

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN API-API PUTIH
(*Avicennia marina*) TERHADAP MORTALITAS LARVA NYAMUK
*Aedes aegypti***

(Skripsi)

Oleh

**YULIA AYU SAPUTRI
NPM 2217061017**



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

ABSTRAK

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN API-API PUTIH (*Avicennia marina*) TERHADAP MORTALITAS LARVA NYAMUK *Aedes aegypti*

Oleh

YULIA AYU SAPUTRI

Bahaya penggunaan insektisida sintetik untuk pengendalian vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) berpotensi menimbulkan resistensi pada nyamuk serta mencemari lingkungan. Salah satu alternatif yang lebih ramah lingkungan adalah larvasida nabati, salah satunya berasal dari tanaman api-api putih (*Avicennia marina*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder ekstrak etanol daun *A. marina* melalui uji fitokimia dan menentukan nilai LC₅₀ ekstrak tersebut terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti*. Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan, yaitu kontrol negatif (akuades), kontrol positif (abate 1%), serta ekstrak etanol *A. marina* pada konsentrasi 4%, 6%, 8%, dan 10% dengan 3 kali ulangan dan pengamatan dilakukan selama 72 jam. Hasil uji fitokimia pada ekstrak etanol daun *A. marina* mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, dan steroid, sedangkan saponin, terpenoid, tanin dan fenolik tidak terdeteksi. Hasil uji *One-way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan mortalitas yang signifikan ($p < 0,05$) antar konsentrasi. Uji lanjut *Tukey's* menunjukkan konsentrasi 10% menghasilkan mortalitas paling tinggi. Efektivitas ekstrak dianalisis dengan probit, menunjukkan nilai LC₅₀ sebesar 6,09% pada 72 jam. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol daun *A. marina* efektif sebagai larvasida nabati.

Kata kunci: *Avicennia marina*, *Aedes aegypti*, ekstrak, LC₅₀, efektivitas.

ABSTRACT

TESTING THE EFFECTIVENESS OF WHITE API-API LEAF (*Avicennia marina*) ETHANOL EXTRACT ON THE MORTALITY OF *Aedes aegypti* MOSQUITO LARVAE

By

YULIA AYU SAPUTRI

The use of synthetic insecticides for controlling the Dengue Haemorrhagic Fever (DHF) vector has the potential to cause resistance in mosquitoes and pollute the environment. One more environmentally friendly alternative is plant-based larvicides, one of which comes from the white mangrove (*Avicennia marina*). This study aims to determine the secondary metabolite content of *A. marina* leaf ethanol extract through phytochemical testing and to determine the LC₅₀ value of the extract against *Ae. aegypti* larval mortality. The study used a completely randomised design (CRD) with six treatments, namely negative control (distilled water), positive control (1% abate), and *A. marina* ethanol extract at concentrations of 4%, 6%, 8%, and 10% with 3 replicates and observations made over 72 hours. The phytochemical test results on the ethanol extract of *A. marina* leaves contained alkaloids, flavonoids, and steroids, while saponins, terpenoids, tannins, and phenolics were not detected. The *One-way* ANOVA test results showed a significant difference ($p < 0.05$) in mortality between concentrations. Further *Tukey's* test showed that the 10% concentration resulted in the highest mortality. The effectiveness of the extract was analysed using probit, showing an LC₅₀ value of 6.09% at 72 hours. Based on these results, it can be concluded that *A. marina* leaf ethanol extract is effective as a botanical larvicide.

Keywords: *Avicennia marina*, *Aedes aegypti*, extract, LC₅₀, effectiveness.

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN API-API PUTIH
(*Avicennia marina*) TERHADAP MORTALITAS LARVA NYAMUK
*Aedes aegypti***

Oleh

YULIA AYU SAPUTRI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

**Program Studi Biologi Terapan
Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

Judul Skripsi : UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN
API-API PUTIH (*Avicennia marina*)
TERHADAP MORTALITAS LARVA NYAMUK
Aedes aegypti

Nama Mahasiswa : Yulia Ayu Saputri

Nomor Pokok Mahasiswa : 2217061017

Program Studi : Biologi Terapan

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed.
NIP. 19640517198832001

Gina Dania Pratami, M.Si.
NIP. 198804222015042001

2. Ketua Jurusan Biologi

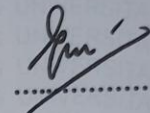
Dr. Jani Master, S.Si., M.Sc
NIP. 198301312008121001

LEMBAR PENGESAHAN

1. Tim Penguji

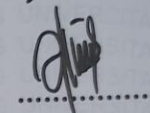
Ketua

: **Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed**



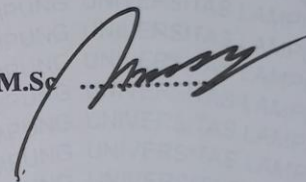
Sekretaris

: **Gina Dania Pratami, M.Si**

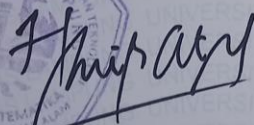
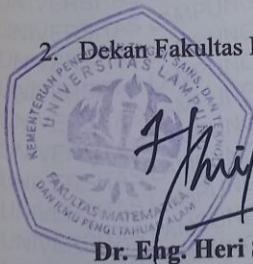


Penguji Utama

: **Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **23 April 2026**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

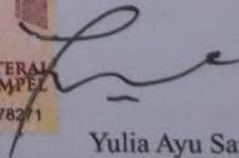
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yulia Ayu Saputri
Nomor Pokok Mahasiswa : 2217061017
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi yang berjudul "**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN API-API PUTIH (*Avicennia marina*) TERHADAP MORTALITAS LARVA NYAMUK *Aedes aegypti***". Benar-benar hasil karya sendiri dan bukan hasil plagiat ataupun hasil orang lain, serta belum pernah dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun. Semua karya tulis ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 23 April 2026
Penulis




Yulia Ayu Saputri
NPM. 2217061017

RIWAYAT HIDUP



Penulis Bernama lengkap Yulia Ayu Saputri dilahirkan di Tri Karya Mulya, pada tanggal 13 Juli 2003, sebagai anak keempat dari empat bersaudara, dari Alm. Bapak Jumari dan Ibu Suyatin.

Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 12 Tanjung Raya pada tahun 2016. Sekolah Menengah Pertama (SMP) di MTS Diniyyah putri Islamic Boarding School, Pesawaran, diselesaikan pada tahun 2019 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di MA Diniyyah putri Islamic Boarding School, dan lulus pada tahun 2022.

Penulis melanjutkan Pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, Jurusan Biologi, Program studi Biologi Terapan (S1) melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2022. Selama menjalani proses perkuliahan, penulis aktif mengikuti Himpunan Mahasiswa Biologi sebagai anggota pada tahun 2022. Penulis juga aktif di kegiatan Unit Kegiatan Mahasiswa Natural sebagai Reporter Media Cetak pada tahun 2024. Penulis juga aktif dalam kegiatan kampus Dimana penulis pernah menjadi sekretaris Pekan Ilmiah Natural (PIN) pada tahun 2024.

Penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Dinas Kelautan dan Perikanan pada UPTD Penerapan Hasil Perikanan (PMHP) Provinsi Lampung. Penulis menyelesaikan kegiatan PKL pada 31 Januari 2025 dan telah mengikuti program pengabdian langsung kepada Masyarakat yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Kedamaian, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung selama 30 hari sejak 16 Juli-16 Agustus 2025.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin atas Ridho Allah SWT dan dengan segala ketulusan dan kerendahan hati kupersembahkan skripsi ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta,

Ayahku Jumari dan Ibuku Suyatin

Kakakku Tersayang:

Susanto, Ahmad sugiman, dan Hani Santika, S.E

Terimakasih atas semua dukungan, perhatian dan kasih sayang, serta kesabaran dalam mendidikku dari kecil hingga sekarang. Selalu mengupayakan kebahagiaan, kenyamanan, kesehatan diri ku yang jauh dari pelukan kalian. Terimakasih untuk doa yang selalu dipanjatkan dan kepercayaan yang selalu diberikan agar diriku dapat terus melangkah meraih semua impian. Semoga melalui skripsi ini menjadi langkah awal dalam mencapai semua harapan agar dapat terus bermanfaat baik untuk diriku maupun orang lain.

Almamater Tercinta,

Universitas Lampung

MOTO

“Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras
(untuk urusan yang lain).”

(Q.S Asy-Syarh ayat 7)

“Aku belajar untuk sabar dalam proses, karena setiap usaha tidak akan sia-sia, dan
Allah menjanjikan kemudahan di setiap kesulitan.”

(QS. Al-Insyirah & Ibnu Qayyim Al-Jauziyah)

"Melalui penelitian ini, saya berharap ilmu yang didapat bukan hanya untuk diri
sendiri, tapi juga memberi manfaat bagi orang lain."

(Nelson Mandela)

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim, Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menjalankan perkuliahan, penelitian, dan menyelesaikan penulisan naskah skripsi dengan judul “UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN API-API PUTIH (*Avicennia marina*) TERHADAP MORTALITAS LARVA NYAMUK *Aedes aegypti* “. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi S1-Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari, selama penulisan skripsi ini adanya keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, sehingga penulisan skripsi ini tidak lepas dari perhatian, bimbingan, arahan, nasihat, serta motivasi yang tiada henti selama proses penelitian, penulisan, serta proses penyelesaian studi. Pada kesempatan yang sangat berharga ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan terhadap penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini, diantaranya yaitu:

1. Ibu Prof. Dr. Lusmeilia Afriani, D.E.A, L.P.M. 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, 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 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung dan selaku pembimbing kedua yang telah bersedia

memberikan segala masukan, meluangkan waktunya untuk bertukar pikiran dan membagi ilmunya selama proses pengerjaan skripsi.

5. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed. selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, membimbing dan membagi ilmu serta memberikan segala kritik saran selama proses pengerjaan skripsi
6. Bapak Prof. Drs. G. Nugroho Susanto, Ph.D. selaku dosen penguji utama pada ujian skripsi. Terimakasih untuk kritik, saran, arahan, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini menjadi lebih baik.
7. Bapak Prof. Dr. Sumardi, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik atas dukungan dan membimbing penulis selama perkuliahan.
8. Bapak dan Ibu staf Jurusan Biologi yang telah membantu selama perkuliahan
9. Kedua orang tuaku tersayang Bapak dan Ibu yang selalu memanjatkan doa yang tak pernah putus hingga saat ini, ketiga kakakku serta kakak iparku dan keponakanku yang selalu memberikan dukungan serta semangat, dan yang selalu menghibur dikala sedih.
10. Teman-teman seperjuangan *Avicennia marina*, terimakasih telah bekerjasama dan saling mendukung dalam penelitian berlangsung.
11. Kepada para sahabat saya yang telah memberikan dukungan serta menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
12. Beberapa pihak yang telah terlibat, memberi saran, dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis
13. Kepada diriku sendiri terimakasih telah berjuang menyelesaikan skripsi ini, terimakasih telah bertahan untuk diriku yang hebat. Untuk diriku masa depan, semoga semua jalan didepan selalu dipermudah dan semoga selalu dalam lindungan Allah SWT.

