019), maupun kualitas akhir dari ekstrak tersebut. Dalam proses ekstraksi bahan tumbuhan, langkah awal yang biasanya dilakukan adalah memisahkan bagian tanaman seperti daun dan bunga. Setelah itu, bagian-bagian tersebut dikeringkan atau digiling agar ukurannya lebih kecil dan mudah diekstrak. Tahap selanjutnya adalah memilih pelarut yang sesuai, tergantung pada jenis senyawa yang ingin diperoleh, apakah

menggunakan pelarut polar, semipolar, atau nonpolar (Mukhriani, 2014).

### **2.3.2. Pelarut Metanol**

Metanol merupakan pelarut semipolar yang tersusun atas unsur karbon, hidrogen, dan oksigen, dengan sifat khas yang membedakannya dari pelarut lain seperti air dan heksana. Sifat semipolarnya berasal dari adanya gugus hidroksil (-OH) dalam struktur molekulnya, yang memungkinkan metanol melarutkan senyawa tertentu seperti  $\beta$ -karoten (Qodri, 2024). Selain itu, metanol memiliki karakter fisik dan kimia yang perlu diperhatikan, seperti titik didih yang relatif rendah yaitu  $64,5^{\circ}\text{C}$ , bersifat ringan, tidak berwarna, mudah menguap, serta sangat mudah terbakar. Dalam dunia industri, metanol digunakan sebagai bahan campuran dalam bensin, pemanas ruangan, pelarut dalam berbagai proses industri seperti pada mesin fotokopi, serta sebagai sumber makanan bagi bakteri penghasil protein. Di lingkungan rumah tangga, metanol biasanya ditemukan dalam bentuk cairan pembersih kaca mobil atau “canned head “. Namun, karena sifatnya yang toksik, methanol dapat membahayakan kesehatan misalnya menyebabkan kebutaan atau bahkan kematian jika tertelan. Selesai itu, pembuangan methanol secara sembarangan dapat mencemari lingkungan dan mengancam kelangsungan ekosistem. Risiko kebakaran dan ledakan pun menjadi pertimbangan penting dalam penggunaannya yang harus dilakukan dengan sangat hati-hati (Bretherick, 2017).

### **2.4. Larvasida**

Larvasida merupakan salah satu metode pengendalian yang digunakan untuk menurunkan tingkat populasi vektor penyakit (Yuliasih & Widawati, 2017). Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa sejumlah ekstrak tumbuhan memiliki potensi sebagai larvasida. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa

ekstrak tumbuhan mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, terpenoid, dan steroid. Senyawa-senyawa ini dihasilkan melalui proses biosintesis alami sebagai bentuk mekanisme perlindungan tanaman terhadap ancaman lingkungan (Marcellia dkk., 2024).

#### **2.4.1. Larvasida Alami**

Larvasida alami merupakan jenis pestisida yang dibuat dari bahan dasar tumbuhan. Pembuatan larvasida ini cukup sederhana dan dapat dilakukan meskipun dengan pengetahuan serta keterampilan yang terbatas. Karena berasal dari bahan alami, larvasida ini mudah terurai di alam sehingga tidak meninggalkan residu yang bertahan lama. Larvasida alami bekerja secara cepat saat diaplikasikan untuk membunuh hama, namun efeknya akan segera hilang setelah hama mati dikenal dengan sifat *hit and run*. Keunggulan lain dari larvasida alami adalah kemampuannya terdegradasi dengan cepat oleh sinar matahari, kelembaban, udara, dan unsur-unsur alami lainnya, sehingga dapat mengurangi risiko pencemaran lingkungan seperti tanah dan air. Selain itu, larvasida ini umumnya memiliki tingkat toksisitas yang rendah terhadap hewan mamalia, sehingga penggunaannya relatif lebih aman bagi manusia. Oleh karena itu, bahan yang digunakan untuk membuat larvasida sebaiknya mudah ditemukan, aman bagi makhluk hidup, dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia (Anissah dkk., 2025).

#### **2.5. Definisi Nyamuk *Ae. aegypti***

Nyamuk *Ae. aegypti* merupakan vektor utama dalam penyebaran virus dengue yang menjadi penyebab utama penyakit DBD. Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi virus dengue, yang penularannya dibantu oleh nyamuk vektor, terutama *Ae. aegypti*. Penyakit ini menyebar dengan sangat cepat, terutama di daerah tropis dan subtropis dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Nyamuk *Ae. Aegypty* mempunyai kebiasaan menggigit berurang (*multiple bitters*) yaitu

menggigit beberapa orang secara bergantian dalam waktu singkat. Hal ini disebabkan karena nyamuk *Ae.aegypti* sangat sensitive dan mudah terganggu. Keadaan ini sangat membantu *Ae.aegypti* dalam memindahkan virus Dengue ke beberapa orang sekaligus sehingga dilaporkan adanya beberapa penderita DBD di dalam satu rumah (Ustiwanty dkk, 2020).

Nyamuk ini memiliki kebiasaan berkembang biak pada tempat-tempat yang mengandung air bersih dan tergenang, terutama di lingkungan domestik. Tempat-tempat tersebut meliputi bak mandi, vas bunga, talang air, ember, dan berbagai wadah penampungan air lainnya yang umumnya digunakan oleh masyarakat untuk keperluan sehari-hari, seperti memasak, mencuci, dan minum. Aktivitas nyamuk ini terjadi terutama pada pagi dan sore hari, di mana mereka aktif mencari inang untuk menghisap darah. Keberadaan tempat perindukan di sekitar hunian manusia menjadikan pengendalian *Ae. aegypti* sebagai tantangan tersendiri dalam upaya pencegahan DBD (Putri dkk, 2022).

### **2.5.1. Klasifikasi Nyamuk *Ae. aegypti***

Menurut IT IS,(2018), nyamuk *Ae. aegypti* diklasifikasikan secara ilmiah ke dalam kelompok sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
Phylum : Arthropoda  
Class : Insecta  
Ordo : Diptera  
Family : Culicidae  
Genus : Aedes  
Species : *Aedes aegypti*

### **2.6. Morfologi Nyamuk *Ae. aegypti***

Nyamuk *Ae. aegypti* merupakan salah satu spesies nyamuk yang banyak ditemukan di Indonesia dan mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri dari empat tahap, yaitu telur, larva, pupa, dan kemudian menjadi nyamuk

dewasa. Tubuh nyamuk ini terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala (*caput*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*). Pada bagian punggung atau *mesonotum*, terdapat pola khas berbentuk seperti kecapi (*lyre-shaped*), dengan dua garis lengkung dan dua garis lurus berwarna putih (WHO, 2020).

