

**POTENSI EKSTRAK ETIL ASETAT *Gracilaria* sp. SEBAGAI
ANTI NYAMUK *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) MENGGUNAKAN
METODE ELEKTRIK CAIR**

(Skripsi)

Oleh

Utami Sri Wulansari

2117061048



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**POTENSI EKSTRAK ETIL ASETAT *Gracilaria* sp. SEBAGAI
ANTI NYAMUK *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) MENGGUNAKAN
METODE ELEKTRIK CAIR**

Oleh

Utami Sri Wulansari

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
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

POTENSI EKSTRAK ETIL ASETAT *Gracilaria* sp. SEBAGAI ANTI NYAMUK *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) MENGGUNAKAN METODE ELEKTRIK CAIR

Oleh

Utami Sri Wulansari

Aedes aegypti merupakan vektor penyakit demam berdarah *dengue* (DBD). Upaya pengendalian yang banyak dilakukan masyarakat, yaitu menggunakan insektisida kimia. Penggunaan insektisida kimia yang berkelanjutan akan menimbulkan dampak negatif bagi makhluk hidup, sehingga diperlukan cara alternatif menggunakan bahan alam sebagai insektisida. Rumput laut *Gracilaria* sp. diduga mengandung senyawa metabolit sekunder yang dapat menarik, menolak, bahkan membunuh serangga, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai insektisida hayati. Metode elektrik cair dipilih karena tingkat keamanan yang tinggi, praktis, tidak menyengat, tidak meninggalkan asap dan residu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa fitokimia, konsentrasi yang paling efektif, dan nilai *Lethal Concentration* 50 (LC₅₀) ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebagai insektisida menggunakan metode elektrik cair. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. (50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%), *Dimefluthrin* sebagai kontrol positif dan Akuades sebagai kontrol negatif, selama 2 jam pada setiap perlakuan dengan 4 kali pengulangan. Aktivitas nyamuk *Aedes aegypti* diamati pada kotak pengamatan ukuran 30x30x30 cm. Hasil uji fitokimia didapatkan senyawa aktif berupa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenol. Hasil *One-way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar konsentrasi dengan (*p-value*=0,00). Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan konsentrasi 90% ekstrak *Gracilaria* sp. menyebabkan jumlah mortalitas nyamuk tertinggi. Hasil uji probit menunjukkan nilai LC₅₀ sebesar 78, 51%. Penggunaan ekstrak *Gracilaria* sp. dengan metode elektrik cair terhadap nyamuk *Aedes aegypti* memiliki potensi sebagai insektisida dalam tingkat konsentrasi tertentu.

Kata Kunci : *Aedes aegypti*, *Gracilaria* sp., Metode elektrik cair

ABSTRACT

POTENTIAL OF ETHYL ACETATE EXTRACT FROM *Gracilaria* sp. AS AN ANTI-MOSQUITO AGENT FOR *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) USING THE LIQUID ELECTRIC METHOD

By

Utami Sri Wulansari

Aedes aegypti is the vector of dengue hemorrhagic fever (DHF). The control efforts commonly undertaken by the community involve the use of chemical insecticides. Continuous use of chemical insecticides will have negative impacts on living organisms, thus alternative methods using natural substances as insecticides are needed. Seaweed *Gracilaria* sp. is suspected to contain secondary metabolites that can attract, repel, and even kill insects, making it a potential bio-insecticide. The liquid electric method is chosen due to its high safety level, practicality, non-stinging, and lack of smoke and residue. This study aims to determine the phytochemical compounds, the most effective concentration, and the Lethal Concentration 50 (LC₅₀) value of ethyl acetate extract of *Gracilaria* sp. as an insecticide using the liquid electric method. This type of research is experimental with a Completely Randomized Design (CRD) using various concentrations of *Gracilaria* sp. extract (50%, 60%, 70%, 80%, and 90%), *Dimefluthrin* as a positive control, and Aquades as a negative control, over 2 hours for each treatment with 4 repetitions. The activity of *Aedes aegypti* mosquitoes was observed in a 30x30x30 cm observation box. The phytochemical test results obtained active compounds such as alkaloids, flavonoids, tannins, saponins, and phenols. The *One-way* ANOVA results showed a significant difference between concentrations (p-value=0.00). The Least Significant Difference (LSD) test results showed that the 90% concentration of *Gracilaria* sp. extract caused the highest mosquito mortality. The probit test results showed an LC₅₀ value of 78.51%. The use of *Gracilaria* sp. extract with the liquid electric method against *Aedes aegypti* mosquitoes has potential as an insecticide at certain concentration levels.

Keywords : *Aedes aegypti*, *Gracilaria* sp., Liquid Electric Method

Judul Skripsi

: POTENSI EKSTRAK ETIL ASETAT *Gracilaria*
sp. SEBAGAI ANTI NYAMUK *Aedes aegypti*
(Linnaeus, 1762) MENGGUNAKAN METODE
ELEKTRIK CAIR

Nama Mahasiswa

: Utami Sri Wulansari

NPM

: 2117061048

Jurusan/Program Studi

: Biologi/S1 Biologi Terapan

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc.
NIP. 199105212019032020

2. Ketua Jurusan Biologi

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : **Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc.**

Penguji Utama : **Prof. Dr. Gregorius 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 : **24 Februari 2025**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Utami Sri Wulansari
NPM. : 2117061048
Jurusan/Fakultas : Biologi/Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah dengan judul " Potensi Ekstrak Etil Asetat *Gracilaria* sp. Sebagai Anti Nyamuk *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) Menggunakan Metode Elektrik Cair" adalah hasil karya saya sendiri, berdasarkan informasi dan pengetahuan yang saya dapatkan. Karya ilmiah ini bukan plagiarisme ataupun hasil kerja orang lain, serta belum pernah dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun.

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

Bandarlampung, 1 Maret 2025

Yang Menyatakan,



Utami Sri Wulansari
NPM. 2117061048

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Putihdoh, Kec. Cukuh Balak, Kab. Tanggamus, Prov. Lampung pada 9 Januari 2002, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari bapak Erdiyanto dan ibu Sri Mulyati. Penulis menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak Asiyah dan diselesaikan pada tahun 2008, pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 7 Gadingrejo pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di selesaikan di SMPN 1 Gadingrejo pada tahun 2017, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di MA Al-Muhsin Metro pada tahun 2021.