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
MOTO	x
SANWACANA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
1.5 Hipotesis Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tumbuhan Mangrove Api-Api Putih (<i>Avicennia marina</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Avicennia marina</i>	6
2.1.2 Habitat dan Sebaran <i>Avicennia marina</i>	8
2.1.3 Kandungan Senyawa Fitokimia <i>Avicennia marina</i> dan Mekanisme Kerja.....	8
a. Flavonoid	9

b. Alkaloid	9
c. Terpenoid	10
d. Tanin	11
e. Saponin	12
2.2 Ekstraksi.....	12
2.2.1 Pengertian Ekstraksi	12
2.2.2 Metode Ekstraksi	13
2.2.3 Etanol Sebagai Pelarut Ekstraksi.....	13
2.3 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Sebagai Vektor Penyakit	14
2.3.1 Klasifikasi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	14
2.3.2 Siklus Hidup dan Perkembangbiakan <i>Ae. aegypti</i>	15
a. Fase Telur.....	16
b. Fase Larva.....	16
c. Fase Pupa	19
d. Fase Nyamuk	20
2.4 Larvasida Sebagai Agen Pengendali Vektor	21
2.4.1 Larvasida Alami.....	21
2.4.2 Larvasida Sintetik/Kimia.....	22
III. METODE PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:	23
3.3 Rancangan Penelitian.....	24
3.4 Pengamatan Mortalitas Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	26
3.5 Prosedur Penelitian	26
3.5.1 Pengambilan Sampel	26
3.5.2 Pembuatan Ekstrak Etanol Daun <i>A. marina</i>	26
3.5.3 Rearing Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	27
3.5.4 Uji Fitokimia Ekstrak Etanol <i>A. marina</i>	27
3.5.5 Pengujian Larvasida Ekstrak Etanol Daun <i>A. marina</i> pada Larva Instar III Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	28
3.6 Analisis Data.....	29
3.7 Diagram Alir Penelitian	30

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun <i>Avicennia marina</i>	31
4.2 Pengaruh Ekstrak Etanol Daun <i>A. marina</i> Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	35
4.3 Efektivitas Ekstrak Etanol Daun <i>Avicennia marina</i> Terhadap Mortalitas Larva <i>Ae. aegypti</i>	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel

1. Jumlah Larva <i>Ae. aegypti</i> sebagai objek penelitian	25
2. Volume Ekstrak <i>Avicennia marina</i>	25
3. Prosedur Pengujian Fitokimia	28
4. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Daun <i>A. marina</i>	31
5. Hasil uji <i>One-Way</i> ANOVA.....	36
6. Rata-rata mortalitas larva instar III <i>Ae. aegypti</i> antara konsentrasi	36
7. Nilai <i>Lethal Concentration</i> (LC ₅₀).....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar

1. Bagian-bagian tanaman <i>A. marina</i> , batang (a), daun dan biji (b), buah (c), dan bunga (d).	7
2. Flavonoid.	9
3. Alkaloid.	10
4. Terpenoid	10
5. Tanin.....	11
6. Saponin.....	12
7. Siklus hidup nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	15
8. Bentuk telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	16
9. Tahap perkembangan larva L1(A), L2(B), L3(C), L4(D).....	18
10. Pupa Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> . p (paddles), t (terompet), ab (abdomen), chp (chepalotoraks).....	19
11. Morfologi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	20
12. Diagram Alir Penelitian	30
13. Hasil Positif Uji Fitokimia	32
14. Grafik Mortalitas Larva <i>Ae. aegypti</i>	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut data *World Health Organization* (WHO), diperkirakan terdapat 390 juta kasus infeksi virus dengue setiap tahun, dan insiden demam berdarah dengue terus meningkat dan berkembang dengan cepat di seluruh dunia (Rusmalinda & Rifai, 2023). Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah kasus tertinggi. Tahun 2024 tercatat sebagai puncak kasus demam berdarah di Indonesia, dengan lebih dari 1.400 kematian. Hingga Mei 2025, Kementerian Kesehatan mencatat lebih dari 56.000 kasus demam berdarah dan 250 kematian (Kementerian Kesehatan RI, 2025). Penyakit menular seperti demam berdarah *dengue* (DBD) merupakan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat, terutama di daerah tropis dan subtropik (Setiawan & Budi, 2023). Virus *dengue*, yang menjadi penyebab DBD, ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (Setiawan & Budi, 2023).

Nyamuk *Ae. aegypti*, salah satu spesies nyamuk yang ditemukan di Indonesia. Nyamuk *Ae. aegypti* adalah vektor utama DBD, penyebarannya dibawa oleh nyamuk *Ae. aegypti* kepada manusia, penyebaran DBD lebih mudah menyebar dan menginfeksi lebih banyak orang. Banyak kasus DBD dilaporkan terjadi dalam satu rumah tangga akibat perilaku ini, yang sangat memudahkan nyamuk *Ae. aegypti* menyebarkan virus *dengue* ke beberapa orang sekaligus (Ustiawaty *et al.*, 2020). *Ae. aegypti* tersebar luas di seluruh Indonesia, dan penyebaran *Ae. aegypti* disebabkan oleh adanya larva *Ae. aegypti* yang dibawa melalui genangan air hujan dan saluran drainase yang mengandung larva *Ae. aegypti* (Noor & Mulyana, 2022). Nyamuk betina dapat menghasilkan hingga 100 telur setiap kali berproduksi, memutus siklus

hidup larva nyamuk sangat penting. Jumlah nyamuk dewasa akan meningkat jika tidak ada pengendalian vektor. Oleh karena itu, salah satu cara paling efektif dan efisien untuk mengendalikan vektor demam berdarah adalah dengan menghambat siklus hidup nyamuk pada tahap larva (KemenKes, 2015). Salah satu faktor yang dapat mencegah perkembangbiakan yaitu dengan pengendalian vektor.

Pengendalian vektor dapat dilakukan dengan menggunakan metode fisik, kimia, atau biologi. Pengendalian larva merupakan salah satu metode pengendalian yang dapat digunakan. Larvasida sintetik umumnya digunakan untuk mengendalikan larva karena mudah digunakan, terjangkau, efektif, dan praktis. Larvasida sintetik yang umum digunakan oleh masyarakat adalah 1% Abate (temephos). Salah satu dampak negatif penggunaan Abate dalam jangka panjang adalah kontaminasi air, terutama air minum. Penggunaan larvasida sintesis telah dibatasi karena banyak menimbulkan dampak negatif. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif larvasida sintesis, larvasida alami perlu dikembangkan. Salah satunya adalah dengan menggunakan ekstrak dari tanaman api-api putih (*Avicennia marina*) (Ekayani *et al.*, 2021).

Tanaman api-api putih (*A. marina*) merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai larvasida nabati. Berdasarkan penelitian Putri *et al.*, (2021) dijelaskan bahwa ekstrak kulit batang *A. marina* memiliki efek larvasida terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* dengan mortalitas 100% pada konsentrasi 3000 ppm. Berdasarkan Skrining fitokimia Hasibuan *et al.*, (2022) ekstrak etanol daun *A. marina* menunjukkan hasil positif terhadap senyawa flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan tanin, dan hasil negatif untuk kandungan alkaloid, yang kemungkinan dapat menyebabkan kematian pada larva nyamuk *Ae. aegypti*. Dalam penelitian ini digunakan pelarut etanol, etanol termasuk jenis pelarut organik yang aman digunakan untuk ekstrak dalam makanan dan obat-obatan dibandingkan dengan aseton dan metanol. Penggunaan pelarut etanol dapat optimal jika konsentrasi, suhu durasi, dan metode ekstraksi sesuai (Hakim & Saputri, 2020). Penelitian menggunakan

daun *A. marina* belum banyak dilakukan, oleh karena itu, penelitian mengenai efektivitas ekstrak etanol daun *A. marina* terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti* penting dilakukan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder yang berperan sebagai larvasida serta menentukan konsentrasi yang mampu memberikan tingkat mortalitas paling efektif.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kandungan senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak etanol *A. marina* sebagai larvasida nyamuk *Ae. aegypti*
2. Mengetahui pengaruh pemberian ekstrak etanol daun *A. marina* terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti*
3. Mengetahui efektivitas ekstrak etanol daun *A. marina* terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti*

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ekstrak etanol *A. marina* memiliki kandungan metabolit sekunder yang berpotensi berperan sebagai larvasida alami terhadap kematian larva nyamuk *Ae. aegypti*
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah mengenai efektivitas ekstrak etanol *A. marina* sebagai larvasida alami untuk mendukung upaya pengendalian populasi larva nyamuk *Ae. aegypti*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Demam berdarah Dengue (DBD) di Indonesia masih menjadi masalah serius bagi Masyarakat. Penyakit ini ditularkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* yang berkembangbiak pada genangan air di lingkungan Masyarakat. Upaya pengendalian vektor selama ini masih banyak bergantung dengan larvasida sintetik seperti abate (temphos), namun penggunaan dalam jangka waktu yang panjang dapat menimbulkan dampak negatif seperti pencemaran lingkungan dan resistensi pada nyamuk. Kondisi ini mendorong perlunya

alternatif pengendalian dengan bahan alami yang ramah lingkungan. Tanaman mangrove api-api putih (*A. marina*) pada skrining fitokimia Hasibuan *et al.*, (2022) diketahui mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid yang berpotensi sebagai larvasida alami, sehingga diharapkan dapat menjadi solusi untuk pengendalian populasi larva *Ae. aegypti*.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menguji efektivitas ekstrak etanol daun *A. marina* terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti*. Pelarut etanol dipilih karena etanol mampu mengekstraksi senyawa bioaktif dengan baik dan aman. Melalui pengujian fitokimia dapat diketahui kandungan metabolit sekunder dalam ekstrak, kemudian dilakukan uji mortalitas larva pada berbagai konsentrasi untuk menentukan nilai LC₅₀ serta konsentrasi yang paling efektif. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan memberikan perlakuan ekstrak etanol *A. marina* pada larva instar III *Ae. aegypti* dengan konsentrasi 4%, 6%, 8%, dan 10%, kontrol positif dengan abate 1% dan kontrol negatif dengan aquades dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Kemudian dilakukan pengamatan selama 72 jam dan dilakukan analisis probit untuk mengetahui nilai konsentrasi yang efektif dalam mortalitas larva nyamuk dari ekstrak etanol *A. marina* yang diberikan. Diharapkan dari perlakuan ini dapat mengendalikan larva instar III *Ae. aegypti* untuk mengurangi populasi nyamuk *Ae. aegypti*.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi ekstrak etanol daun *Avicennia marina*, maka semakin tinggi mortalitas larva *Aedes aegypti*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Mangrove Api-Api Putih (*Avicennia marina*)

Di Indonesia genus *Avicennia* merupakan mangrove yang paling sering ditemukan disepanjang pantai, *Avicennia* tergolong sebagai mangrove sejati. *A. marina* dapat dimanfaatkan dalam bidang farmakologi karena mengandung metabolit sekunder dalam jaringan tumbuhan yang penting untuk memelihara kelangsungan hidup (Handayani, 2023). Daun *A. marina* memiliki beberapa karakteristik, termasuk warna yang berbeda pada permukaan atas dan bawahnya, permukaan atas daun berwarna hijau, sedangkan permukaan bawah berwarna hijau kekuningan, dan seiring bertambahnya usia, sebagian permukaan bawah berubah menjadi putih. Daunnya berbentuk elips dengan ujung tumpul, berukuran sekitar 7 cm panjang dan 3-4 cm lebar. Bagian bawah daun yang berkilau hijau berwarna abu-abu kehijauan (Widiawati & Asih., 2024).