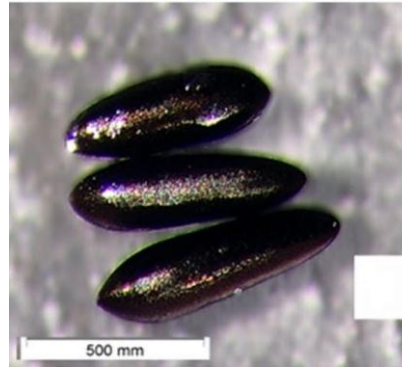
Secara fisik, nyamuk *Ae. aegypti* memiliki tubuh berwarna hitam dengan pola belang putih menyerupai loreng yang tersebar di seluruh tubuhnya. Nyamuk ini umumnya berkembang biak di lingkungan tempat tinggal manusia, baik di dalam rumah maupun di area yang padat penduduknya. Kemampuan terbangnya dapat mencapai jarak sekitar 100 meter. Nyamuk betina aktif menggigit manusia untuk menghisap darah, biasanya dari pagi hingga sore hari, sedangkan nyamuk jantan tidak menggigit manusia, melainkan mengisap nektar atau cairan manis dari tumbuhan. Umur rata-rata nyamuk ini sekitar dua minggu, tetapi sebagian bisa hidup hingga dua hingga tiga minggu (Atikasari & Sulistyorini, 2018)

### **2.6.1. Stadium Telur**

Nyamuk mengalami beberapa tahap perkembangan selama hidupnya, yaitu dimulai dari fase telur, larva, pupa, hingga menjadi nyamuk dewasa. Ketiga tahap awal telur, larva, dan pupa berlangsung di dalam air, sedangkan nyamuk dewasa hidup di udara. Tahap larva menjadi sangat penting karena jumlah larva yang ditemukan dapat mencerminkan jumlah nyamuk dewasa di suatu wilayah. Selain itu, larva mudah diamati dan dikendalikan karena berada di dalam tempat perindukan berupa genangan air (Nadhifa dkk, 2016).

Telur nyamuk *Ae. aegypti* memiliki bentuk khas yang menyerupai oval dan terlihat seperti anyaman tanpa struktur pelampung. Saat pertama kali dikeluarkan, warnanya putih, namun akan berubah menjadi hitam dalam waktu satu hingga dua jam. Bagian luar telur, atau *exochorion*, dilapisi zat lengket berupa glikoprotein yang akan mengeras ketika mengering. Setelah kawin dengan pejantan, nyamuk betina *Aedes aegypti* mampu menghasilkan sekitar 50 hingga 150 butir telur dalam

sekali bertelur (Lema dkk, 2021) Telur *Ae.aegypti* berbentuk lonjong, berukuran kecil dengan panjang sekitar 6,6 mm dan berat 0,0113 mg, mempunyai torpedo, dan ujung telurnya meruncing. Jika dilihat dibawah mikroskop, pada dinding luar (exochorion) akan tampak garis-garis membentuk gambaran sarang lebah. Berikut gambar telur nyamuk yang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Telur Nyamuk *Aedes aegypti* (Mundim-pombo dkk, 2021).

Perkembangan *Aedes aegypti* dari telur hingga menjadi nyamuk dewasa berlangsung cukup singkat, hanya sekitar 9–10 hari. Telurnya berwarna hitam dengan ukuran  $\pm 0,80$  mm dan memiliki daya tahan tinggi, mampu bertahan di lingkungan kering tanpa air hingga enam bulan. Setelah terendam air, telur akan menetas dalam waktu  $\pm 2$  hari dan menghasilkan larva berukuran kecil. Larva tersebut kemudian tumbuh dan berkembang hingga mencapai panjang 0,5–1 cm sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya dalam siklus hidupnya (Fadilla, 2015).

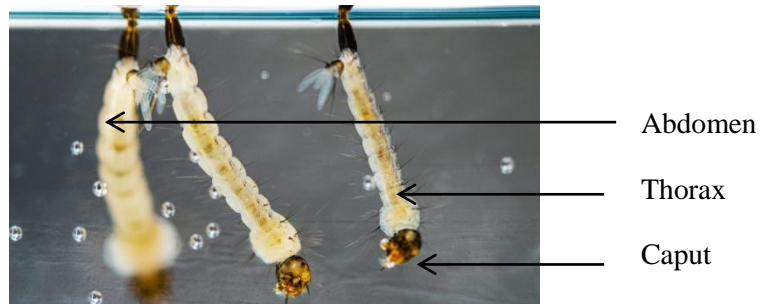
### 2.6.2. Stadium Larva

Larva atau yang biasa dikenal sebagai jentik nyamuk merupakan tahapan selanjutnya setelah bertelur. Larva *Ae. aegypti* memiliki bentuk tubuh memanjang seperti tabung dengan kepala yang tampak membulat. Antenanya pendek dan halus, serta bernapas melalui organ bernama pekten yang terletak di segmen kedelapan bagian perut. Di bagian kepala terdapat rambut-rambut halus menyerupai sikat yang

berfungsi untuk mengambil partikel makanan di dalam air (Mawardi, 2019). Pada tahap ini nyamuk bias mengganti kulitnya sebanyak 4 kali yang disebut dengan istilah instar 1,2,3 hingga 4. Proses perkembangan larva dari tahap instar pertama hingga keempat berlangsung sekitar 4 hingga 14 hari, tergantung pada suhu air dan ketersediaan makanan (Mubarak, 2020).