Tahun 2021, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Biologi, Program Studi Biologi Terapan melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Keterampilan Kerja Laboratorium (KKL), penulis juga aktif sebagai anggota dari Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Bidang Komunikasi, Informasi dan Hubungan Masyarakat (KOMINHUM) 2022, wakil ketua Rois FMIPA 2023, dan menjadi anggota Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) 2024. Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di BKHIT Lampung pada Januari 2024, dan Kuliah Kerja Nyata di Desa Braja Dewa, Kec. Way Jepara, Kab. Lampung Timur pada Juli 2024. Penulis melaksanakan penelitian dengan judul “Potensi Ekstrak Etil Asetat *Gracilaria* sp. Sebagai Anti Nyamuk *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) Menggunakan Metode Elektrik Cair.” sebagai tugas akhir pada Program Studi S1 Biologi Terapan pada bulan November-Desember 2024 di Laboratorium Botani dan Laboratorium Biologi MIPA Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang
ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu”
(Umar bin Khatab)

"Setetes keringat orang tuaku yang keluar, ada seribu langkahku untuk maju"
(Anonim)

"You're always one decision away from a completely different life."
(Anonim)

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala
atas berkat rahmat, rezeki, hidayah, dan karunia-Nya
yang selalu diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan
penulisan Skripsi ini. Karya ini kupersembahkan
kepada orang-orang yang kusayangi.

Ayahanda dan Ibunda yang selalu memberikan kasih sayang,
dukungan, dan motivasi untuk penulis
Saudara kandungku yang juga
selalu memberikan dukungan bagi penulis.

Sahabat dan teman-teman dekat penulis
yang selalu setia menemani dan membantu penulis dalam
melewati proses perkuliahan dari awal hingga penulis
menyelesaikan studinya.

Para dosen dan guru sebagai tenaga pendidik
yang telah mendidik dan memberikan ilmu
serta nasehat- nasehat bagi penulis
selama menjalankan pendidikannya.

Almamater Tercinta

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 “Potensi Ekstrak Etil Asetat *Gracilaria* sp. Sebagai Anti Nyamuk *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) Menggunakan Metode Elektrik Cair” yang merupakan bagian dari HETI Project Batch 3 Tahun 2024 Riset Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed. 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 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, LP.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, 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 yang telah memberikan izin, bantuan, dan dukungan selama penulis menyelesaikan studinya.
5. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed., selaku pembimbing I saya yang telah memberikan dukungan, bimbingan, arahan, nasihat, curahan waktu, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc. selaku Pembimbing II dan Pembimbing Akademik saya yang telah memberikan izin, dukungan, bimbingan, arahan, nasihat, curahan waktu, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc. selaku dosen pembahas yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan masukan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen 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.
9. Kedua orang tuaku yang aku cintai dan banggakan, Bapak Erdiyanto selaku superhero dan cinta pertamaku serta Ibu Sri Mulyati pintu surgaku. Terima kasih atas segala perjuangan, didikkan, kasih sayang, perhatian, dukungan dan motivasi, nasehat-nasehat, doa yang tak pernah putus yang selalu diberikan kepada penulis setiap harinya. Serta kepada Zahra Dwi Rahmadani dan Adiba Shakyla Irana selaku saudara kandung penulis yang telah memberikan dukungan dan hiburan selama ini.
10. Teruntuk sahabat-sahabat seperjuangan selama penyelesaian masa studi yang saya cintai dan banggakan, kepada Ihya Khoiril Ummah Masri, Wana Puspita, Widya Ratna Pertiwi, Mutiah Hamida, dan Rhifana Yuandarru, yang selalu menjadi penolong nomor satu disaat penulis kesulitan, yang selalu memberikan dukungan penuh dengan segala motivasi dan pengorbanan yang telah dilakukan, terima kasih banyak semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala selalu melindungi dan memberikan kelancaran serta kebahagiaan hidup dunia dan akhirat.

11. Teruntuk sahabat kecilku yang tidak kalah penting kehadirannya Azahra Putri Najla dan Qory Al-Kautsar. Terima kasih karena selalu hadir disetiap proses hidup yang penulis jalani hingga titik terendah dan tersulit hidup penulis, serta untaian do'a yang selalu dilangitkan, semoga kita menjadi orang-orang yang sukses dunia dan akhirat.
12. Teman-teman seperjuangan Jurusan Biologi FMIPA Unila angkatan 2021.
13. Teruntuk Utami Sri Wulansari, ya! diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggungjawab menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terimakasih karena terus berusaha dan pantang menyerah, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya, terima kasih sudah bertahan!

Bandarlampung, 24 Februari 2025

Penulis,

Utami Sri Wulansari

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Manfaat Penelitian.....	5
1.4 Kerangka Teoritis	5
1.5 Hipotesis Penelitian	7
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 8
2.1 <i>Gracilaria</i> sp.	8
2.1.1 Klasifikasi <i>Gracilaria</i> sp.....	8
2.1.2 Morfologi <i>Gracilaria</i> sp.....	9
2.2 Senyawa Metabolit Sekunder yang Berpotensi Sebagai Insektisida	9
2.2.1 Flavonoid.....	10
2.2.2 Alkaloid	11