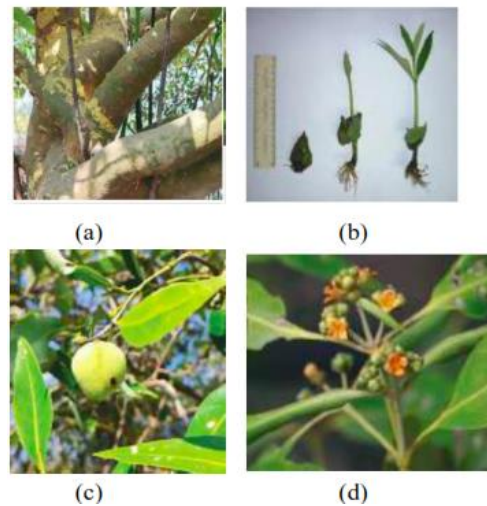
Tumbuhan mangrove memiliki kandungan alkaloid, steroid/triterpenoid, dan flavonoid. Selain itu, *A. marina* memiliki kandungan bioaktif seperti sifat antibakteri, antivirus, antikanker, antiinflamasi, hepatoprotektif, dan antioksidan (Annas *et al.*, 2023). Kandungan senyawa bioaktif dalam tanaman *A. marina* dapat diperoleh dengan cara di ekstraksi. Ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa kimia menggunakan pelarut polar atau non-polar. Selanjutnya, dilakukan skrining fitokimia pada ekstrak tersebut untuk mengidentifikasi kandungan senyawa kimia yang terdapat di dalamnya (Dia *et al.*, 2015).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *Avicennia marina*

Klasifikasi *Avicennia marina* (Forks.) Vierh. menurut Bengen (2001) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Thacheophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Sapindales
Family	: Avicenniaceae
Genus	: <i>Avicennia</i>
Species	: <i>Avicennia marina</i> (Forks)

Di daerah pesisir berlumpur dan muara sungai, mangrove merupakan spesies tumbuhan yang umum ditemukan. Manusia dan makhluk hidup lain yang tinggal di daerah pesisir memperoleh manfaat besar dari peran ekologi dan ekonomi yang diperankan oleh ekosistem mangrove. Anatomi *A. marina* sangat kompleks. Seperti mangrove pada umumnya, struktur anatomi *A. marina* mengandung mekanisme adaptif yang memungkinkan tumbuhan ini beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim dan berkembang dengan baik. Ciri morfologi tanaman mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian-bagian tanaman *A. marina*, batang (a), daun dan biji (b), buah (c), dan bunga (d) (Budastra *et al.*, 2024).

Daun *A. marina* memiliki karakteristik anatomi yang unik, seperti kelenjar pengeluaran garam (*salt-extruding gland*) yang terletak pada jaringan penyimpanan air dan epidermis. Hipodermis mengandung sejumlah besar jaringan penyimpanan air, menunjukkan bahwa *A. marina* telah beradaptasi dengan baik untuk bertahan hidup di lingkungan dengan kadar garam tinggi. Struktur anatomi *A. marina* menunjukkan karakter *xeromorphic* seperti kutikula tebal, jaringan palisade yang lebar, kelenjar garam, trikoma, dan jaringan penyimpanan air (hipodermis) dalam struktur anatomi *A. marina* (Tobing *et al.*, 2021). Karakteristik pohon mangrove api-api putih (*A. marina*) memiliki akar napas berbentuk pensil yang padat dan efektif dalam menahan lumpur di air. Akar tanaman terpisah secara vertikal dari akar horizontal yang tertanam dalam tanah. Cara reproduksi *A. marina* disebut *cryptovivipary*. *A. marina* memiliki batang berwarna abu-abu kehijauan yang mencapai tinggi 6-12 meter. Buahnya berukuran sekitar 1 cm dan memiliki ujung tumpul, sehingga menyerupai bentuk mangga. Setiap tangkai memiliki delapan hingga empat belas bunga yang kompleks. Daunnya berbentuk elips dengan ujung tumpul, berukuran sekitar 7 cm panjang dan 3-4 cm lebar. Bagian bawah daun yang berkilau hijau berwarna abu-abu kehijauan (Widiawati & Asih., 2024).

2.1.2 Habitat dan Sebaran *Avicennia marina*

A. marina juga dikenal sebagai api-api putih, yang ketinggiannya bisa mencapai 30 meter. Tanaman ini memiliki akar pernapasan tegak dengan banyak lenticel dan sistem akar horizontal yang rumit, menyerupai pensil atau asparagus. *A. marina* memiliki lapisan kulit kayu yang halus dengan lenticel berwarna hijau keabu-abuan, dan cabang muda serta tangkai daunnya berwarna kuning. Tanaman ini dapat bertahan hidup dan berkembang di berbagai lingkungan pasang surut dan merupakan spesies penting di kawasan pesisir yang dilindungi. Di habitat tertentu, *A. marina* sering membentuk kelompok (Tobing *et al.*, 2021). *A. marina* termasuk spesies mangrove yang paling toleran terhadap garam, yang tersebar luas dalam kondisi salinitas dan kekeringan yang beragam. *A. marina* terdiri dari 3 subspecies, yaitu *subsp. Australasica* ditemukan di daerah beriklim sedang dengan curah hujan sedang, *subsp. eucalyptifolia* ditemukan di daerah tropis basah, dan *subsp. Marina* ditemukan di daerah tropis kering. Di lahan pesisir yang dilindungi, *A. marina* merupakan spesies pionir yang dapat bertahan hidup dan berkembang di berbagai kondisi pasang surut (Tobing *et al.*, 2021).

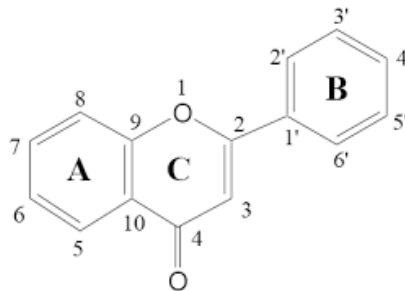
2.1.3 Kandungan Senyawa Fitokimia *Avicennia marina* dan Mekanisme Kerja

Tumbuhan memiliki senyawa metabolit sekunder yang merupakan zat-zat dihasilkan secara alami. Kandungan senyawa fitokimia dalam tumbuhan dapat diperoleh dengan cara ekstraksi. Tujuan skrining fitokimia adalah untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang terdapat dalam tumbuhan dan memberikan dasar untuk menentukan manfaat penerapan kandungan tersebut di bidang yang relevan (Hasibuan *et al.*, 2022). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa tumbuhan mangrove memiliki kandungan alkaloid, steroid/triterpenoid, flavonoid, tanin, saponin, dan tanin. Selain itu, *A. marina* memiliki kandungan bioaktif seperti sifat antibakteri, antivirus, antikanker, antiinflamasi,

hepatoprotektif, dan antioksidan (Annas *et al.*, 2023). Berikut beberapa kandungan senyawa fitokimia *A. marina*:

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan turunan 2-fenilbenzopiren dengan tiga cincin (A, B, dan C). Struktur dasar ini terdiri dari dua cincin benzena (A dan B) yang terhubung dengan (C) oleh cincin heterosiklik pirana. Subkelas flavonoid meliputi isoflavon, proantosianidin, antosianidin, flavonol, flavon, flavanon, dan flavononol. Tiga subkelas utama flavonoid yaitu flavonol, flavon, isoflavon. Pembagian ini berdasarkan ada tidaknya gugus keto pada kelompok keto pada posisi empat dari ikatan ganda antara C2 dan C3 atau gugus hidroksil pada posisi tiga pada cincin C atau dan C3 (Simanjuntak, 2012). Struktur flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2.



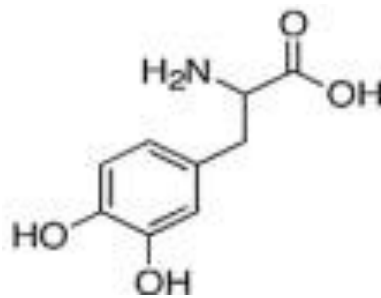
Gambar 2. Flavonoid (Simanjuntak, 2012).

Mekanisme kerja flavonoid adalah senyawa beracun yang mempengaruhi sistem pernapasan. Zat-zat ini masuk ke dalam tubuh larva melalui sistem pernapasan, di mana senyawa tersebut merusak sistem pernapasan dan melumpuhkan saraf, sehingga larva tidak dapat bernapas dan akhirnya menyebabkan kematiannya (Rahmaningtyas *et al.*, 2022).

b. Alkaloid

Senyawa alkaloid memiliki sifat senyawa beracun yang dapat menyebabkan keracunan melalui kontak dan keracunan lambung. Karena alkaloid merupakan garam, sehingga memiliki kemampuan

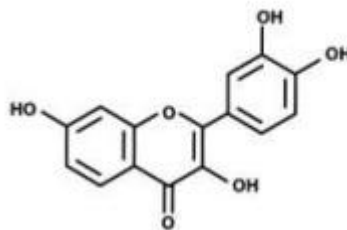
untuk menembus dan merusak sel-sel di saluran pencernaan dengan merusak membran selnya. Dengan menghambat aktivitas enzim asetilkolinesterase, alkaloid juga berdampak pada sistem saraf larva. Hal ini menyebabkan penumpukan asetilkolin, yang menyebabkan larva mengalami kejang-kejang terus-menerus dan akhirnya kelumpuhan. Jika kondisi ini terus berlanjut, dapat menyebabkan kematian larva. Senyawa alkaloid dapat menyebabkan tubuh larva berubah warna menjadi lebih transparan dan bergerak lebih lambat (Rahmaningtyas *et al.*, 2022). Struktur alkaloid dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alkaloid (Endarini, 2016).

c. Terpenoid

Struktur kimia terpenoid terdiri dari unsur karbon dan hidrogen dengan rumus $(C_5H_8)_n$. Terpenoid tersusun dari isoprena 5-karbon dan polimer isoprena yang disebut terpen. Struktur terpenoid dapat dilihat pada Gambar 4.