Peralihan dari instar pertama (L1) ke instar kedua (L2) memerlukan waktu sekitar 2–3 hari. Kemudian, L2 akan berubah menjadi instar ketiga (L3) juga dalam waktu 2–3 hari. Tahap berikutnya, dari L3 ke instar keempat (L4), juga membutuhkan waktu 2–3 hari (Yulidar & Arda, 2016). Ciri-ciri larva berdasarkan tahapan instarnya antara lain:

1. Larva instar I: Tubuh sangat kecil, transparan, berukuran sekitar 1–2 mm. Duri pada bagian dada (thorax) belum terlihat jelas dan saluran pernapasan belum tampak sera sifon yang belum menghitam dan perkembangannya setelah telur menetas yaitu 1-2 hari.
2. Larva instar II: Ukuran tubuh meningkat menjadi sekitar 2,5–3,9 mm. Duri tubuh (spinae) masih belum begitu jelas, namun corong pernapasan mulai terlihat dan tampak sedikit menghitam dan perkembangannya setelah telur menetas yaitu 2-3 hari
3. Larva instar III: berukuran 4-5 mm, spinae sudah mulai terlihat jelas dan sifon mulai berwarna coklat kehitaman dan perkembangannya setelah telur menetas yaitu 3-4 hari.
4. Larva instar IV: Struktur tubuh sudah terbentuk dengan jelas, terdiri dari kepala (cephal), dada (thorax), dan perut (abdomen). Tubuhnya ramping dan pergerakannya aktif. Saat diam, posisi tubuh larva tegak lurus dan sejajar dengan permukaan air dan perkembangannya setelah telur menetas yaitu 4-6 hari (Mubarak, 2020). Larva nyamuk yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Larva Nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2024).

### 2.6.3. Pupa

Pupa merupakan tahap penting dalam perkembangan nyamuk, di mana mulai terbentuk bagian-bagian tubuh seperti mulut, sayap, kaki, dan organ reproduksi. Salah satu ciri khas dari pupa nyamuk *Ae. aegypti* adalah adanya corong pernapasan berbentuk segitiga di ujung perut dan keberadaan kaki pengayuh (Mubarak, 2020). Bentuk tubuh pupa menyerupai huruf koma, ukurannya lebih besar dari larva, tetapi terlihat lebih ramping. Ukuran pupa *Ae. aegypti* cenderung lebih kecil dibandingkan spesies nyamuk lainnya (Mawardi, 2019). Pada suhu optimal sekitar 27–30°C, pupa akan berkembang selama 2–3 hari tanpa membutuhkan asupan makanan. Nyamuk dewasa akan muncul dari pupa ketika selubung pupa pecah karena dorongan gelembung udara atau gerakan aktif dari dalam (Yulidar & Arda, 2016). Meski tidak makan, pupa tetap membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup. Ini dimungkinkan karena pupa memiliki dua struktur kecil berbentuk seperti terompet yang memungkinkannya bernapas di permukaan air (Lema, 2021). Pupa nyamuk yang disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pupa Nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2024).

#### 2.6.4. Nyamuk Dewasa

Setelah keluar dari selongsong pupa, nyamuk dewasa akan beristirahat sejenak untuk mengeringkan sayapnya sebelum mulai terbang. Umur nyamuk *Ae. aegypti* sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, ketersediaan air dan makanan, kelembapan udara, serta keberadaan pemangsa (Yulidar & Arda, 2016). Nyamuk betina umumnya memiliki tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan jantan. Antena nyamuk dilengkapi dengan rambut-rambut tebal yang tersusun menyerupai sisir. Ciri khas nyamuk dewasa adalah warna tubuhnya yang hitam dengan pola belang putih di bagian toraks dan abdomen. Ukurannya tergolong kecil dan memiliki tanda putih di bagian sayap serta kaki. Nyamuk betina memiliki alat mulut yang panjang, yang berfungsi untuk menusuk kulit dan mengisap darah. Antena nyamuk jantan ditumbuhi lebih banyak bulu dibandingkan betina, yang antenanya hanya memiliki sedikit bulu (Mawardi, 2019). Nyamuk dewasa yg disajikan pada Gambar 10.

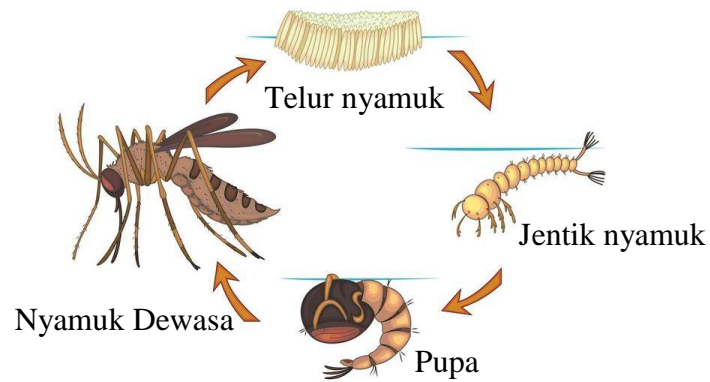


Gambar 10. Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti* (CDC, 2024).

#### 2.6.5. Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti*

Nyamuk mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri dari empat tahap: telur, larva, pupa, dan dewasa. Ketiga tahap awal telur, larva, dan pupa berlangsung di lingkungan air, sedangkan nyamuk dewasa hidup di udara. Telur nyamuk *Ae. aegypti* yang berada di dalam air dengan suhu antara 20 hingga 40°C akan menetas menjadi larva dalam waktu sekitar 1 hingga 2 hari. Laju perkembangan larva dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu lingkungan, jenis tempat berkembang biak, kondisi

air, serta kandungan nutrisi di dalam air. Dalam kondisi lingkungan yang mendukung, larva dapat tumbuh menjadi pupa dalam waktu sekitar 2–3 hari. Secara keseluruhan, proses dari telur hingga nyamuk dewasa biasanya memakan waktu sekitar 7 sampai 14 hari (Fitrianti dkk.,2022). Siklus hidup nyamuk dapat di sajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti* (Patricia, *et al*, 2012)

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November - Desember 2026 di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi dan Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi berbagai perlengkapan yang dibutuhkan mulai dari tahap pengambilan sampel, pembuatan ekstrak, hingga uji efektivitas larvasida. Alat-alat tersebut antara lain plastik besar yang digunakan untuk pengambilan sampel daun dan penyimpanan sementara, nampan plastik untuk proses pengeringan dan rearing larva, serta alat penggiling atau blender untuk menghaluskan daun *A.marina*. Selain itu, digunakan juga peralatan laboratorium seperti evaporator, beaker glass 1.000 mL, erlenmeyer 1.000 mL, corong kaca, batang pengaduk, dan kertas saring pada tahap pembuatan ekstrak. Pada tahap rearing dan uji larvasida digunakan 18 gelas plastik, gelas ukur, pipet tetes, tabung reaksi, timbangan analitik, stopwatch, spatula, aluminium foil, kertas label, serta alat tulis laboratorium sebagai perlengkapan pencatatan dan identifikasi sampel.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan utama dan bahan pendukung. Bahan utama yang digunakan adalah daun *A. marina*