2.2.3 Terpenoid.....	11
2.2.4 Saponin	12
2.2.5 Tanin.....	13
2.2.6 Fenol	13
2.3 Pelarut Etil Asetat	13
2.4 Metode Elektrik Cair	14
2.5 <i>Dimefluthrin</i>	15
2.6 Vektor Penyakit Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD).....	15
2.6.1 Klasifikasi <i>Aedes aegypti</i> (L.).....	15
2.6.2 Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> (L.).....	16
2.6.3 Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i> (L.).....	17
2.6.4 Habitat <i>Aedes aegypti</i> (L.).....	18
III. METODE PENELITIAN	20
3. 1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3. 2 Alat dan Bahan	20
3.2.1 Alat.....	20
3.2.2 Bahan	21
3. 3 Rancangan Penelitian	21
3. 4 Pelaksanaan Penelitian	22
3.4.1 Pengambilan Sampel.....	22
3.4.2 Identifikasi Sampel <i>Gracilaria</i> sp. di Laboratorium Botani	23
3.4.3 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat <i>Gracilaria</i> sp.	23
3.4.4 Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat <i>Gracilaria</i> sp.	24
4.4.4.1 Uji Flavonoid	24
4.4.4.2 Uji Alkaloid	24
4.4.4.3 Uji Terpenoid	24
4.4.4.4 Uji Saponin	25
4.4.4.5 Uji Tanin	25
4.4.4.6 Uji Fenol	25
3.4.5 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp.	25
3.4.6 Pengujian Efektivitas Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp.	26
3.4.7 Pengamatan Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> (L.)	27
3. 5 Analisis Data	27
3. 6 Diagram Alir Penelitian.....	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil Pengamatan	29
4.1.1 Ekstrak Etil Asetat <i>Gracilaria</i> sp.	29
4.1.2 Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Terhadap Berbagai Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat <i>Gracilaria</i> sp.	31
4.2 Pembahasan	33
4.2.1 Ekstrak Etil Asetat <i>Gracilaria</i> sp.	33
4.2.2 Pengaruh Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. Terhadap Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dengan Metode Elektrik Cair	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1 Volume Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp.....	26
4. 1 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat <i>Gracilaria</i> sp.....	29
4. 2 Hasil Uji <i>One-way</i> ANOVA Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	31
4. 3 Jumlah Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Setelah Terpapar Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. Selama 2 Jam.	31
4. 4 Hasil Uji Probit Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. Terhadap Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1. Morfologi <i>Gracilaria</i> sp. (Dokumentasi Pribadi, 2024).....	9
2. 2. Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> (L.) (Windari, 2021).....	16
2. 3. Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i> (L.) (Repelita, 2024)	18
3. 1. Rancangan Acak Lengkap pada Peneliti (Safitri dan Cahyati, 2018).....	22
3. 2. Diagram Alir Penelitian	28
4. 1. Kenaikan Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Berdasarkan Kenaikan Konsentrasi Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. Dibandingkan dengan Kontrol	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Determinasi.....	49
2. Hasil Uji Fitokimia	51
3. Data mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i> setelah perlakuan	52
4. Uji Statistik	52
5. Dokumentasi penelitian	56
6. Mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	66
7. Surat Pembelian Telur <i>Aedes aegypti</i>	73

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Demam berdarah *dengue* (DBD) merupakan penyakit akibat infeksi virus oleh nyamuk *Aedes aegypti* sebagai salah satu vektor. Penyakit yang banyak ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis ini menjadi permasalahan kesehatan yang serius tidak hanya di negara berkembang tetapi juga secara global (Akbar dan Syaputra, 2019). World Health Organization (WHO) melaporkan kenaikan jumlah penularan penyakit DBD di seluruh wilayah WHO pada tahun 2023 mencapai lebih dari 6,5 juta kasus dengan 7.300 lebih kematian yang menjadi rekor tertinggi dalam sejarah (World Health Organization, 2024). Menurut data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, pada minggu ke-22 tahun 2024 terdapat kenaikan kasus penularan penyakit DBD di Indonesia yang mencapai 894 kasus dengan 777 kasus jumlah kematian (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024).

Indonesia merupakan salah satu negara endemis penyakit DBD sejak tahun 1968 yang hingga kini kasusnya masih terus meningkat. Penyakit ini memiliki berbagai gejala seperti kulit kemerahan, demam, serta nyeri pada sendi dan otot (Nabila dan Yonteka, 2021). Iklim tropis di Indonesia sangat mendukung perkembangbiakan dari vektor penyakit DBD. Di Indonesia vektor penyakit DBD tersebar di seluruh wilayah pedesaan (rural), pinggiran kota (sub-urban), maupun perkotaan (urban), seperti rumah-rumah penduduk serta fasilitas umum yang ada (Ayudiasari, 2022). Terlepas dari faktor lingkungan seperti perubahan musim, vektor DBD yaitu *Aedes aegypti* banyak ditemukan di daerah penduduk yang sanitasi lingkungannya rendah, oleh karena itu pola

hidup masyarakat juga menjadi penentu perkembangbiakkan vektor (Sazali dkk., 2024).

Berbagai langkah telah diambil untuk mencegah penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), termasuk dengan memutus siklus hidup vektor penyakit tersebut maupun perlindungan terhadap gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (Utami dan Cahyati, 2017). Pengendalian vektor secara kimiawi menggunakan insektisida dan larvasida dinilai lebih efektif oleh masyarakat karena penggunaannya yang murah, cepat dan praktis. Berdasarkan penelitian Agustina dkk (2019), mayoritas masyarakat Indonesia (75,67%) menggunakan insektisida untuk mengendalikan nyamuk, sedangkan (24,3%) memilih teknik pengendalian fisik dan mekanik. Menurut Robiah (2023), contoh pengendalian fisik dan mekanik meliputi modifikasi dan manipulasi lingkungan tempat nyamuk berkembang biak (seperti metode 3M, pembersihan lumut, penanaman bakau, pengeringan, dan pengaliran), penggunaan kelambu, pemasangan kawat kasa, mengenakan pakaian lengan panjang, dan penggunaan hewan sebagai umpan nyamuk (*cattle barrier*).

Insektisida umumnya mengandung senyawa kimia N,N-Dietil-m-toluamida (DEET) yang bersifat racun, dan memiliki waktu terurai yang relatif panjang serta efek samping yang tidak diinginkan penggunaannya (Anindya dkk., 2023). Insektisida kimia yang sering digunakan oleh masyarakat tersedia dalam bentuk spray, bakar, dan cair. Produk-produk ini bersifat toksik, memiliki bau yang menyengat, dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit. Pengendalian vektor penyakit DBD menggunakan insektisida sintetis yang progresif menyebabkan nyamuk *Aedes aegypti* resisten sehingga menimbulkan efek kebal (Haidah dkk., 2024). Resistensi *Aedes aegypti* terhadap insektisida sintetis terjadi karena mekanisme biologis yang memungkinkan nyamuk bertahan hidup meskipun terpapar insektisida. Salah satu mekanisme utama adalah mutasi genetik pada nyamuk yang mengubah target situs insektisida. Misalnya mutasi pada gen yang mengkode enzim asetilkolinesterase dapat mengurangi efektivitas insektisida organofosfat (Sofiana dkk., 2023).

Insektisida sintetis juga menyebabkan dampak negatif seperti, polusi lingkungan, pencemaran air, dan bahan pangan, serta berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan (Nikmah dkk., 2016). Alternatif yang dapat dilakukan adalah menggunakan bahan alam yang berpotensi sebagai bioinsektisida (Setyaningrum dkk., 2023).