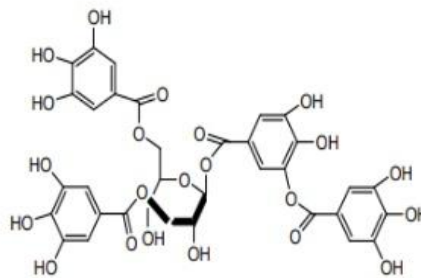
Gambar 4. Terpenoid (Azalia *et al.*, 2023).

Terpenoid termasuk dalam golongan steroid yang dapat mengikat sterol bebas di saluran pencernaan, di mana mereka berfungsi

sebagai bahan pembangun untuk hormon ecdisone. Ketika kadar sterol menurun, proses pergantian kulit serangga dapat terganggu, sehingga mempersulit larva untuk berkembang menjadi pupa (Rahmaningtyas *et al.*, 2022).

d. Tanin

Struktur tanin terdiri dari kelompok hidroksil (-OH) yang terikat pada cincin benzena (C6). Karena tanin dapat mengendapkan protein, gelatin, dan alkaloid, tanin memiliki berbagai peran biologis yang kompleks. Selain itu, tanin memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas, mengikat logam, dan berfungsi sebagai antioksidan biologis (Hersila & Si, 2023). Struktur Tanin dapat dilihat pada Gambar 5.

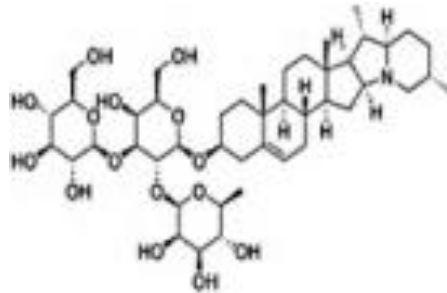


Gambar 5. Tanin (Hersila & Si, 2023).

Tanin adalah senyawa polifenolik yang menempel pada protein, karbohidrat, vitamin, dan mineral, dan tidak dapat dicerna oleh lambung. Tanin berfungsi sebagai racun pencernaan dengan mengurangi aktivitas enzim protease, yang mengubah asam amino. Akibatnya, aktivitas enzim akan terhambat dan mengganggu metabolisme sel. Sehingga larva menjadi kurang gizi akibat gangguan metabolisme seluler, dan pertumbuhannya terhambat oleh kemampuan tanin untuk mengikat protein yang diperlukan untuk perkembangan larva. Jika proses ini terjadi terus menerus, hal ini berpotensi menyebabkan kematian larva (Rahmaningtyas *et al.*, 2022).

e. Saponin

Saponin ini memiliki sifat detoksifikasi yang tinggi serta aktivitas hemolitik, yang ditandai dengan kemampuannya menghasilkan busa dalam air. Akibatnya, saponin mampu merusak membran kutikula larva, sehingga memudahkan zat berbahaya masuk ke dalam tubuh larva dan pada akhirnya membunuh larva tersebut. Karena membran mukosa yang melapisi saluran pencernaan larva memiliki permukaan yang lebih rendah, dinding saluran pencernaan menjadi korosif dan proses metabolisme terganggu, yang mengakibatkan penurunan asupan makanan (Rahmaningtyas *et al.*, 2022). Struktur saponin dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Saponin (Luringunusa *et al.*, 2023).

2.2 Ekstraksi

2.2.1 Pengertian Ekstraksi

Salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan senyawa bioaktivitas dari *A. marina* yaitu dengan metode ekstraksi. Ekstraksi merupakan proses pemisahan komponen cair dan padat menggunakan pelarut. Ekstraksi menggunakan pelarut didasarkan pada kelarutan komponen yang relatif terhadap komponen lain pada campuran. Maserasi adalah teknik ekstraksi yang paling banyak digunakan. Secara umum, maserasi menghasilkan hasil yang sedikit dan berlangsung lambat. Maserasi dapat mempercepat oksidasi antioksidan pada suhu yang cukup tinggi (Sholihah *et al.*, 2017).

2.2.2 Metode Ekstraksi

Prinsip ekstraksi adalah perpindahan massa zat terlarut ke dalam pelarut yang digunakan untuk mengekstrak senyawa kimia dari sampel. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu maserasi. Maserasi merupakan proses yang melibatkan perendaman bahan yang akan diekstraksi dalam pelarut organik dalam jangka waktu tertentu. Hal ini memungkinkan pelarut atau cairan ekstraksi masuk ke rongga sel yang mengandung zat aktif dan menembus dinding sel tanaman yang diekstraksi, sehingga mengekstraksi senyawa yang diinginkan dari sampel. Saat pelarut atau cairan ekstraksi memasuki dinding sel tumbuhan dan bergerak ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, senyawa aktif tersebut larut. Larutan dengan konsentrasi yang lebih tinggi terdorong keluar dari sel karena perbedaan konsentrasi di dalam dan di luar sel (Riwanti *et al.*, 2020).

2.2.3 Etanol Sebagai Pelarut Ekstraksi

Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, *hydrogen*, dan oksigen, sehingga dapat dianggap sebagai turunan dari senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia C_2H_5OH yang mengandung gugus hidroksil. Etanol adalah cairan tak berwarna, memiliki sifat mudah terbakar, mudah menguap serta dapat dikombinasikan dengan air dalam jumlah tertentu (Taslim *et al.*, 2017). Etanol bersifat polar sehingga mampu mengekstraksi senyawa kimia fenolik dari *A. marina*. Keuntungan lain dari etanol adalah kemampuannya untuk menyaring lebih banyak bahan kimia dibandingkan air dan methanol (Riwanti *et al.*, 2020). Penggunaan etanol dalam proses ekstraksi zat kimia sangat penting. Ekstraksi zat kimia target dari bahan baku sangat dipengaruhi oleh kepolaran pelarut. Banyak penelitian telah dilakukan mengenai penggunaan pelarut etanol dengan konsentrasi berbeda untuk menghasilkan molekul flavonoid dan fenolik. Penggunaan pelarut etanol dipengaruhi dengan konsentrasi, suhu, waktu dan metode ekstraksi, sehingga dapat menjadi optimal. Setiap tanaman memiliki

sifat karakteristik yang berbeda-beda, sehingga parameter tersebut tidak dapat disamaratakan dalam setiap proses ekstraksi (Hakim & Saputri, 2020).

2.3 Nyamuk *Aedes aegypti* Sebagai Vektor Penyakit

Ae. aegypti merupakan salah satu vektor yang paling efisien terhadap arbovirus, karena nyamuk memiliki tingkat antropofilik yang tinggi dan mampu bertahan hidup didekat manusia. *Ae. aegypti* lebih menyukai air tergenang di dalam wadah atau tempat penampungan daripada air tergenang di tanah. Lokasi perkembangbiakan potensial meliputi wadah penampungan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti drum dan bak mandi (Rahayu & Ustiawan., 2013). Nyamuk memiliki tubuh kecil, halus, dan tipis serta memiliki tubuh yang panjang dan ramping. Pada bagian mulut terdapat proboscis yang digunakan untuk menembus kulit dan menghisap darah. Larva nyamuk melewati siklus hidup di air, sehingga semua spesies nyamuk bergantung pada air untuk berkembangbiak (Lema *et al.*, 2021). Demam berdarah dengue (DBD) merupakan penyakit akibat infeksi virus dengue. DBD masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat terbesar di Indonesia karena sering menjadi wabah dan dapat menyebabkan kematian dalam waktu singkat. Nyamuk *Ae. aegypti* adalah vektor utama DBD. Karena kecenderungan mereka untuk menggigit berulang kali (*multiple bitters*) nyamuk *Ae. aegypti* sering menggigit beberapa orang secara cepat dan berturut-turut. Hal ini disebabkan oleh sensitivitas dan kerentanan nyamuk *Ae. aegypti* yang ekstrem terhadap gangguan. Banyak kasus DBD dilaporkan terjadi dalam satu rumah tangga akibat perilaku ini, yang sangat memudahkan nyamuk *Ae. aegypti* menyebarkan virus *dengue* ke beberapa orang sekaligus (Ustiawaty *et al.*, 2020).

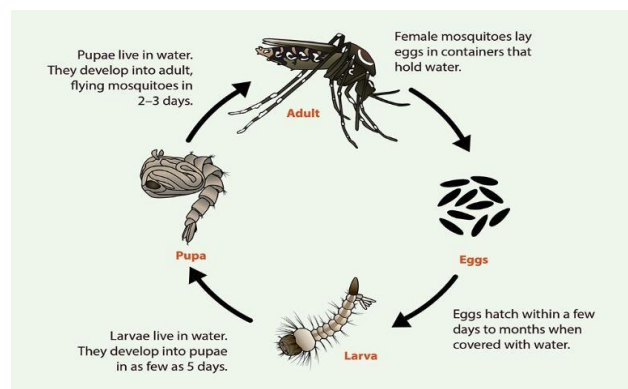
2.3.1 Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

Klasifikasi nyamuk *Ae. aegypti* menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) (2018) sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Ordo	: Diptera
Family	: Culicidae
Genus	: <i>Aedes</i>
Species	: <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus, 1792)

2.3.2 Siklus Hidup dan Perkembangbiakan *Ae. aegypti*

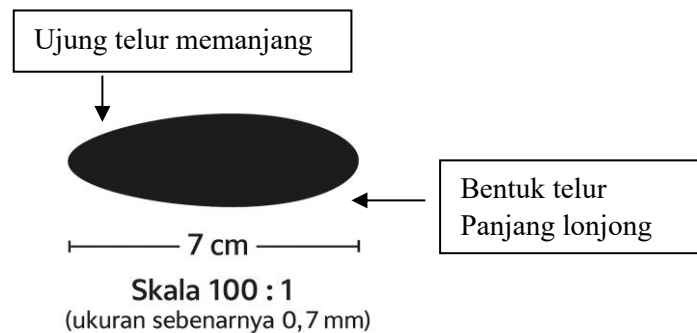
Ae. aegypti memiliki empat tahap dalam siklus hidup yaitu telur, larva, pupa, dan nyamuk. Perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti* sangat dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu 25–27°C, nyamuk dapat tumbuh dengan optimal. Selama 72 jam, telur *Ae. aegypti* menempel pada permukaan pada suhu antara 25 dan 30°C. Kisaran kelembapan 60–70% merupakan kisaran terbaik untuk pertumbuhan nyamuk. Umur nyamuk menjadi lebih pendek pada tingkat kelembapan di bawah 60%, yang tidak cukup untuk virus *dengue* menyelesaikan siklus hidupnya di dalam tubuh nyamuk (Rulen *et al.*, 2024). Berdasarkan penelitian Lemat *et al.*, (2021) nyamuk *Ae. aegypti* di Kota Kupang memiliki siklus hidup yang berlangsung selama 7-10 hari. Pada tahap telur sekitar 1-2 hari, pada fase larva 5-6 hari, 1-2 hari pada fase pupa, dan pada fase nyamuk dewasa 2 hingga 3 hari. Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* (NCEZID, 2024).

a. Fase Telur

Telur *Ae. aegypti* berukuran 0,7 mm, berwarna putih, dan lunak. Setelah itu, telur mengeras dan berubah warna menjadi hitam. Telur-telur ini sering ditempatkan secara terpisah dan memiliki bentuk oval dengan ujung runcing. Nyamuk dewasa biasanya meletakkan telurnya di dinding wadah penyimpanan air seperti lubang pohon, toples, dan celah batu (Schultes *et al.*, 2021). Morfologi telur nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Bentuk telur nyamuk *Ae. aegypti* (Lema *et al.*, 2021).