(api-api putih) segar sebanyak  $\pm 500$  gram sebagai sampel penelitian yang diambil dari kawasan ekosistem mangrove Pulau Pasaran, Kec. Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung. Sementara itu, telur nyamuk *Ae. aegypti* sebanyak  $\pm 600$  butir diperoleh dari Loka Laboratorium Kesehatan Masyarakat (Labkesmas) Baturaja, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan, kemudian dipelihara hingga mencapai stadium larva instar III sebelum digunakan dalam penelitian. Bahan kimia yang digunakan meliputi pelarut metanol teknis untuk proses ekstraksi, aquades sebanyak  $\pm 1$  liter sebagai pelarut dan pengencer, serta Abate 1% sebagai kontrol positif dalam uji larvasida. Selain itu, digunakan pula beberapa pereaksi kimia untuk uji fitokimia, yaitu Uji flavonoid: serbuk Mg dan HCl pekat (uji Shinoda). Uji tanin/polifenol: larutan  $\text{FeCl}_3$  5%. Uji saponin: metode uji busa menggunakan aquades. Uji steroid/triterpenoid: asam asetat glasial dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat (uji Liebermann–Burchard). Uji alkaloid: pereaksi Mayer, Wagner, dan Bouchardat. Sebagai tambahan, pakan berupa ikan kering yang dihaluskan diberikan secukupnya untuk mendukung pertumbuhan larva selama proses pemeliharaan.

### 3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, yaitu kontrol negatif (aquades), kontrol positif (Abate 1%), serta konsentrasi ekstrak daun *A. marina* sebesar 6%, 9%, 12%, dan 15%, dengan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Mengacu pada standar WHO yang dikutip oleh Nirma dkk. (2017), jumlah sampel yang digunakan dalam pengujian adalah 18 kelompok larva instar III pada setiap perlakuan beserta ulangan. Secara keseluruhan, total sampel yang digunakan mencapai 450 ekor larva instar III. Dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Larva Uji Pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan (Ekor)			Jumlah Larva (ekor)
	1	2	3	
K(-)	25	25	25	75
K(+)	25	25	25	75
6%	25	25	25	75
9%	25	25	25	75
12%	25	25	25	75
15%	25	25	25	75
<b>Total</b>				450

### 3.4. Perhitungan Mortalitas Larvasida

Uji larvasida dilakukan secara langsung dengan memaparkan seluruh hasil pengamatan pada 4 konsentrasi dan 3 kali pengulangan dengan berpedoman pada aturan yang telah dijelaskan oleh WHO (2011) bahwa larva nyamuk *Ae.aegypti* dapat dipaparkan berbagai konsentrasi untuk menguji berbagai aktivitas larvasida dalam kisaran waktu 24-48 jam, dan kisaran 3-5 konsentrasi yang nantinya digunakan dalam menghitung LC<sub>50</sub>

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Mortalitas larva}}{\text{Jumlah Larva Uji}} \times 100\%$$

(Rumus Perhitungan Persentase Mortalitas Larva)

Rumus ini berfungsi untuk mengetahui tingkat efektif dosis larvasida dalam membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti*. Dari hasil perhitungan tersebut, dapat diketahui konsentrasi larvasida yang mampu membunuh setengah dari jumlah larva yang diuji (50%).

### 3.5. Prosedur Penelitian

#### 3.5.1. Pengambilan Sampel

Sampel daun *A.marina* diperoleh dari Pusat Budidaya *A.marina* di Pulau Pasaran, Kota Karang, Kec. Telukbetung Timur, Kota Bandar Lampung, Lampung. Telur nyamuk *Ae. aegypti* berasal dari Loka Labkesmas Bturaja di Kec. Baturaja Timur, Kab. Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan yang nantinya dipelihara hingga larva berada pada stadium instar III sesuai dengan kebutuhan penelitian

#### 3.5.2. Pembuatan Ekstrak Daun *Avicennia marina*

Sampel yang digunakan pada penelitian ini berupa daun segar *A.marina* (api-api putih) sebanyak  $\pm 5$  kg yang diambil dari lokasi penelitian. Daun segar tersebut dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel, kemudian ditiriskan dan dikering-anginkan selama kurang lebih 15 hari pada suhu ruang hingga diperoleh daun kering. Setelah proses pengeringan, daun mengalami penyusutan berat sekitar 80–85% sehingga diperoleh sekitar 800 gram daun kering. Daun kering tersebut selanjutnya dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk simplisia dengan berat akhir sekitar 361 gram. Serbuk daun *A. marina* yang telah diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan ditambahkan pelarut metanol teknis dengan perbandingan pelarut dan sampel sebesar 1:10 sekitar 361 gram serbuk kering dan 3,61 liter metanol. atau hingga seluruh simplisia terendam sempurna. Proses maserasi dilakukan selama tiga hari dalam bejana tertutup rapat dan terlindung dari paparan sinar matahari langsung sambil sesekali diaduk agar proses ekstraksi berlangsung optimal. Setelah  $3 \times 24$  jam, campuran disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh ekstrak metanol. Filtrat hasil maserasi kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  hingga diperoleh ekstrak metanol kental daun *A.marina* (api-api putih) (Ekayani dkk.

2021). Kemudian ekstrak yang didapat disimpan dalam botol vial. Berikut perhitungan konsentrasi ekstrak daun *A.marina*:

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

Keterangan :

$V_1$  = Volume larutan stok yang ditambahkan (mL)

$M_1$  = Konsentrasi ekstrak daun *A.marina* yang tersedia (%)

$V_2$  = Volume ekstrak yang diinginkan (mL)

$M_2$  = Konsentrasi ekstrak daun *A.marina* yang dibuat (%)

Tabel 2. Perhitungan Konsentrasi Ekstrak *A.marina*

Perlakuan	Konsentrasi awal ekstraksi	Volume yang diharapkan	Volume Ekstrak	Volume aquades
P1 = 6%	100%	100 mL	6 mL	94 mL
P2 = 9%	100%	100 mL	9 mL	91 mL
P3 = 12%	100%	100 mL	12 mL	88 mL
P4 = 15 %	100%	100 mL	15mL	85 mL
K+	Abate			
K-	Aquades			

Keterangan:

P1 : Ekstrak *A. marina* 6%

P2 : Ekstrak *A. marina* 9%

P3 : Ekstrak *A. marina* 12%

P4 : Ekstrak *A. marina* 15%

### 3.5.3. Rearing Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Larva nyamuk *Ae.aegypti* yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang telah mencapai instar III. Telur *Ae.aegypti* ditetaskan dengan meletakkan kertas saring berisi telur nyamuk *Ae. aegypti* ke atas nampan plastik yang berisi air sumur. Kemudian dipelihara hingga

mencapai stadium larva instar III (Sari dkk., 2019). Dalam rearing larva diberikan makanan berupa pellet ikan yang digerus halus dan diberikan dengan interval satu atau dua hari sekali. Berdasarkan pedoman WHO (2020) tentang pengujian larvasida terhadap larva, yaitu setiap kelompok perlakuan membutuhkan larva sebanyak 25 ekor. Setelah telur berkembang hingga stadium yang diinginkan, larva dipindahkan ke dalam gelas plastik untuk dilakukan perlakuan lanjutan.