Insektisida nabati adalah insektisida yang berasal dari tanaman dan mengandung senyawa aktif yang efektif untuk mengendalikan organisme pengganggu, termasuk nyamuk *Aedes aegypti* yang merupakan vektor DBD (Aswandi dkk., 2023). Efektivitas insektisida nabati dalam membunuh berasal dari senyawa toksik yang ada dalam tanaman, seperti saponin, tanin, flavonoid, alkaloid, dan steroid, yang dapat berfungsi sebagai racun kontak, racun pernapasan, serta racun perut pada hewan berbadan lunak (Wardani dkk., 2019). Racun kontak bekerja dengan merusak sistem saraf serangga, sehingga menyebabkan kelumpuhan dan kematian (Meilin dan Praptana, 2014). Racun pernafasan bekerja dengan cara mengganggu sistem pernafasan serangga, sehingga terjadi kerusakan pada jaringan pernafasan yang mengakibatkan kematian. Sedangkan racun perut bekerja ketika serangga memakan atau menelan insektisida yang merusak sistem pencernaan, sehingga menyebabkan gangguan metabolisme (Aulia dkk., 2019). Penggunaan insektisida nabati lebih baik dan efektif karena sifatnya yang *biodegradable*, sehingga aman bagi organisme target maupun non-target. Tumbuhan yang memiliki senyawa aktif berupa metabolit sekunder diduga berpotensi sebagai insektisida, salah satunya adalah *Gracilaria* sp.

Gracilaria sp. adalah salah satu jenis rumput laut merah yang sering dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Purwaningsih dan Deskawati, 2020). *Gracilaria* sp. banyak digunakan sebagai bahan dasar dalam industri, bahan pangan, serta obat-obatan. Tumbuhan ini juga memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap perubahan kondisi lingkungan, seperti fluktuasi suhu dan salinitas yang memungkinkan tanaman ini tumbuh baik dalam berbagai kondisi (Sari dan Kurniawan, 2021). Peningkatan permintaan

rumput laut, khususnya *Gracilaria* sp., telah mendorong pengembangan budidaya berkelanjutan di berbagai wilayah, sehingga populasi di alam liar tetap stabil (Agustang dkk., 2021). *Gracilaria* sp. juga memiliki berbagai khasiat antara lain sebagai antivirus, antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, dan antikarsinogenik karena terkandung berbagai golongan senyawa aktif berupa flavonoid, alkaloid, tanin, dan fenol (Insani dkk., 2022). Tanaman yang mengandung metabolit sekunder, dapat menarik, menolak, bahkan membunuh serangga karna racun yang dihasilkan menyebabkan siklus hidup serangga terganggu (Sholichatin, 2020).

Salah satu metode dalam pengaplikasian insektisida adalah metode elektrik yang memanfaatkan energi listrik. Pada metode ini, energi listrik diubah menjadi energi panas yang dapat mereaksikan dan menguapkan zat aktif. Berdasarkan penelitian yang melibatkan 72 responden pengguna insektisida rumah tangga, ditemukan bahwa 37,5% dari mereka menggunakan obat nyamuk elektrik. Persentase ini lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan obat nyamuk semprot sebesar 36,11%, obat nyamuk bakar sebesar 26,4%, dan obat nyamuk lainnya sebesar 5,6%. Hal ini menunjukkan bahwa insektisida elektrik adalah jenis yang paling diminati masyarakat (Rianti, 2017). Metode elektrik cair dipilih karena memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan bentuk sediaan dari metode lainnya, di antaranya tidak menyebabkan asap dan tidak menyengat sehingga relatif aman, beraroma harum, tidak ada residu, praktis, serta dosis yang dibutuhkan rendah (Arinda dkk., 2023). Anti nyamuk dengan metode elektrik cair dianggap memiliki tingkat keamanan tertinggi dibandingkan dengan jenis sediaan anti nyamuk semprot dan bakar (Safitri dan Cahyati, 2018).

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan pengujian terhadap ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. Ekstrak ini diduga berpotensi sebagai bioinsektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* sebagai salah satu vektor penyakit demam berdarah *dengue* (DBD). Pengujian ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. akan dilakukan menggunakan metode elektrik cair.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp.
2. Untuk mengetahui konsentrasi yang paling efektif ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp., sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* (L.) menggunakan metode elektrik cair.
3. Untuk mengetahui nilai *Lethal Concentration* 50 (LC_{50}) ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp., sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* (L.) menggunakan metode elektrik cair.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi penting untuk perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan ilmiah terkait penggunaan ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebagai insektisida. Ekstrak ini berfungsi sebagai obat anti nyamuk alami yang efektif. Informasi ini sangat bermanfaat bagi masyarakat luas dalam pengendalian vektor nyamuk. Dengan demikian, masyarakat dapat melindungi diri dari nyamuk *Aedes aegypti*, yang merupakan vektor virus *dengue*. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi penting dalam upaya pencegahan penyakit demam berdarah.

1.4 Kerangka Teoritis

Demam berdarah *dengue* (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* melalui vektor nyamuk salah satunya adalah *Aedes aegypti*. Penyakit yang banyak ditemukan pada daerah tropis dan sub-tropis ini masih terus menjadi permasalahan serius di Indonesia maupun secara global. Indonesia memiliki risiko tinggi terhadap serangan wabah penyakit DBD, karena memiliki iklim yang tropis sehingga mendukung perkembangbiakan vektor virus *dengue*. Menurut data Kementerian Kesehatan RI, pada minggu ke-22 tahun 2024 Indonesia mengalami kenaikan kasus penularan penyakit DBD, sehingga perlu dilakukannya upaya-upaya pengendalian terhadap nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor virus *dengue*.

Pengendalian vektor virus *dengue* dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan biologi, namun dari banyaknya upaya yang telah dilakukan masih belum menemukan hasil yang optimal. Dibuktikan dengan terus meningkatnya penderita penyakit DBD pada setiap tahunnya. Penggunaan insektisida diyakini masyarakat memiliki tingkat kemampuan yang lebih cepat dalam mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti*. Menurut studi yang telah dilakukan mengatakan bahwa lebih dari 75% masyarakat Indonesia menggunakan insektisida berbasis rumah tangga. Namun insektisida yang banyak digunakan saat ini adalah insektisida sintesis yang memiliki dampak negatif seperti, menyebabkan resistensi terhadap organisme target, dan tidak ramah lingkungan karena dapat mencemari air, lingkungan, dan bahan pangan. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya yang lebih ramah lingkungan sehingga aman digunakan oleh masyarakat, salah satunya adalah penggunaan insektisida nabati.