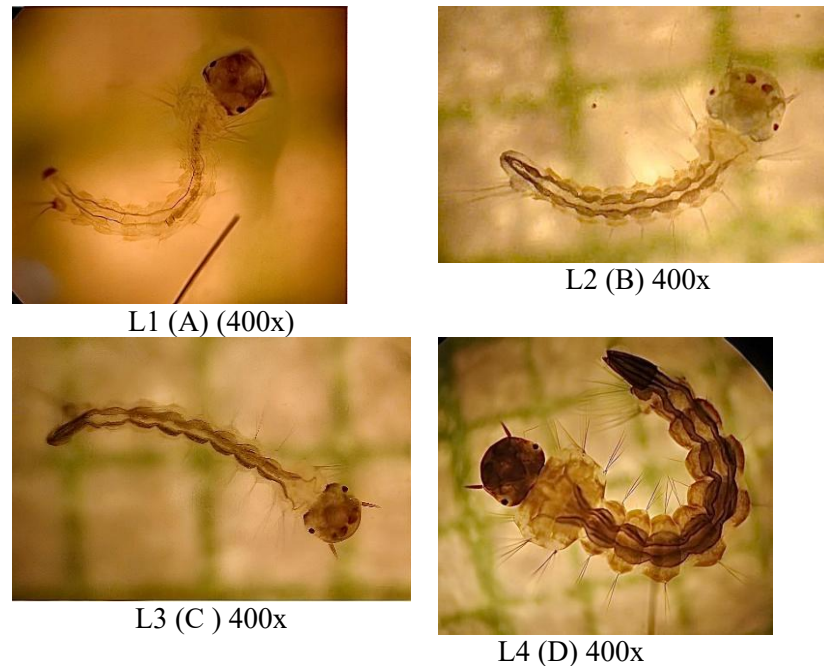
Pada lingkungan yang hangat dan lembab, periode perkembangan embrio akan terjadi selama 48 jam. Ketika telur nyamuk *Ae. aegypti* telah terbentuk sepenuhnya, telur tersebut dapat bertahan lebih dari setahun di lingkungan kering, apabila telur didalam air maka telur dapat menetas. Hal ini yang menyebabkan nyamuk *Ae. aegypti* memiliki tingkat keberlangsungan hidup yang tinggi. Meskipun mampu bertahan hidup di berbagai lingkungan, telur nyamuk *Ae. aegypti* memerlukan habitat air yang tepat untuk menetas dan berkembang menjadi larva atau pupa. pH air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan larva nyamuk *Ae. aegypti* (Dwiyanti *et al.*, 2023).

b. Fase Larva

Larva atau jentik *Ae. aegypti* memiliki ciri khas berupa sifon besar dan pendek, serta sepasang sisik subsentral yang panjangnya melebihi bagian ukuran dasar sifon. Larva ini ditandai dengan tidak

adanya setae yang menonjol pada dada dan antena yang sebagian terhubung. Larva *Ae. aegypti* dikenal karena pergerakan yang kuat dan cepat di air jernih, yang membentuk sudut 45°. Larva tersebut tampak sedikit tegak lurus terhadap permukaan air saat diam (Faruk *et al.*, 2022).

Pada tahap larva/jentik nyamuk memiliki perilaku mendekat atau menggantung pada permukaan air untuk bernafas. Larva yang baru menetas memiliki ukuran yang sangat kecil, tubuh larva dilindungi oleh lapisan luar yang disebut eksoskeleton. Seiring pertumbuhannya, larva mengganti kulitnya melalui proses yang disebut molting yang berguna untuk memberi ruang bagi pertumbuhan. Larva/jentik mengapung diatas permukaan air, larva memiliki struktur seperti snorkel, yang juga dikenal sebagai sifon, yang berfungsi sebagai alat untuk mengumpulkan oksigen dan makanan. Sifon terletak dibagian bawah perut. Jentik merupakan pemakan bakteri dan senyawa organik yang berada dipermukaan air (Rahmansyah & Novitasari, 2024). Siklus hidup larva dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tahap perkembangan larva L1(A), L2(B), L3(C), L4(D) (Sudarwati & Fernanda, 2019).

- Larva instar I L1 (A): pada larva L1 (A) memiliki ukuran 2mm (Lema *et al.*, 2021). Tubuhnya kecil serta saluran pernapasan belum berubah menjadi hitam dan duri pada dada (*thorax*) belum terlihat jelas. Instar I memiliki umur hidup 1-2 hari setelah menetas (Febritasari *et al.*, 2016).
- Larva instar II L2(B): memiliki ukuran 3mm serta sifon mulai berubah menjadi hitam, namun duri-duri (*spinae*) belum terlihat jelas (Lema *et al.*, 2021). Umur instar II adalah 2-3 hari setelah menetas.
- Larva instar III L3(C): larva berukuran 4mm, sifon mulai berwarna hitam dan mulai memiliki duri (*spinae*) yang terlihat jelas. Instar ketiga berlangsung 3-4 hari setelah menetas sebelum berkembang menjadi instar keempat (Lema *et al.*, 2021).
- Larva instar IV L4(D): struktur morfologisnya terlihat cukup jelas, dimulai dari abdomen, dada, dan kepala. Sifon berubah menjadi hitam, memperlihatkan duri-duri (*spinae*)

berukuran 6 mm yang mudah terlihat (Lema *et al.*, 2021). Instar keempat berlangsung 5-6 hari setelah menetas sebelum berkembang menjadi pupa.

c. Fase Pupa

Pupa *Ae. aegypti* memiliki tubuh yang melengkung dan kepala-dada (*cephalothorax*) yang menyerupai koma karena ukurannya lebih besar daripada abdomen. Alat pernapasan berbentuk terompet (siphon) yang menarik oksigen dari udara terdapat pada segmen ketujuh. Pada segmen abdomen kedelapan terdapat sepasang pengayuh yang digunakan untuk berenang, dan dua segmen terakhir melengkung ke arah ventral dan terdiri dari bulu sikat dan insang. Posisi pupa saat beristirahat sejajar dengan permukaan air (Faruk *et al.*, 2022). Fase pupa berlangsung selama 2-4 hari, pupa memiliki bentuk tubuh yang melengkung dan kepala serta dada yang lebih besar daripada perut. Pupa akan muncul ke permukaan untuk berkembang menjadi nyamuk dewasa (Dwiyanti *et al.*, 2023). Morfologi pupa dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pupa Nyamuk *Ae. aegypti*. p (paddles), t (terompet), ab (abdomen), chp (cephalotoraks) (Lema *et al.*, 2021).

Pada ruas ke delapan, dua alat dayung (*paddles*) digunakan sebagai alat renang. Pupa tidak memerlukan makanan, tetapi membutuhkan oksigen yang cukup. Dua fitur kecil berbentuk terompet pada dada

memungkinkan pupa bernapas di permukaan air (Lema *et al.*, 2021).

d. Fase Nyamuk

Ciri khas nyamuk *Ae. aegypti* ditandai dengan garis-garis atau garis putih keperakan pada bagian tubuh yang berwarna hitam. Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki garis putih pada kaki dan berukuran sekitar 3-4 mm. Nyamuk *Ae. aegypti* lebih cenderung memilih air bersih sebagai tempat perkembangbiakan, baik untuk bertelur maupun perkembangan larva (Schultes *et al.*, 2021). Morfologi nyamuk dewasa dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Morfologi Nyamuk *Ae. aegypti* (Nurbaya *et al.*, 2022).

Nyamuk betina mempertimbangkan suhu, pH, kadar amonia, nitrat, sulfat, kelembapan, dan ketiadaan sinar matahari langsung saat memilih tempat berkembang biak (Schultes *et al.*, 2021). Nyamuk Jantan tinggal didekat tempat perkembangbiakan dan memakan sari buah tanaman (Dwiyanti *et al.*, 2023). Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki *proboscis* yang besar, sisik pada tepi sayap yang membentuk pinggiran, dan sepasang sayap dengan enam vena sayap (Kemenkes RI, 2017). *Ae. aegypti* secara makroskopis memiliki punggung berbentuk *lyre* dengan dua garis melengkung dan dua garis putih lurus. *Mesepimeron* (punggung) *Ae. aegypti* memiliki dua bercak putih terpisah, bagian anterior femur tengah dengan garis putih Panjang (Rahayu & Ustiawan., 2013).

2.4 Larvasida Sebagai Agen Pengendali Vektor

Larvasida adalah senyawa atau zat yang dapat mengendalikan larva serangga, termasuk larva nyamuk *Ae. aegypti*. Banyak Masyarakat yang masih menggunakan larvasida kimia, penggunaan larvasida kimia untuk mengendalikan *Ae. aegypti* telah menyebabkan timbulnya resistensi pada populasi nyamuk, sehingga memerlukan dosis yang tinggi. Namun, hal ini memiliki efek toksik pada manusia, hewan, dan lingkungan. Larvasida alami adalah larvasida yang terbuat dari tanaman yang beracun bagi serangga pada tahap larva dan tidak menimbulkan efek samping pada lingkungan (Simbolon, 2020). Pengembangan bahan alami untuk pembuatan larvasida alami sangat diperlukan. Larvasida alami diharapkan dapat mengendalikan populasi nyamuk pembawa penyakit. Beberapa tumbuhan di alam memiliki sifat insektisida dan relatif aman serta tidak berbahaya bagi lingkungan. Larvasida alami dapat dikembangkan dari tumbuhan yang mengandung senyawa kimia aktif yang terdapat di berbagai bagian tumbuhan, seperti akar, daun, biji, kulit kayu, dan buah (Hidayati & Suprihatini., 2020).

2.4.1 Larvasida Alami

Larvasida alami adalah insektisida yang terbuat dari bahan-bahan nabati. Larvasida alami dapat dibuat relatif mudah, bahkan dengan keterampilan atau pengetahuan yang terbatas. Karena terbuat dari bahan alami, larvasida alami mudah terurai di lingkungan, sehingga residunya cepat menghilang. Larvasida alami memiliki efek “*hit-and-run*”, artinya efektif membunuh hama saat diaplikasikan, tetapi residunya cepat menghilang setelah hama mati. Larvasida alami memiliki beberapa keunggulan, termasuk kemampuannya untuk terurai dengan cepat di bawah sinar matahari, kelembapan, udara, dan komponen alami lainnya, sehingga meminimalkan risiko kontaminasi air dan tanah. Larvasida alami juga memiliki toksisitas rendah terhadap mamalia, sehingga penggunaannya lebih aman bagi kehidupan manusia. Bahan-bahan yang dipilih untuk produksi larvasida harus

aman bagi organisme hidup, mudah diperoleh, dan memiliki dampak positif bagi kesehatan manusia (Anissah *et al.*, 2025).