#### **3.5.4. Uji Fitokimia**

Prosedur uji fitokimia terdiri dari 5 jenis uji dengan perlakuan yang berbeda setiap uji untuk menganalisis kandungan senyawa bioaktif, yaitu flavonoid, terpenoid, tannin, alkaloid, saponin, steroid, dan polifenol. Hasil dari masing-masing perlakuan kemudian diamati secara kualitatif berdasarkan perubahan warna atau terbentuknya endapan sebagai indikator positif terhadap adanya senyawa bioaktif. Prosedur pengujian ini mengacu pada metode yang dimodifikasi dari (Widiawati & Asih, 2024), seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Fitokimia Daun *A.marina*

Jenis Uji	Perlakuan	Hasil (+)
Flavonoid	Timbang ekstrak $\pm 0,5$ g, larutkan dalam 5 mL etanol 95%, diambil 2 ml, tambahkan $\pm 0,1$ g HCL pekat, kocok perlahan	Warna merah jingga/ merah ungu
Triterpenoid	Timbang ekstrak $\pm 2$ g, larutkan dalam 2 mL kloroform, tambahkan 3 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat perlahan	Warna lapisan merah kecoklatan
Tanin	Timbang ekstrak $\pm 0,5$ g, larutkan dengan aquades hingga jernih, ambil 2 mL filtrat, tetesi 1-2 tetes FeCL <sub>3</sub>	Warna hijau,, biru kehitaman
Saponin	Timbang ekstrak $\pm 0,5$ g, tambahkan dengan aquades 10 mL, kocok kuat $\pm 10$ detik	Terdapat busa stabil setinggi $\geq 1$ cm
Alkaloid (Mayer)	Timbang ekstrak 0,5g tambahkan 0,5 ml asam asetat glasial lalu tambahkan 0,5 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan kocok perlahan	Terdapat perubahan sampel jadi warna biru/ ungu/ hijau
Alkaloid (Meyer)	Timbang ekstrak +2 g, larutkan dalam 10 ml kloroform + NH <sub>4</sub> OH, lalu saring, lapisan atas ditambah H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2N, tambahkan 2 tetes pereaksi Meyer	Terdapat endapan berwarna coklat-jingga
Alkaloid (Baouchardat)	Timbang ekstrak +2 g, larutkan dalam 10 ml kloroform + NH <sub>4</sub> OH, lalu saring, lapisan atas ditambah H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2N, tambahkan 2 tetes pereaksi Bouchardat	Terdapat endapan berwarna coklat - hitam

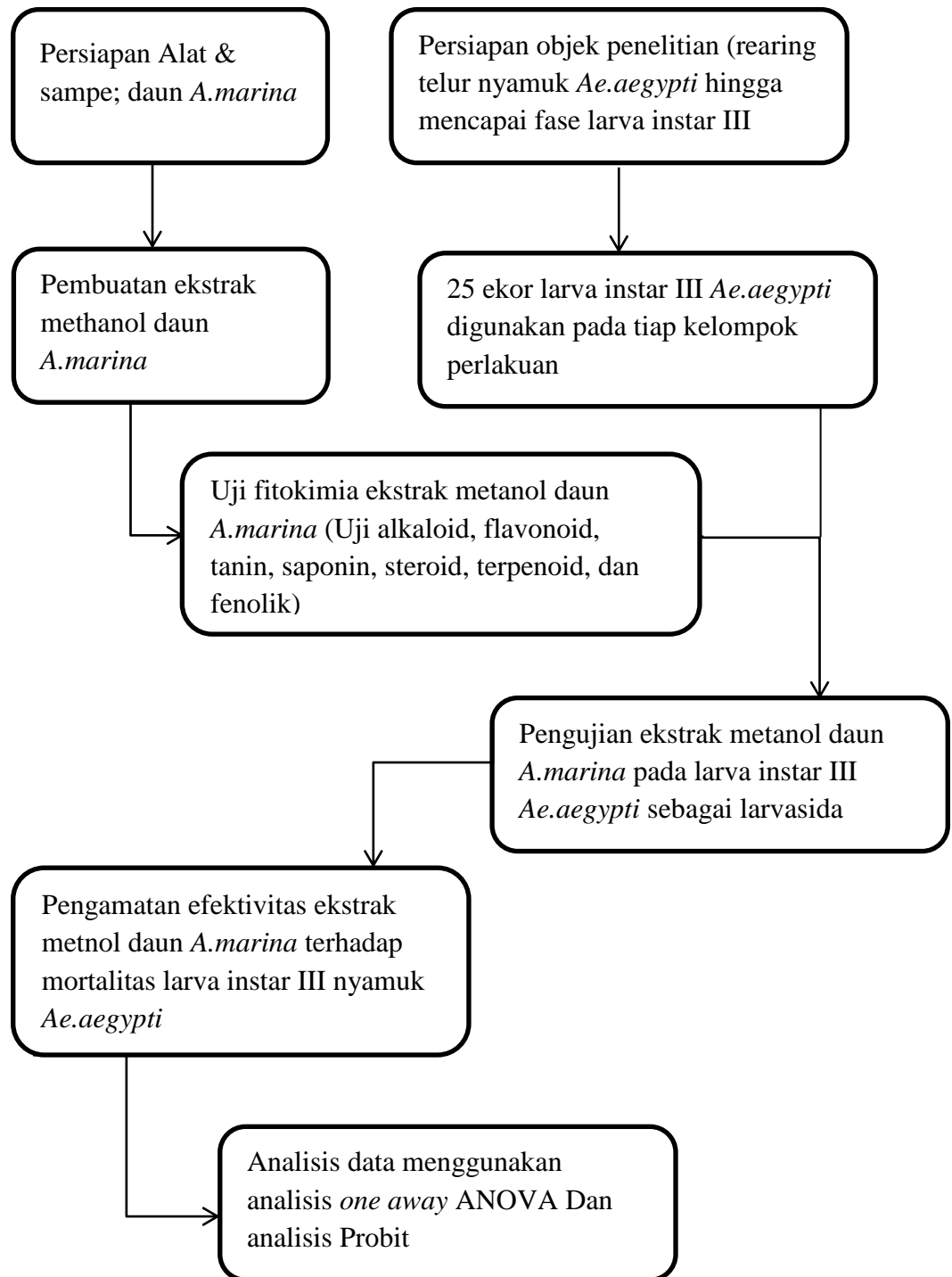
### 3.5.5. Pengujian Larvasida Ekstrak Daun *A.marina* pada Larva Instar III Nyamuk *Ae. aegypti*