Insektisida nabati merupakan cara efektif untuk mengendalikan vektor virus *dengue* dengan memanfaatkan tumbuhan atau bagian dari tumbuhan yang mengandung berbagai senyawa aktif metabolit sekunder. Menurut beberapa penelitian tanaman yang mengandung senyawa aktif metabolit sekunder dapat menarik, menolak, atau bahkan membunuh serangga, karena racun yang dihasilkannya membuat siklus hidup serangga terganggu. *Gracilaria* sp. adalah salah satu tumbuhan yang mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan fenol yang berpotensi sebagai insektisida nabati untuk pengendalian vektor virus *dengue*. Oleh karena itu, perlu dilakukannya uji potensi ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. menggunakan metode elektrik cair terhadap nyamuk *Aedes aegypti* sebagai insektisida. Penelitian ini diharapkan dapat berpotensi baik bagi pengendalian *Aedes aegypti* dan mengurangi dampak negatif insektisida sintesis yang berbahaya bagi manusia, hewan, dan lingkungan.

1.5 Hipotesis Penelitian

Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. berpotensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* (L.).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Gracilaria* sp.

Rumput laut atau *seaweed* adalah salah satu tumbuhan laut yang termasuk dalam kelompok makro alga benthic. Rumput laut hidup dengan cara melekat di dasar perairan. *Gracilaria* sp. merupakan salah satu jenis rumput laut yang termasuk dalam golongan alga merah. *Gracilaria* sp. memiliki ciri fisik berupa bentuk *thallus* silindris, permukaan halus, berbintil-bintil, dan berwarna hijau atau kuning. *Gracilaria* sp. adalah salah satu jenis rumput laut yang dapat dikomersilkan dari kelas Rhodophyceae (Agustang dkk., 2021).

2.1.1 Klasifikasi *Gracilaria* sp.

Klasifikasi tumbuhan *Gracilaria* sp. menurut sistem klasifikasi Prescott (1954) adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Rhodophyta
Kelas	: Florideophyceae
Bangsa	: Gracilariales
Suku	: Gracilariaceae
Marga	: Gracilaria
Jenis	: <i>Gracilaria</i> sp.

2.1.2 Morfologi *Gracilaria* sp.



Gambar 2.1 Morfologi *Gracilaria* sp. (Dokumentasi Pribadi, 2024)

Gracilaria sp. merupakan tumbuhan berbentuk batang (*thallus*) dengan tipe percabangannya yang tidak teratur. Morfologi *Gracilaria* sp. tidak terdapat perbedaan pada bentuk batang, akar, dan daunnya. Rumput laut jenis ini memiliki ciri-ciri umum yaitu, mempunyai permukaannya halus atau berbintil-bintil, serta berwarna kuning dan hijau. *Gracilaria* sp. adalah jenis rumput laut yang hidup di ke dalaman 10 hingga 15 meter dibawah permukaan air yang mengandung garam. *Gracilaria* sp. hidup melekat dengan bantuan substrat padat seperti melekat pada karang, pasir, batu, kayu, lumpur, maupun kulit kerang. *Gracilaria* sp. memiliki tingkat toleransi yang tinggi sehingga, selain hidup di perairan air laut *Gracilaria* sp. juga dapat hidup di muara sungai atau tambak. Pertumbuhan dan penyebaran rumput laut ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor biotik dan abiotik yang ada disekitar ekosistem rumput laut (Agustang dkk., 2021).

2.2 Senyawa Metabolit Sekunder yang Berpotensi Sebagai Insektisida

Metabolit sekunder adalah senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh tumbuhan dan dapat mempengaruhi fisiologi makhluk hidup (Harahap dkk., 2021). Senyawa metabolit sekunder yang diproduksi oleh tumbuhan tidak secara

langsung terlibat dalam proses pertumbuhan, perkembangan, atau reproduksi, namun memiliki peran penting dalam perlindungan terhadap hama dan penyakit (Fajarullah dkk., 2014). Metabolit sekunder sering digunakan untuk insektisida nabati sebagai pengendalian organisme pengganggu. Penggunaan insektisida nabati dari metabolit sekunder lebih ramah lingkungan dibandingkan insektisida sintetis, karena lebih aman bagi manusia, hewan, dan lingkungan. Bahan nabati memiliki berbagai sifat dan mekanisme kerja terhadap serangga, termasuk bertindak sebagai hormon serangga, feromon, antifidan, repelen, atraktan, serta insektisida (Saenong, 2016).

Menurut Putri dkk (2023), *Gracilaria* sp. adalah jenis rumput laut golongan alga merah yang mengandung senyawa aktif metabolit primer dan sekunder, sehingga banyak dikembangkan dalam bidang industri, kosmetik, dan farmasi. Rumput laut jenis *Gracilaria* sp. memiliki potensi aktivitas biologis karena mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan saponin., selain itu Insani, dkk (2022) menyebutkan bahwa tanin, dan fenol juga terkandung dalam *Gracilaria* sp.

2.2.1 Flavonoid

Flavonoid umumnya ditemukan pada tumbuhan dalam bentuk glikosida. Senyawa ini terdapat di seluruh bagian tumbuhan, termasuk pada buah, tepung sari, dan akar (Marina dan Astuti, 2012).

Penggunaan senyawa flavonoid sebagai insektisida dianggap relatif aman bagi lingkungan, manusia, dan hewan ternak karena berasal dari bahan alami yang memiliki sifat *biodegradable*, sehingga residu akan cepat hilang dan karena sifatnya yang mudah terurai mengakibatkan insektisida dengan kandungan flavonoid tidak mudah menimbulkan resistensi (Rahmawati dkk., 2020). Senyawa flavonoid bertindak sebagai racun pernapasan terhadap serangga karna flavonoid bekerja dengan cara menghambat mitokondria dalam sel, sedangkan mitokondria tersebut berfungsi sebagai transport elektron dan siklus krebs yang merupakan tempat terjadinya respirasi. Transport elektron

dan siklus kerbs pada mitokondria memiliki peran dalam metabolisme energi dan pembentukan *Adenosin Tri Fosfat* (ATP). Apabila mitokondria terganggu, maka produksi ATP akan terhambat, kemudian pengikatan terhadap oksigen rendah sehingga penggunaan oksigen oleh mitokondria tidak akan maksimal dan pada akhirnya menyebabkan gangguan pada pernafasan (Aseptianova dkk., 2017).