2.4.2 Larvasida Sintetik/Kimia

Larvasida sintetik saat ini merupakan produk yang banyak digunakan oleh Masyarakat untuk memutus rantai penularan penyakit DBD, yang disebabkan oleh nyamuk *Ae. aegypti*. Larvasida umumnya mengandung bahan kimia aktif seperti temephos, DDT (*Dichloro Diphenyl Trichloroethane*), etilheksanol dan beberapa zat sintetis lainnya (Hidayati & Suprihatini., 2020). Larvasida sintetis dapat memiliki efek samping negatif jika digunakan dalam jangka waktu yang lama. Larvasida sintetis sangat efektif dalam membunuh larva, tetapi juga dapat membunuh makhluk lain yang bukan target utama. Selain itu, penggunaan larvasida sintetis secara terus-menerus dalam jangka panjang dapat menyebabkan vektor menjadi resisten, pencemaran lingkungan dan residu insektisida (Yuliana *et al.*, 2021). Abate merupakan salah satu jenis larvasida sintetis. Abate termasuk senyawa fosfat organik yang mengandung kelompok *phosphorotiate*, mekanisme kerja serupa dengan senyawa alkaloid yaitu dengan cara menghambat enzim *cholinesterase* pada vertebrata dan invertebrate sehingga menimbulkan gangguan pada aktivitas saraf karena penumpukan asetilkolin diujung saraf. Asetilkolin berfungsi sebagai mediator antara otot dan saraf, memungkinkan impuls listrik ditransmisikan yang menyebabkan kontraksi otot yang berkepanjangan, atau kejang (serangan epilepsi). Temephos 1% pada abate akan mengikat enzim *kolineestrace* yang menyebabkan kontraksi otot terus menerus, kejang dan akhirnya mati (Rahmaningtyas *et al.*, 2022).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 - Januari 2026 di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi untuk ekstraksi daun *A. marina* serta pengamatan mortalitas larva *Ae. aegypti*. Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia untuk pengujian fitokimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *beaker glass* dan erlenmeyer sebagai wadah maserasi, nampan sebagai wadah sampel daun, blender digunakan untuk menghaluskan sampel, timbangan analitik digunakan untuk menimbang berat sampel, evaporator digunakan untuk memekatkan ekstrak daun *A. marina*, kertas label digunakan untuk memberikan tanda pada sampel, pipet tetes berfungsi untuk memindahkan larutan, corong kaca dan kertas saring digunakan untuk memisahkan ekstrak dengan filtratnya, spatula/batang pengaduk untuk mengaduk larutan ekstrak, gelas plastik sebagai wadah rearing nyamuk *Ae. aegypti*, tabung reaksi digunakan untuk uji fitokimia, aluminium foil, *stopwatch*, gelas ukur dan alat tulis.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 3kg *Avicennia marina* yang diperoleh dari budidaya hutan mangrove

Pulau Pasaran, Kota Karang, Kec. Telukbetung Timur, Kota Bandar Lampung, Lampung. 450 ekor larva *Ae. aegypti* yang diperoleh dari Loka Labkesmas Baturaja di Kec. Baturaja Timur, Kab. Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan, kemudian ditetaskan sampai stadium larva instar III, etanol digunakan sebagai pelarut, abate 1% sebagai kontrol positif, dan aquades sebagai kontrol negatif, pellet ikan sebagai pakan telur *Ae. aegypti*. Bahan-bahan yang digunakan untuk uji fitokimia yaitu asam asetat glasial dan H₂SO₄ sebagai uji steroid dan terpenoid, aquades digunakan untuk uji saponin, FeCl₃ digunakan sebagai uji tanin dan fenolik, pereaksi mayer yang ditambahkan H₂Cl₂ digunakan untuk uji alkaloid, serbuk Mg dan HCl pekat digunakan untuk uji flavonoid.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 macam perlakuan menggunakan 4 konsentrasi 4%, 6%, 8%, 10% dan dengan kontrol positif menggunakan abate 1% dan aquades sebagai kontrol negatif, rasionalitas penentuan konsentrasi didasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Siringo-Ringo (2018). Dengan setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Parameter yang digunakan yaitu pengamatan terhadap mortalitas larva, mortalitas larva *Ae. aegypti* setelah diberi perlakuan dalam waktu pengamatan 72 jam untuk menentukan nilai LC₅₀ dan konsentrasi terbaik ekstrak etanol daun *A. marina* sebagai larvasida nyamuk *Ae. aegypti*. Pengamatan selama 72 bertujuan karena larva instar III hidup 3-4 hari setelah menetas, sehingga dapat mencakup seluruh fase hidup. Larva diamati dan dicatat mortalitasnya dengan waktu pengamatan setiap 6 jam, 12 jam, 18 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam (Hidayat *et al.*, 2022).

Penelitian menggunakan 6 macam perlakuan dengan 18 kelompok larva *Aedes aegypti* instar III, sehingga digunakan 450 ekor larva *Ae. aegypti* dengan jumlah 25 larva instar III pada setiap perlakuan dan 3 kali ulangan. Seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Larva *Ae. aegypti* sebagai objek penelitian

Perlakuan	Ulangan (ekor)			Jumlah larva (ekor)
	1	2	3	
K (+)	25	25	25	75
K(-)	25	25	25	75
4%	25	25	25	75
6%	25	25	25	75
8%	25	25	25	75
10%	25	25	25	75
Jumlah Keseluruhan				450

Dalam membuat konsentrasi ekstrak yang digunakan (Tabel 1) menggunakan rumus pengenceran Wahyuni & Nafi'ah (2021), yaitu:

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

Keterangan :

V_1 = Volume larutan stok yang ditambahkan (mL)

M_1 = Konsentrasi awal ekstrak daun *A. marina*

V_2 = Volume ekstrak yang diinginkan (mL)

M_2 = Konsentrasi ekstrak daun *A. marina* yang diinginkan

Tabel 2. Volume Ekstrak *Avicennia marina*

Perlakuan	Konsentrasi awal ekstraksi (M_1)	Volume yang diharapkan (V_2)	Volume ekstrak (M_2)	Volume aquades (V_1)
P1 = 4%	100%	100 mL	4 gr	96 mL
P2 = 6%	100%	100 mL	6 gr	94 mL
P3 = 8%	100%	100 mL	8 gr	92 mL
P4 = 10%	100%	100 mL	10 gr	90 mL
K+	Abate 1%			
K-	Aquades			

Keterangan:

P1 : Ekstrak *A. marina* 4%

P2 : Ekstrak *A. marina* 6%

P3 : Ekstrak *A. marina* 8%

P4 : Ekstrak *A. marina* 10%

K+ : Kontrol Positif Abate 1%

K- : Kontrol Negatif Aquades

3.4 Pengamatan Mortalitas Larva Nyamuk *Ae. aegypti*

Berdasarkan penelitian Wahyuni & Loren (2015), perhitungan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

(Rumus perhitungan persentase mortalitas larva)

Rumus ini digunakan untuk menentukan seberapa banyak mortalitas larvasida dalam membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti*. Hasil yang diperoleh yaitu pada konsentrasi berapakah larva uji mengalami kematian sebanyak 50%.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun *A. marina* Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan sebagai berikut:

3.5.1 Pengambilan Sampel

Sampel daun *A. marina* sebanyak 4kg diperoleh dari Pusat Budidaya *A. marina* di budidaya hutan mangrove Pulau Pasaran, Kota Karang, Kec. Telukbetung Timur, Kota Bandar Lampung, Lampung. Sampel telur *Ae. aegypti* diperoleh dari Loka Labkesmas Baturaja di Kec. Baturaja Timur, Kab. Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan.

3.5.2 Pembuatan Ekstrak Etanol Daun *A. marina*

Daun *A. marina* segar dicuci bersih menggunakan air bersih. kemudian, ditiriskan dan dikering-anginkan selama 20 hari pada suhu ruang hingga kering. Selanjutnya, daun *A. marina* yang sudah kering dihaluskan menggunakan mesin penghalus atau blender hingga

membentuk serbuk. Kemudian dilakukan maserasi serbuk daun *A. marina* dan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 dan diaduk (Apriyati *et al.*, 2022). Kemudian didiamkan selama 3x24 jam (Putri *et al.*, 2021). Lalu dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dengan residu (maserat etanol). Setelah dilakukan maserasi hasil ekstrak selanjutnya diuapkan menggunakan *vacum rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak yang pekat (Handoyo, 2020). Kemudian ekstrak yang didapat disimpan dalam botol vial.

3.5.3 Rearing Larva Nyamuk *Ae. aegypti*

Pada penelitian ini digunakan larva nyamuk instar III yang berasal dari telur *Ae. aegypti* yang ditetaskan dengan meletakkan kertas saring berisi telur nyamuk *Ae. aegypti* ke atas nampan plastik yang berisi aquades. Kemudian dipelihara hingga mencapai stadium larva instar III (Sari *et al.*, 2019). Dalam *rearing* larva diberikan makanan berupa pelet 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 larva instar III, larva dipindahkan ke dalam gelas plastik untuk dilakukan perlakuan lanjutan.