Sebanyak 18 gelas plastik disiapkan dan masing-masing diisi dengan air sumur serta 25 ekor larva *Ae. aegypti* instar III. Setiap gelas plastik diberi label sesuai dengan perlakuan yang akan digunakan, yaitu kontrol negatif yang berisi air aquades, kontrol positif yang berisi larutan Abate 1%, serta tiga perlakuan dengan konsentrasi ekstrak metanol daun *A. marina* (api-api putih) sebesar 6%, 9%, 12%, dan 15%. Pada masing-masing perlakuan, ekstrak ditambahkan sesuai konsentrasi yang telah ditentukan, kemudian dilakukan pengamatan terhadap mortalitas larva nyamuk pada interval waktu 6 jam, 12 jam, 18 jam, 24 jam, dan 48 jam. setelah perlakuan. Data jumlah larva yang mati dicatat secara teliti pada setiap waktu pengamatan. Seluruh perlakuan, baik kontrol maupun konsentrasi ekstrak, dilakukan sebanyak empat kali ulangan untuk memastikan keakuratan hasil penelitian.

### 3.6. Analisis Data

Data berupa mortalitas larva pada tiap konsentrasi. Jumlah larva yang mortalitas dihitung dan disajikan dalam bentuk persentase. Data dianalisis dengan *One-Way Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi terhadap mortalitas antar perlakuan. Analisis probit dilakukan untuk mengetahui efektivitas dengan menentukan nilai  $LC_{50}$ , yaitu konsentrasi ekstrak yang efektif membunuh 50% larva uji.

### 3.7. Diagram Alir Penelitian



Gambar 12. Diagram Alir

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstrak metanol daun api-api putih (*A.marina*) terbukti mengandung senyawa metabolit sekunder berupa saponin, flavonoid, dan steroid.
2. Ekstrak metanol daun *A. marina* berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap mortalitas larva *Ae.aegypti* instar III.
3. Ekstrak metanol daun *A.marina* terbukti efektif sebagai larvasida karena mampu membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* dengan nilai  $LC_{50}$  yang diperoleh yaitu 7,737% pada jam ke 72.

### 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan sebagai penelitian selanjutnya dapat mengkaji kerusakan morfologi serta perubahan histologi pada larva secara kuantitatif untuk memperkuat analisis mekanisme kerja ekstrak sebagai larvasida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, W. 2025. 252 Kasus DBD di Bandar Lampung Selama 2025 Nihil Kematian. <https://lampung.idntimes.com/news/lampung/252-kasus-dbd-di-bandar-lampung-selama-2025-nihil-kematian-c1c2-01-bh5ct-vnlb5z>. Diakses pada 24 Juni 2025
- Alfarizy, J. Uji Aktivitas Ekstrak Metanol Daun Sukun (*Artocarpus altilis F.*) Sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. *Jurnal Mahasiswa PSPD FK Universitas Tanjungpura*, 5(1).
- Akhmad, R. 2022. Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh Terhadap Kadar Total Flavonoid dan Daya Antioksidan Daun (*Chromolaena odorata (L.) RM King & H. Rob*) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Anjani, D. 2025. Uji efektivitas ekstrak etanol daun beluntas (*Pluchea indica L.*) sebagai insektisida alami terhadap nyamuk *Aedes aegypti* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Anggraini, D. R., Huda, S., & Agushyvana, F. 2021. Faktor perilaku dengan kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di daerah endemis kota semarang. *Jurnal Ilmu Keperawatan Dan Kebidanan*, 12(2), 344-349.
- Angriani, L. 2019. Potensi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Pewarna Alami Lokal pada Berbagai Industri Pangan. *Canrea Journal*, 2(1):32-37.
- Anissah, N., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. 2025. Uji In Vitro Efektivitas Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata L.*) Sebagai Larvasida Alami Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Culex sp.* Instar III di Loka Labkesmas Pangandaran. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(2), 154-162.
- Antara. 2024. Kemenkes: Kasus DBD Hingga Pekan Ke-22 2024 Melebihi Kasus pada 2023. <https://www.antaraneews.com/berita/4153017/kemenkes-kasus-dbd-hingga-pekan-ke-22-2024-melebihi-kasus-pada-2023>. Diakses pada 24 Juni 2025