2.2.2 Alkaloid

Alkaloid merupakan golongan senyawa metabolit sekunder yang bersifat basa dan dapat ditemukan di berbagai bagian tumbuhan, seperti bunga, biji, daun, ranting, akar dan kulit batang. Senyawa alkaloid umumnya ditemukan dalam kadar yang kecil dan harus dipisahkan dari campuran senyawa yang rumit dari jaringan tumbuhan tertentu (Maisarah dan Chatri, 2023). Senyawa alkaloid dapat dimanfaatkan sebagai insektisida karena bersifat racun sehingga menyebabkan kematian terhadap serangga (Mangalik dkk., 2023). Alkaloid menghambat kerja pada sistem saraf dan merusak membran sel. Golongan ini umumnya akan menghambat enzim asetilkolinesterase, sehingga asetilkolin akan tertimbun pada sinapsis. Oleh sebab itu, efek yang ditimbulkan akan menghambat proses transmisi saraf. Dan efek lainnya yang dapat muncul yaitu terhambatnya proses inhibitor sintesis kitin serta sistem kerja hormon (Aseptianova dkk., 2017).

2.2.3 Terpenoid

Terpenoid adalah senyawa dari unit isoprena atau terpen. Dalam kondisi alami, terpenoid sering ditemukan sebagai hidrokarbon, glikosida, eter, alkohol, keton, aldehida, asam karboksilat, dan ester. Terpenoid dikenal sebagai kelompok senyawa bioaktif alami terbesar. Pada tumbuhan, senyawa ini tersimpan dalam berbagai bentuk modifikasi seperti trikoma dan duri, serta merupakan komponen dominan dalam minyak

esensial tumbuhan (Azalia dkk, 2023). Terpenoid merupakan golongan senyawa yang memiliki potensi sebagai penolak serangga (*repellent*), antifeedant terhadap serangga, dan bersifat larvasida (Fransiska dkk, 2021). Terpenoid adalah senyawa aktif dengan bau tajam yang berfungsi sebagai racun pernapasan. Diduga, senyawa ini masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasan mulai dari spirakel hingga stigma, kemudian diserap oleh sistem saraf. Terpenoid mengikat enzim asetilkolin dalam sistem saraf pusat, mengganggu transmisi impuls antar sel saraf, menyebabkan kelemahan saraf, merusak sistem pernapasan, dan akhirnya mengakibatkan kematian serangga. Terpenoid bekerja dengan memblokir penyaluran impuls saraf melalui pengikatan enzim asetilkolin, menyebabkan penumpukan yang meningkatkan aktivitas saraf, menghasilkan gejala seperti gerakan tidak terkendali, kejang, dan akhirnya kematian serangga (Fitri dkk, 2024).

2.2.4 Saponin

Saponin merupakan jenis glikosida yang banyak ditemukan pada tumbuhan. Saponin termasuk golongan senyawa alam yang memiliki masa molekul besar, terdiri dari aglikon baik steroid maupun triterpenoid dengan satu atau lebih rantai gula atau glikosida, saponin ditemukan pada akar tanaman, namun di beberapa penelitian saponin juga dapat ditemukan pada bagian daun tanaman (Gunawan, 2018). Saponin berperan sebagai insektisida terhadap serangga dengan merusak mukosa kulit jika terabsorpsi, serta mengakibatkan hemolisis sel darah yang dapat menghambat sistem pernapasan, sehingga menyebabkan kematian. Sedangkan pengaruh lain senyawa saponin terhadap serangga berupa gangguan fisik bagian luar (kutikula). Saponin membuat lapisan lilin serangga hilang, sehingga menyebabkan kematian karena kehilangan banyak cairan tubuh. Saponin mengganggu proses metabolisme tubuh serta membuat penurunan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan (Aseptianova dkk., 2017).

2.2.5 Tanin

Tanin adalah senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan yang tidak secara langsung ikut berperan pada proses metabolisme tetapi mempengaruhi aktivitas hormonal dalam tubuh. Umumnya tanin banyak ditemukan pada tanaman dikotil. Distribusi, sifat dan kandungan tanin tergantung pada jenis dan umur tanaman. Senyawa tanin dalam jaringan seluler terkandung dalam vakuola sehingga tidak mengganggu metabolisme sel. Tanin memiliki manfaat yaitu sebagai astringen, antibakteri, antidiare, dan antioksidan (Nurfirzatulloh dkk., 2023). Menurut Armayanti dan Rasjid (2019), Tanin dapat dimanfaatkan sebagai insektisida terutama sebagai racun perut pada serangga, karena dapat menghambat enzim dengan cara membentuk ikatan kompleks dengan protein pada enzim dan substrat yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan serta merusak dinding sel pada serangga nyamuk.

2.2.6 Fenol

Fenol merupakan senyawa yang memiliki cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil (Rahmawati dkk., 2015). Menurut Farida dan Ratnasari (2019), peran asap cair sebagai insektisida adalah tak lepas dari peran fenol yang terkandung di dalamnya. Fenol bersifat insektisidal dan toksik karena sangat kaustik terhadap jaringan. Jika fenol tertelan serangga maka akan menyebabkan iritasi tenggorokan dan radang pada pencernaan sehingga mengakibatkan kematian.

2.3 Pelarut Etil Asetat

Etil asetat adalah senyawa aromatik yang bersifat semipolar dengan tingkat kepolaran 4,4 (Anova dan Yeni, 2020). Etil asetat memiliki berat molekul 88, 11 g/mol, titik didih 77,1, titik leleh 8, dan kerapatan 0,901 g/ml (Fitriani dan Lestari, 2022). Rumus kimia etil asetat yaitu $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ yang dapat

menarik analit-analit dengan sifat polar dan nonpolar (Artini dkk., 2013). Menurut Tellu dkk (2019), pelarut etil asetat memiliki toksisitas rendah dan konstanta dielektrik sebesar 6 yang bersifat semipolar sehingga diharapkan dapat menarik senyawa polar maupun non-polar yang terdapat pada kulit buah manggis. Kandungan senyawa-senyawa yang terdapat pada ekstrak kulit buah manggis antara lain, flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, alfa-mangostin yang bersifat semi-polar.

2.4 Metode Elektrik Cair

Anti nyamuk elektrik ialah salah satu jenis formulasi insektisida (*vaporizer*) yang memanfaatkan senyawa kimia atau bahan aktif untuk di uapkan melalui bantuan energi listrik sebagai pengendali serangga terbang khususnya vektor nyamuk yang terdapat di ruangan luas. Sifat toksik dan racun yang diuapkan oleh anti nyamuk elektrik ini akan mengganggu sistem pernafasan vektor (Rahman dan Yunicho, 2023).