3.5.4 Uji Fitokimia Ekstrak Etanol *A. marina*

Prosedur uji fitokimia terdiri dari 7 jenis uji dengan perlakuan yang berbeda setiap uji untuk menganalisis kandungan senyawa bioaktif, yaitu flavonoid, fenolik, tanin, saponin, alkaloid, steroid dan terpenoid. Perlakuan uji tersebut selanjutnya diamati untuk didapati hasil kualitatif berupa perubahan warna dari hasil perlakuan. Metode uji fitokimia berpedoman berdasarkan penelitian Kartikasari *et al.*, (2023) sebagai berikut yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Prosedur Pengujian Fitokimia

No	Jenis Uji	Perlakuan	Hasil Pengamatan (+)
1	Saponin	0,5 mL sampel + 5 mL aquades, kemudian dikocok selama 30 detik	Terdapat busa
2	Steroid	0,5 mL sampel + 0,5 mL asam asetat glacial + 0,5 mL H ₂ SO ₄	Warna sampel berubah jadi Biru/ Unggu/Hijau
3	Terpenoid	0,5 mL sampel + 0,5 mL asam asetat glacial + 0,5 mL H ₂ SO ₄	Warna sampel berubah jadi Merah atau Kuning
4	Tanin	1 mL sampel + 3 tetes larutan FeCl ₃ 10 %	Warna larutan hitam kebiruan
5	Alkaloid	0,5 mL sampel + 5 tetes kloroform + 5 tetes pereaksi Mayer (1 g KI dilarutkan dalam 20 mL aquades, ditambahkan 0,271 g HgCl ₂ hingga larut)	Warna larutan putih kecoklatan
6	Flavonoid	0,5 mL sampel + 0,5 g serbuk Mg + 0,5 mL HCl pekat (tetes demi setetes)	Warna larutan merah / Kuning/ Coklat Ada Busa
7	Fenolik	1 mL sampel + 3 tetes larutan FeCl ₃ 2%	Warna larutan hitam kebiruan

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

Pengujian larvasida ekstrak etanol daun *A. marina* pada larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* sebagai berikut:

- a. Gelas plastik disiapkan sebanyak 18 buah, kemudian ekstrak etanol daun *A. marina* dimasukkan pada masing-masing konsentrasi yang diberi label, yaitu:
 1. Kontrol negatif dengan aquades,
 2. Kontrol positif dengan abate 1%,
 3. Konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 4%
 4. Konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 6%
 5. Konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 8%
 6. Konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 10%
- b. Larva instar III sebanyak 25 ekor dimasukkan kedalam gelas plastik sesuai dengan konsentrasi

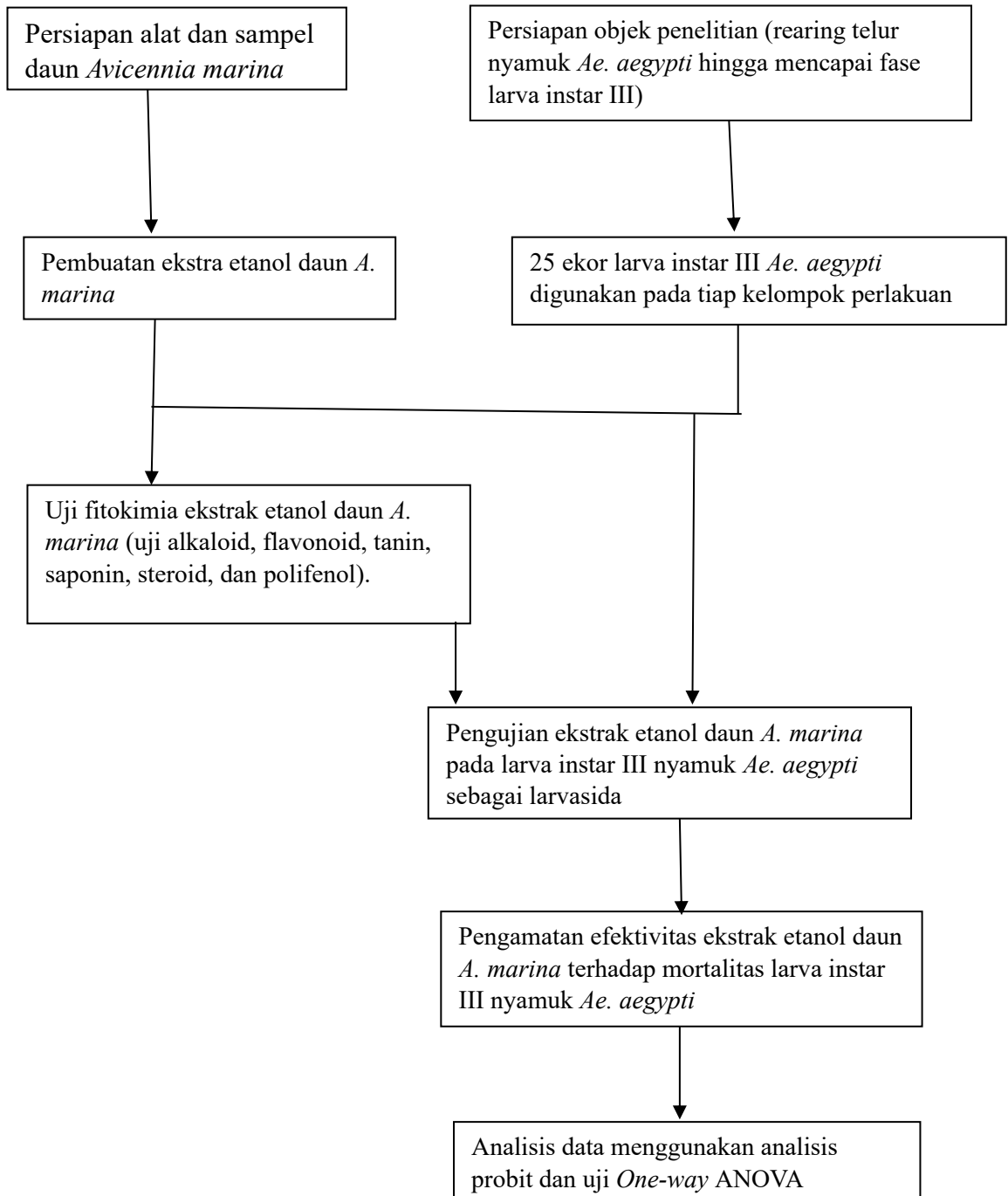
- c. Mortalitas larva nyamuk kemudian diamati dan dicatat dengan waktu pengamatan selama 6 jam, 12 jam, 18 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 (Hidayat *et al.*, 2022).
- d. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

3.6 Analisis Data

Data mortalitas dianalisis menggunakan analisis probit untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun *A. marina* terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* dengan menentukan nilai LC_{50} sebagai konsentrasi paling efektif. Selanjutnya, data dianalisis dengan *One-way ANOVA (Analysis of Variance Concentration)* untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi terhadap mortalitas larva pada setiap perlakuan yang diberikan. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji *Tukey's* untuk mengetahui konsentrasi yang paling efektif.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 12. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak etanol daun *A. marina* adalah senyawa alkaloid, flavonoid, dan steroid.
2. Ekstrak etanol daun *A. marina* berpengaruh signifikan terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti* pada pengamatan selama 72 jam.
3. Ekstrak etanol daun *A. marina* menunjukkan efektivitas sebagai larvasida dengan nilai LC₅₀ sebesar 6,09% dengan pengamatan selama 72 jam.

5.2 Saran

Pada hasil penelitian yang diperoleh, peneliti menyarankan agar penelitian selanjutnya melakukan analisis histologi larva *Ae. aegypti* yang terpapar ekstrak etanol daun *A. marina* untuk melihat kerusakan jaringan secara mikroskopis.

DAFTAR PUSTAKA

- Annas, Z. F., Muliastari, H., Deccati, R. F., Permatasari, L., & Mukhlisah, N. R. I. 2023. Determination of Total Flavonoid Content of Extract and Fractions of Mangrove Leaves (*Avicennia marina*). *Jurnal Agrotek Ummat*. 10(3):271.
- 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.
- Apriyati, E., Murdiati, A., & Triwitono, P. 2022. Pengaruh Lama Waktu Maserasi Terhadap Kadar Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor. *Jurnal Teknologi Pangan*. 16(1):116-123.
- 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.
- Bisyaroh, N. 2020. Uji Toksisitas Ekstrak Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Farmasi Tinctura*. 1(2): 34-44.
- Budastra, C., Ulya, T., Maulidya, S. A. I., Purnomo, I., Lisnasari, B. R. W., & Permatasari, L. 2024. Literature Review: Exploration of Bioactive Components of *Avicennia marina* and Its Biological Activities. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(1b):474-481.
- Dia, S. P. S., Nurjanah, N., & Jacoeb, A. M. 2015. Chemical Composition, Bioactive Components and Antioxidant Activities From Root, Bark and Leaf Lindur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(2):205-219.
- Dwiyanti, F., Kurniawan, B., Lisiswanti, R., & Mutiara, H. 2023. Hubungan pH Air Terhadap Pertumbuhan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti*. *Medical Profession Journal of Lampung*. 13(2):158-163.

- Ekayani, M., Juliantoni, Y., & Hakim, A. 2021. Uji Efektivitas Larvasida dan Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Losio Anti nyamuk Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata L.*) Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 2(4):1261-1270.
- Emilia, I., Setiawan, A. A., Novianti, D., Mutiara, D., & Rangga, R. 2023. Skrining fitokimia ekstrak daun sungkai (*Peronema canescens Jack.*) secara infundasi dan maserasi. *Indobiosains*. 95-102.
- Endarini, L. H. 2016. Farmakognisi dan fitokimia. Pusdik SDM Kesehatan. Jakarta Selatan.
- Erwin, E., Nuryadi, D., & Usman, U. 2020. Skrining Fitokimia dan Bioaktivitas Tumbuhan Bakau Api-api Putih (*Avicennia alba Blume*). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2(4):311-315.
- Faruk, M. O., Jannat, S. N., & Rahman, M. S. 2022. Impact of environmental factors on the spread of dengue fever in Sri Lanka. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 19(11):10637-10648.
- Febritasari, T., Hariani, N., & Trimurti, S. 2016. Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) Instar III Yang di Koleksi Dari Kelurahan Loa Bakung, Dadi Mulya dan Sempaja Timur Kota Samarinda Terhadap Abate. *Bioprospek*. 11(2):25-31.
- Firmansyah, E., Dadang, F. N. U., & Anwar, R. 2019. Toksisitas Ekstrak *Tithonia divesifolia* Terhadap Larva *Plutella xylostella* di Laboratorium. *Agriprima. Journal of Applied Agricultural Sciences*. 3(2):55-60.
- Hakim, A. R., & Saputri, R. 2020. Narrative review: Optimasi Etanol Sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika (JSM)*. 6(1):177-180.
- Handayani, N., Sabdaningsih, A., Jati, O. E., & Ayuningrum, D. 2023. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Akar *Avicennia marina* di Kawasan Mangrove Pantai Tirang, Semarang. *Jurnal Pasir Laut*. 7(2):68-73.
- Hasibuan, N. E., Azka, A., Basri, B., & Mujiyanti, A. 2022. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun *Avicennia Marina* Dari Kawasan Bandar Bakau Dumai. *Aurelia Journal*. 4(2):137-142.
- Handoyo, D. L. Y. 2020. Pengaruh lama waktu maserasi (perendaman) terhadap kekentalan ekstrak daun sirih (*Piper betle*). *Jurnal Farmasi Tinctura*. 2(1):34-41.