- Asman, I., Sondak, C.F.A., Schaduw, J.N.W., Kumampung, D. R. H., Ompi, M., & Sambali, H. 2020. Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Lesah Kecamatan Tagulandang, Kabupaten Situro. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(2), 48–60.
- Atikasari, E., & Sulistyorini, L. 2018. Pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* di rumah sakit kota surabaya. *The Indonesian Journal of Public Health*, 13(1), 71-82.
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Andriyani, F., Sanini, T. M., Supriyatin, S., & Aulya, N. R. 2023. Uji kualitatif senyawa aktif flavonoid dan terpenoid pada beberapa jenis tumbuhan *fabaceae* dan *apocynaceae* di kawasan tngpp Bodogol. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 8(1), 32-43.
- Bengen, D.G., 2001. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. Bogor, Indonesia.
- Bogoriani, N. W. 2008. Isolasi dan Identifikasi Glikosida Steroid dari Daun Andong (*Cordyline terminalis Kunth.*). *Jurnal Kimia*, 2(1), 40-4.
- Bretherick, L. 2017. *Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards*. Amsterdam: Elsevier.
- Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Vector-Borne Diseases (DVBD). 2022.
- Desmiaty, Y., Elya, B., Saputri, F. C., Dewi, I. I., & Hanafi, M. 2019. Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Kandungan Senyawa Polifenol dan Aktivitas Antioksidan pada *Rubus fraxinifolius*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 17(2): 227– 231.
- Efriyeldi, Mulyadi, A., Samiaji, J., Nursyirwani, Elizal, & Suanto, E. 2019. *Peningkatan nilai ekonomi ekosistem mangrove melalui pengolahan buah api-api (Avicennia sp.) sebagai bahan makanan di Desa Sungai Kayu Ara Kabupaten*
- Ekayani, M., Juliantoni, Y., & Hakim, A. 2021. Uji efektivitas larvasida dan evaluasi sifat fisik sediaan losio antinyamuk ekstrak etanol daun kirinyuh (*Chromolaena odorata L.*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(4), 1261-1270.
- Endarini, Lully Hanni. 2016. *Farmakologis dan Fitokimia*. Modul Bahan Ajar Cetak. Pusdik SDM Kesehatan. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Eriani, E., Effendi, I., & Yoswaty, D. 2019. Effectivity Of Extract Leaf, Fruit, Root Mangrove *Avicennia marina* On *Aedes aegypti*. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(3), 206-213.

- Fadilla, Z., Hadi, U. K., dan Setiyaningsih, S. 2015. Bioekologi Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Serta Deteksi Virus Dengue pada *Aedes aegypti* (Linnaeus) dan *Ae. albopictus* (Skuse) (Diptera : Culicidae) di Kelurahan Endemik DBD Bantarjati, Kota Bogor. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 12(1): 31-31.
- Fatimah, G., Rahayu, R., & Author, C. 2020. Lethal concentration (LC 50 , 90 , and 98 ) and lethal time (LT 50 , 90 , and 98 ) at various temephos concentrations of *Aedes aegypti* L. larvae. *International Journal of Mosquito Research*, 7(1), 1–03
- Firdaus, R., & Fakhurrozi, F. 2024. Pengelolaan Adaptif Hutan Mangrove: Strategi Pemberdayaan Kelompok Tani Hutan Dalam Meningkatkan Nilai Konservasi Tinggi. *JURNAL PARADIGMA: Journal of Sociology Research and Education*, 5(2), 500-508.
- Fitrianti, A. R., Anggraeni, A. N., Setiawan, E., Romadhona, V. T., & Ujilestari, T. 2022. Kajian Fisiologis Teknik Serangga Mandul (TSM) terhadap Pembentukan Telur Steril pada Nyamuk Pembawa Penyakit. *NECTAR: Jurnal Pendidikan Biologi*, 3(1), 19-27.
- Halidah, H. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh jenis mangrove yang kaya manfaat. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 11(1), 37-44.
- Hardiningtyas, S. D., Purwaningsih, S., & Handharyani, E. 2020. Efek Durasi Waktu Ekstraksi dan Fraksinasi terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Bakau Api-Api Putih (*Avicennia marina*). *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 15(2), 99.
- Hartono, M. R. 2021. Potensi Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun *Avicennia marina* Sebagai Nutraceutical. *Wahana: Tridarma Perguruan Tinggi*, 73(1), 52-61.
- Hidayah, W. W., Kusriani, D., & Fachriyah, E. (2016). Isolasi, identifikasi senyawa steroid dari daun getih-getihan (*Rivina humilis* L.) dan uji aktivitas sebagai antibakteri. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 19(1), 32-37.
- Hidayati, L., & Suprihatini, S. 2020. Pengaruh pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia mahagoni*) terhadap kematian larva *Culex* sp. *ASPIRATOR- Journal of Vector-Borne Disease Studies*, 12(1), 45-52.
- Imamah, S. W., & Asyiah, I. N. 2024. *Optimalisasi Peranan Ekonomis Mangrove*. Penerbit NEM.
- Illing, Ilmiati., Wulan Safitr, Erviana. 2017. Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan. *Jurnal Dinamika*. 08 (1): 66-84.
- Irfansyah, F. D., & Junairiah, J. 2024. Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tiga Jenis Tabebuia (*Tabebuia* spp.). *Berita Biologi*, 23(1), 49-59.

- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2018.  
[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=126240#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=126240#null). Diakses pada 6 Oktober 2025.
- Johanes, E. 2017. Bioaktivitas ekstrak daun *Avicenia marina* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 8(1).
- Kementerian kesehatan RI. Laporan *Hasil Riskesdas Indonesia Tahun 2010*. Jakarta badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan 2011
- Kustanti, A. 2011. *Manajemen hutan mangrove*. IPB Press.
- Kusuma, A. H. 2023. Produksi Serasah Mangrove *Avicennia alba* di Desa Sungai Nibung, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung. *Jurnal Akuatiklestari*, 6(2), 179-186.
- Lema, Y. N., Almet, J., & Wuri, D. A. 2021. Gambaran siklus hidup nyamuk *Aedes sp.* di Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 4(1), 2-2.
- Liberty P. Malangngia., Meiske S. Sangia., Jessy J. E. Paendonga. 2012. Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana Mill.*). *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 1 (1) 5-10. DOI: <https://doi.org/10.35799/jm.1.1.2012.423>
- Ludin, D., & Sakung, J. (2022). Analisis Kadar Steroid pada Buah, Tepung dan Biskuit Labu Siam (*Sechium edule*). *Media Eksakta*, 18(2), 155-159.
- Marcellia, S., Septiani, L., Berawi, K., Ningtias, N. O., Hana, N., dan Arindia, Q. 2024. Kajian Pustaka: Efektivitas Ekstrak Tanaman sebagai Larvasida Dalam Pengendalian Nyamuk. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 11(3): 540–544
- Marpaung, R. A., Mantiri, D. M., Rumengan, A. P., Kumampung, D. R., Djamaluddin, R., & Darwisito, S. 2024. Kesesuaian Ekowisata Mangrove di Wilayah Pesisir Desa Sonsilo Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 12(3), 153-162.
- Mawardi dan Rika Busra. 2019. Studi Perbandingan Jenis Sumber Air Terhadap Daya Tarik Nyamuk *Aedes aegypti* untuk Bertelur. *Serambi Engineering*. 4(1):593-602
- Mubarak. 2020. *Aedes aegypti* dan Status Kerentanan. Pasuruan: CV. Penerbit Qiara Media. Hal:15-24.
- Mukhriani, 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2): 361-367
- Mundim-Pombo, A. P. M., Carvalho, H. J. C. D., Rodrigues Ribeiro, R., León, M., Maria, D. A., & Miglino, M. A. 2021. *Aedes aegypti*: egg morphology and embryonic development. *Parasites & vectors*, 14(1), 531.