Insektisida banyak berkembang dipasaran diantaranya dalam bentuk semprot, bakar, oles, maupun elektrik cair. Namun insektisida nabati dalam bentuk elektrik cair dinilai memiliki toksisitas rendah dibanding anti nyamuk semprot dan bakar sehingga tingkat keamanannya lebih tinggi. Hal ini karena elektrik cair memiliki sifat yang mudah terurai dan dosis yang relatif rendah dimana wujud yang semula cair diubah menjadi gas dengan menggunakan daya elektrik (Salsabilla dkk., 2022). Anti nyamuk uap cair elektrik (*liquid vaporizer*) merupakan jenis anti nyamuk yang menggandakan pemanasan elektrik untuk dapat menguapkan sediaan bahan aktif dalam bentuk cair dengan menggunakan wadah berupa botol (Aseptianova, 2019). Metode cair elektrik dipilih karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bentuk sediaan anti nyamuk lainnya, yaitu lebih praktis, tidak meninggalkan abu, tidak berbau menyengat, dan tidak menghasilkan asap. Metode elektrik cair ini menyebarkan bau ke seluruh ruangan, sehingga nyamuk yang menghirupnya akan pingsan dan kemudian mati (Rizkuloh dkk., 2022).

2.5 Dimefluthrin

Dimasyarakat, *dimefluthrin* sering ditemukan sebagai bahan aktif dalam kemasan insektisida bakar. Senyawa ini merupakan anggota kelompok piretroid sintetis yang umumnya digunakan di rumah tangga untuk mengendalikan nyamuk. Penelitian di Jepang menunjukkan bahwa *dimefluthrin* memiliki waktu *knockdown* yang lebih cepat dibandingkan bahan aktif lainnya saat digunakan pada nyamuk *Culex quinquefasciatus* (Insektisida dan Maksud, 2019). *Dimefluthrin* merupakan golongan *piretroid spektrum* yang luas, bekerja pada *sodium channel modulator* yang akan menyebabkan *channel* Na⁺ lebih sensitif terhadap stimulus. Efeknya pada nyamuk akan menyebabkan kelumpuhan pada nyamuk sehingga tidak dapat terbang dan bergerak aktif (Srinita dkk., 2017)

2.6 Vektor Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Virus *dengue* termasuk dalam genus flavivirus dan merupakan penyebab penyakit demam berdarah *dengue* (DBD). Penyakit ini menyerang manusia dan menyebar dari satu orang ke orang lainnya melalui gigitan nyamuk salah satunya *Aedes aegypti*. Nyamuk ini adalah vektor yang paling potensial karena sering ditemukan di dekat pemukiman penduduk. Keberadaan nyamuk *Aedes aegypti* di sekitar rumah meningkatkan risiko penularan DBD. Oleh karena itu, pengendalian nyamuk ini sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit (Akbar dan Mulyana, 2022).

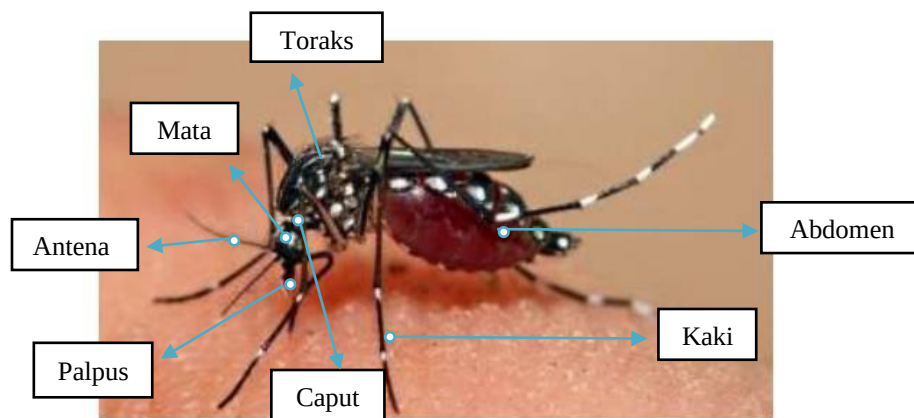
2.6.1 Klasifikasi *Aedes aegypti* (L.)

Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* (L.) menurut Djakaria (2014) adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta

Bangsa	: Diptera
Suku	: Culicidae
Marga	: Aedes
Jenis	: <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus, 1762)

2.6.2 Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti* (L.)



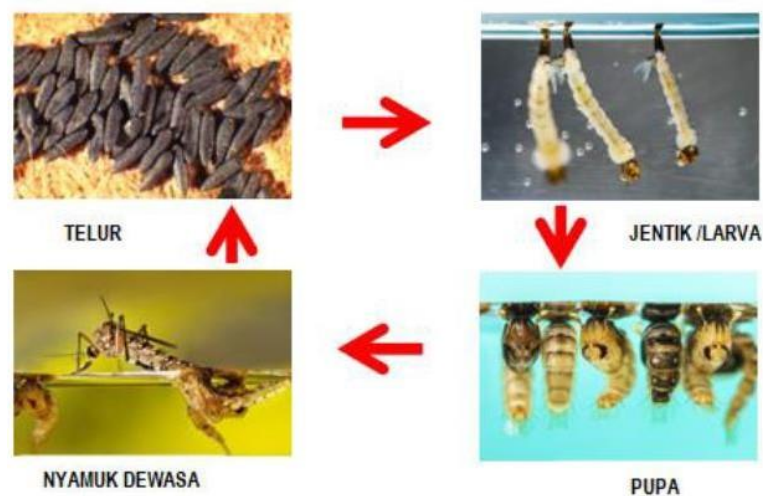
Gambar 2. 2 Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti* (L.) (Windari, 2021)

Aedes aegypti mengalami metamorfosis sempurna melalui beberapa tahap perkembangan: telur, larva, pupa, dan dewasa. Serangga ini memiliki lebih dari 20 segmen yang terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala (caput), dada (toraks), dan perut (abdomen). Pada bagian kepala terdapat antena, mata majemuk, dan alat mulut. Bagian toraks terdiri dari tiga segmen berurutan: protoraks, mesotoraks, dan metatoraks, yang dilengkapi dengan sayap dan tungkai. Nyamuk dewasa memiliki tubuh berwarna hitam dengan bagian dorsal toraks terdapat bercak-bercak putih kekuningan serta terdapat bercak khas berupa dua garis sejajar dibagian tengah, dan dua garis lengkung ditepinya. Sedangkan pada bagian abdomen terdapat alat reproduksi dan alat pencernaan, dengan perbedaan bentuk abdomen nyamuk betina yang lebih runcing ujungnya dan cerci yang lebih Panjang (Windari, 2021).