- Handarni, D., Putri, S. H., & Tensiska, T. 2020. Skrining kualitatif fitokimia senyawa antibakteri pada ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L.*). *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 8(2):182-188
- Hersila, N., MP, M. C., Si, V. M., & Si, I. M. 2023. Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin) pada Tanaman sebagai Antifungi. *Jurnal Embrio*. 15(1):16-22
- 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.
- Hidayat, M. T., Marhaeni, B., & Wijayanti, S. P. M. 2022. Potential of Leaf Extracts *Sonneratia alba* and *Avicennia alba* as a Biolarvacide of *Aedes aegypti* Mosquito. *BALABA*. 18(2):159-166.
- ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2018. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=126240#null. Diakses pada 6 Oktober 2025.
- Kartikasari, D., Rahman, I. R., & Ridha, A. 2022. Uji fitokimia pada daun kesum (*Polygonum minus Huds.*) dari Kalimantan Barat. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*. 5(1):35-42.
- Kementerian Kesehatan. 2015. *Profil Kesehatan Indonesia 2014*. Vol. 51. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemenkes RI. 2017. *Pedoman Pengumpulan Data Vektor Di Lapangan - Riset Khusus Vektor dan Reservoir Penyakit di Indonesia*. Pedoman Koleksi Spesimen Dan Data Di Lapangan. 1-188.
- Kementerian Kesehatan RI. 2025. Nyamuk lebih Mematikan Daripada Hewan Buas. <https://kemkes.go.id/id/nyamuk-lebih-mematikan-daripada-hewan-buas-2>. diakses pada 16 September 2025.
- Khasanah, N. W., Karyadi, B., & Sundaryono, A. 2020. Uji Fitokimia dan Toksisitas Ekstrak Umbi *Hydnophytum sp.* terhadap *Artemia salina* Leach. *PENDIPA Journal of Science Education*. 4(1):47-53.
- 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.
- Luringunusa, E., Sanger, G., Sumilat, D. A., Montolalu, R. I., Damongilala, L. J., & Dotulong, V. 2023. Qualitative phytochemical analysis of *Gracilaria verrucosa* from north Sulawesi waters. *Jurnal Ilmiah Platax*. 11(2):551-563.
- Mahendra, Y. I., Syaniah, A. E., Astari, R., Sy, T. Z. M., & Aulia, W. 2022. Analisis Penyebab Demam Berdarah Dengue (DBD) Desa Bandar Klippa

Kecamatan Percut Sei Tuan. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 22(3):1732-1736.

- Makkiah, M., Salaki, C. L., & Assa, B. 2020. Efektivitas ekstrak serai wangi (*Cimnopogon nardus L.*) sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Bios Logos*. 10(1):1-6
- Malik, M., Ekwand, R. R. M., & Hariyanti, T. 2020. Toksisitas ekstrak etanol mangrove *Sonneratia alba* terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2(3):222-227.
- Nadila, I., Istiana, I., & Wydiamala, E. 2017. Aktivitas larvasida ekstrak etanol daun binjai (*mangifera caesia*) terhadap larva *aedes aegypti*. *Berkala Kedokteran*. 13(1):61-68.
- National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID). 2024. Life Cycle of *Aedes Mosquitos*. <https://www-cdc.gov.translate.goog/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html? x tr sl=en& x tr tl=id& x tr hl=id& x tr pto=img s> . diakses pada 24 April 2026.
- Ni'mah, T., Oktarina, R., Mahdalena, V., & TAsyati, T. 2015. Potensi ekstrak biji duku (*Lansium domesticum Corr*) terhadap *Aedes aegypti*. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 43(2):131-136.
- Noor, G. A., & Mulyana, D. I. 2022. Optimasi Identifikasi Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti* Dalam Ekstraksi Fitur Glcm Dan Knn. *Jurnal Widya*. 3(2):169-179.
- Nurbaya, F., Maharani, N. E., & Nugroho, F. S. 2022. *Bahan ajar matakuliah pengendalian vektor sub tema nyamuk Aedes aegypti*. Yayasan Wiyata Bestari Samasta.
- Oroh, M. Y., Pinontoan, O. R., & Tuda, J. B. 2020. Faktor lingkungan, manusia dan pelayanan kesehatan yang berhubungan dengan kejadian demam berdarah dengue. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*. 1(3):35-46.
- Qibtiyah, S. M., Nuryady, M. M., Susetyarini, R. E., Permana, T. I., & Sasongkojati, D. A. 2022. Analisis Status Resistensi *Aedes aegypti* terhadap Insektisida *Cypermethrin* 0,05% di Kecamatan Endemis Kabupaten Malang. *Bioscientist. Jurnal Ilmiah Biologi*. 10(1):240-251.
- Prakoso, G., Aulung, A., & Citrawati, M. 2016. Uji efektivitas ekstrak buah pare (*Momordica charantia*) pada mortalitas larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Profesi Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 10(1).

- Putri, S. A. I., Santika, N. W. N., & Nuraini, I. 2021. Efektifitas Biolarvasida Ekstrak Kulit Batang *Avicennia marina* Terhadap Jentik Vektor Demam Berdarah (*Aedes aegypti*). *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 8(1).
- Rahayu, D. F., & Ustiawan, A. 2013. Identifikasi *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*. 9 (01):7-10.
- Rahmansyah, I.M., & Novitasari, D. 2024. Identifikasi Vektor Jentik dan Nyamuk. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 1(4):69-75.
- Rahmaningtyas,D., Pakan, P.D., & Setianingrum, E.L.S. 2022. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Mortalitas Larva Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes aegypti*. *Cendana Medical Journal*. 10(2):234-240.
- Riwanti, P., Izazih, F., & Amaliyah, A. 2020. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Etanol Pada Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol 50, 70 dan 96% Sargassum Polycystum dari Madura. *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika (J-PhAM)*. 2(2):82-95.
- Riyadi, Z., Julizar, J., & Rahmatini, R. 2018. Uji efektivitas ekstrak etanol biji rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) sebagai larvasida alami pada larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 7(2):233-239.
- Rulen, B. N., Fitria, E., Seprina, Z., Rahayu, R., & Fentia, L. 2024. Analisis Faktor Resiko Keberadaan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* di Kelurahan Tuah Karya Wilayah Puskesmas Sidomulyo. *Ensiklopedia of Journal*. 6(4):266-275.
- Rumagit, H. M. 2015. Uji fitokimia dan uji aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol spons *Lamellodysidea herbacea*. *Pharmacon*. 4(3):183-192.
- Rusmalinda, R., & Rifai, M. R. 2023. Tingkat Pengetahuan Masyarakat Tentang Keberadaan Jenis Nyamuk Penyebab DBD Terhadap Cara Penanganan. *Al-Ikmal: Jurnal Pendidikan*. 2(3):61-70.
- Sari, N. K., Setyaningrum, E., dan Rosa, E. 2019. Uji Efektivitas *Bacillus thuringiensis var. Israelensis* yang Telah Kadaluwarsa terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Penelitian Biologi*. 6(1):944-953.
- Saputri, G. A. R., Marcellia, S., & Eldianta, D. O. 2021. Uji larvasida Ekstrak Etanol Batang Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*. 8(4):398-405.
- Schultes, O. L., Morais, M. H. F., Cunha, M. D. C. M., Sobral, A., & Caiaffa, W. T. 2021. Spatial Analysis of Dengue Incidence and *Aedes aegypti* Ovitrap Surveillance in Belo Horizonte, Brazil. *Tropical Medicine & International Healt*. 26(2):237-255.

- Septiani, S., Karimuna, S. R., & Fatrisya, W. M. 2024. Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya*) dan Abate Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Universitas Halu Oleo*. 5(3).
- Setiawan, G., & Budi, G. S. 2023. Implementasi Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Untuk Penyakit DBD. *Dike*.1(2):44-48.
- Sholihah, M. A., Ahmad, U., & Budiastira, I. W. 2017. Aplikasi Gelombang Ultrasonik Untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksidan Kulit Manggis. *Jurnal keteknik pertanian*. 5(2) : 161-168.
- Simanjuntak, K. 2012. Peran antioksidan flavonoid dalam meningkatkan kesehatan. *Jurnal Bina Widya*. 23(3):135-140.
- Simbolon, V. A. 2020. Ekstrak Daun Mengkudu dan Daun Pepaya Sebagai Larvasida Alami Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 9(01):12-18.
- Siringo-Ringo, V. 2018. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Etanol 70% Daun Kerehau (*Callicarpa Longifolia Lam.*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Instar III. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*. 3(1):142-149.
- Sudarwati, T. P. L & Fernanda, M. 2019. Aplikasi Pemanfaatan Daun Pepaya (*Carica papaya*) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva *Aedes aegypti*. Graniti. Gresik.
- Sulistyarini, I., Sari, D. A., & Wicaksono, T. A. 2020. Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder batang buah naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Cendekia Eksakta*. 5(1).
- Suryani, N. C., Permana, D. G. M., & Jambe, A. A. G. N. A. 2016. Pengaruh jenis pelarut terhadap kandungan total flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 5(1):1-10.
- Susanti, S., & Suharyo, S. 2017. Hubungan Lingkungan Fisik Dengan Keberadaan Jentik *Aedes* Pada Area Bervegetasi Pohon Pisang. *Unnes Journal of Public Health*. 6(4):271-276.
- Syafitri, E., Afriani, D. T., Siregar, B., & Gustiawan, Y. 2020. Kandungan Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun. *Jurnal Riset Akuakultur*. 15(4):253-259.

- Taslim, M., Mailoa, M., & Rijal, M. 2017. Pengaruh pH, dan lama fermentasi terhadap produksi ethanol dari *Sargassum crassifolium*. *Biosel Biology Science and Education*. 6(1):13-25.
- Tobing, A. N. L., Darmanti, S., Hastuti, E. D., & Izzati, M. 2021. Struktur anatomi daun mangrove api-api putih (*Avicennia marina (forsk.) vierh*) di Pantai Mangunharjo, Semarang. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 6(1):96-103.
- 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).
- Wahyuni, D., & Loren, I. 2015. Perbedaan Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (Piper betle L.) Dengan Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa L.*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti L. saintifika*. 17(1):38-48.
- Wahyuni, D., & Nafi'ah, S. 2021. Uji efektivitas repellent ekstrak daun jeruk purut (*citrus hytrix*) terhadap nyamuk *aedes aegypti*. *Jurnal Pharma Bhakta*. 1(2):24-25.
- Wahyuni, D., Swandono, H. U., & Kristianingsih, I. 2023. Aktivitas Larvasida Alami Ekstrak Etanol Daun Paitan (*Tithonia Diversiifolia*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pharma Bhakta*. 3(2):48-56.
- 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.
- Wijaya, H., Jubaidah, S., & Rukayyah, R. 2022. Perbandingan metode esktraksi terhadap rendemen ekstrak batang turi (*Sesbania grandiflora L.*) dengan menggunakan metode maserasi dan sokhletasi. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*. 5(1):1-11.
- World Health Organization (WHO). 2020. Dengue: Guidline for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control. New Edition. Geneva.
- Yuliana, A., Rinaldi, R. A., Rahayuningsih, N., & Gustaman, F. 2021. Efektivitas Larvasida Granul Ekstrak Etanol Daun Pisang Nangka (*Musa x paradisiaca L.*) terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *ASPIRATOR-Journal of Vector-Borne Diseases Studies*. 13(1):69-78.
- Yunita, E., & Khodijah, Z. 2020. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol Saat Maserasi Terhadap Kadar Kuersetin Ekstrak Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) Secara Spektrofotometri UV-Vis. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*. 2.

LAMPIRAN