- Nadifah, F., Muhajir, N. F., Arisandi, D., & Lobo, M. D. O. 2016. Identifikasi larva nyamuk pada tempat penampungan air di Padukuhan Dero Condong Catur Kabupaten Sleman. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(2), 172-178.
- Nanda, F., Akbar, S. A., & Muttakin, M. 2020. Efektivitas Larvasida Ekstrak Kulit Buah Jamblang Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *KATALIS: Jurnal Penelitian Kimia dan Pendidikan Kimia*, 3(2), 26-34.
- Ningrum, R., Purwanti, E., & Sukarsono, S. 2016. Alkaloid compound identification of *Rhodomirtus tomentosa* stem as biology instructional material for senior high school X grade. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 2(3), 231-236.
- Nirma, N., Susilawaty, A., Ibrahim, H., & Amansyah, M. 2017. Efektivitas larvasida ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam membunuh jentik nyamuk *Aedes sp* (studi di daerah epidemi DBD di wilayah kerja Puskesmas Antang Kecamatan Manggala). *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3(2), 87-96.
- Nurkhaerani, U., & Al Idrus, A. 2023. Evidence of Successful Mangrove Conservation *Avicennia marina* Viewing from Bivalves Diversity in Central Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 1-11.
- Nur Haidah, S. K. M., Juherah, S. K. M., Sulasmi, S. K. M., Khiki Purnawati Kasim, S., & Haerani, S. K. M. 2024. *Book Chapter; Pengendalian Vektor Melalui Inovasi Dan Rekayasa Sanitasi*. Nas Media Pustaka.
- Oktavianus, S. 2013. Uji Daya Hambat Daun Mangrove Jenis *Avicennia marina* Terhadap Bakteri *Vibro Parahaemolyticus*. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Patra, A. K., J. Saxena. 2010. A New Perspective on the Use of Plant Secondary Metabolites to Inhibit Methanogenesis in the Rumen. *Journal Phytochemistry*. 71: 1198- 1222.
- Patricia, R, T. Duckworth, dan C. C. Obropta. 2012. *Rain Garden and Mosquitoes*. Fact Shee FS1175. The State University of New Jersey. USA.
- Putri, W. D., Khaerah, A., & Akbar, F. 2022. Uji efektivitas sari batang serai dapur (*Cymbopogon citratus*) sebagai insektisida alami terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti*. *Hybrid: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 1(1), 47-54.
- Prasetyowati, H., Astuti, E. P., & Ruliansyah, A. 2016. Penggunaan insektisida rumah tangga dalam pengendalian populasi *Aedes aegypti* di daerah endemis Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jakarta Timur. *Aspirator Journal of Vector-Borne Diseases*, 8(1), 29-36.

- Qodri, U. L. 2024. Komposisi  $\beta$ -karoten pada Biji Labu Kuning (*Cucurbita moschata* Durh) Menggunakan Variasi Pelarut. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(3), 991-994.
- Rachmayanti, A. S., Meilanda, R., Yusri, Y. F., & Rushd, I. (2025). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Nyireh (*Xylocarpus Granatum* J. Koenig). *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisipliner*, 2(02), 1434-1446.
- Ramadhani, I. 2025. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* Lin) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Ae. aegypti*. 2025. (Doctoral dissertation, Polekes Kemenkes Tanjung Karang).
- Sayuti, M. 2017. Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi, Bagian dan Jenis Pelarut terhadap Rendemen dan Aktifitas Antioksidan Bambu Laut (*Isis hippuris*). *Technology Science and Engineering Journal*, 1(3):166–174.
- Soedarto, 2012. Demam Berdarah Dengue, Jakarta: Sagung Seto.
- Susetyarini, E., & Nurrohman, E. 2022. Fitokimia Ekstrak dan Rebusan Daun Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban.): Langkah Awal Mencari Senyawa Potensial Kandidat Immunomodulator. *Jurnal Sains Riset*, 12(1), 51-58.
- Tobing, A. N.L., Darmanti, S., Hastuti, E. D., & Izzati, M. 2022. Anatomical adaption of grey mangrove (*Avicennia marina*) leaf in the pond and coast located in Mangunharjo, Semarang, Central Java. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 14(1), 57-64
- Ustiawaty, J., Pertiwi, A. D., & Aini, A. (2020). Upaya Pencegahan Penyakit Demam Berdarah Melalui Pemberantasan Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 3(2).
- Wardani, D. K., Panunggul, V. B., Ibrahim, E., Laeshita, P., Rachmawati, Y. S., Tuhuteru, S., & Nugrahani, R. A. G. 2023. *Dasar Agronomi*. TOHAR MEDIA.
- Widiawati, W., & Asih, E. N. N. 2024. Potensi skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak daun *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* dari Selat Madura. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(5), 393-406.
- World Health Organization (WHO). 2020. Dengue: Guidline for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control. New Edition. Geneva.
- Wulandari, K., & Ahyanti, M. 2018. Efektivitas ekstrak biji bintaro (*Cerbera manghas*) sebagai larvasida hayati pada larva *Aedes aegypti* Instar III. *Jurnal Kesehatan*, 9(2), 218.
- Wulandari, J., Harmain, R. M., & Dali, F. A. 2022. Aktivitas antioksidan pada daun mangrove api-api (*Avicennia marina*). *The NIKe Journal*, 10(1), 007-016.

- Wulansari, R. 2022. Analisis senyawa metabolit sekunder dan uji aktivitas larvasida alami pada ekstrak etanol daun bidara (*Ziziphus mauritiana Lamk.*) terhadap larva *Aedes aegypti* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Yuliasih, Y., & Widawati, M. 2017. Aktivitas Larvasida Berbagai Pelarut pada Ekstrak Biji Kayu Besi Pantai (*Pongamia pinnata*) terhadap Mortalitas Larva *Aedes* spp. *Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 13(2), 125-132.
- Yulidar & Arda Dinata. 2016. *Rahasia Daya Tahan Tubuh Nyamuk Demam Berdarah*. Yogyakarta: Deepublish. Hal:12-17.