Morfologi stadium tahap perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* memiliki bentuk dan ciri-ciri tertentu yaitu, pada stadium telur berbentuk oval dan panjang sekitar 0,5 mm yang terdapat garis-garis menyerupai sarang lebah pada dindingnya. Stadium larva melalui 4 tahap perkembangan yaitu dari instar I, II, III, dan IV. Pada larva instar I bentuk tubuh kecil, dengan panjang ukuran 1-2 mm yang berwarna transparan dan terdapat duri pada toraks yang tidak begitu jelas serta corong pernafasan yang belum berwarna hitam. Larva instar II ukuran makin berkembang sekitar 2,5-3,9 mm dengan corong pernafasan yang sudah menghitam. Pada larva instar III dengan ukuran tubuh 4-115 mm, dengan duri-duri dada yang sudah jelas serta corong pernafasan yang berwarna coklat kehitaman. Dan pada larva instar IV struktur tubuh sudah jelas dan lengkap, meliputi kepala, dada, dan perut. Selanjutnya pada fase perkembangan kepompong (pupa) memiliki bentuk tubuh yang bengkok dan dada lebih besar dibandingkan perut. Setelah itu pupa berubah menjadi fase dewasa dengan ukuran yang kecil, hitam, dengan bintik-bintik putih di kakinya. Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki tanda yang khas dibagian dorsal toraks berupa gambaran *lyre form* (Fatmawati, 2022).

2.6.3 Siklus Hidup *Aedes aegypti* (L.)

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami empat fase perubahan dalam siklus hidupnya. Fase pertama adalah telur, yang diletakkan di permukaan air. Setelah menetas, telur berubah menjadi jentik (larva) yang hidup di air dan memakan mikroorganisme. Fase berikutnya adalah kepompong (pupa), di mana pada fase ini nyamuk mengalami metamorfosis. Akhirnya, nyamuk dewasa muncul dari kepompong dan siap untuk memulai siklus hidupnya kembali. Berikut adalah gambaran dari siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*.



Gambar 2. 3 Siklus Hidup *Aedes aegypti* (L.) (Repelita, 2024)

Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor *dengue* yang paling berpotensi menyebabkan penyakit demam berdarah *dengue* (DBD) berlangsung sekitar 10 hari. Pada rentang waktu tersebut terjadi pertumbuhan virus didalam tubuh *Aedes aegypti*. Setelah menghisap darah dalam jangka waktu 3 hari nyamuk betina *Aedes aegypti* akan bertelur. Lalu 24 jam setelah bertelur, nyamuk betina *Aedes aegypti* akan kembali menghisap darah dan bertelur, hal tersebut akan terus kembali berulang. Jumlah telur yang dihasilkan nyamuk betina *Aedes aegypti* setiap kali bertelur dapat mencapai 100 butir. Setelah terendam oleh air dalam waktu 2 hari telur tersebut akan berubah menjadi jentik. Selanjutnya pada hari ke-5 hingga ke-8 jentik nyamuk akan berubah menjadi kepompong (pupa), dan akhirnya akan menjadi nyamuk dewasa setelah 1 hingga 2 hari mengalami fase kepompong (Repelita, 2024).

2.6.4 Habitat *Aedes aegypti* (L.)

Menurut Yulianti dkk (2020), *Aedes aegypti* merupakan vektor virus *dengue* yang berkembang biak atau meletakkan telurnya pada air bersih dan tempat yang tidak terpapar cahaya matahari. Namun kehidupan telur, jentik, dan pupa nyamuk *Aedes aegypti* ternyata juga dapat berada

ditempat genangan air seperti barang-barang bekas, bejana atau kontainer disekitar rumah dan tempat fasilitas umum yang ada. Beberapa literatur menyatakan bahwa *Aedes aegypti* tidak hanya dapat berkembang biak di genangan air bersih saja, tetapi juga pada media atau tempat air yang tercampur oleh zat lainnya. Saleh dkk (2018), menyatakan bahwa faktor biotik dan abiotik sangat mempengaruhi perkembangbiakan *Aedes aegypti*. Faktor lingkungan yang menjadi penyebab keberadaan *Aedes Aegypti* antara lain, curah hujan, temperatur udara, tempat penampungan air (TPA), ketinggian tempat, pengaruh angin, keberadaan tanaman, dan variasi musim. Sedangkan faktor dari manusia yaitu, mobilitas dan kepadatan penduduk, jarak antar rumah, intensitas cahaya serta perilaku pemberantasan sarang nyamuk untuk mencegah demam berdarah (PSN DBD).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga bulan November 2024. Pelaksanaan pembuatan ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. dan uji fitokimia dilakukan di Laboratorium Botani Jurusan Biologi dan perlakuan efektivitas ekstrak *Gracilaria* sp. terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dilakukan di Laboratorium Biologi MIPAT, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *beaker glass* sebagai wadah maserasi, gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah etil aetat, wadah plastik sebagai wadah rearing nyamuk *Aedes aegypti*, timbangan analitik digunakan untuk menimbang berat sampel, *blender* digunakan untuk menghaluskan sampel, kertas saring digunakan untuk memisahkan ekstrak dengan filtratnya, spatula untuk mengaduk larutan ekstrak, *vacuum rotary evaporator* (MINGYI) yang digunakan berfungsi untuk memekatkan ekstrak *Gracilaria* sp., kertas label digunakan untuk memberikan tanda pada sampel, pipet tetes berfungsi untuk memindahkan larutan, alat elektrik untuk menguapkan hasil ekstrak

botol khusus alat elektrik sebagai wadah ekstrak, *paper cup* digunakan untuk tempat pemeliharaan nyamuk *Aedes aegypti*, mikroskop USB digital untuk mengamati morfologi *Aedes aegypti*, dan kotak dengan ukuran 30x30x30 cm sebagai tempat pengamatan aktivitas nyamuk *Aedes aegypti*.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah nyamuk dewasa *Aedes aegypti* (L.) berumur 3-5 hari sebanyak 560 ekor sebagai objek penelitian yang di peroleh dari Loka Labkesmas Baturaja. *Gracilaria* sp. dengan berat 400 gram digunakan sebagai sampel penelitian yang di peroleh dari Tempat Budidaya Desa Wanayasa, Kec. Pontang, Kab. Serang, Prov. Banten. Sebanyak 4000 ml etil asetat digunakan sebagai pelarut. *Dimefluthrin* digunakan sebagai kontrol positif dan Akuades digunakan sebagai media pengencer ekstrak serta kontrol negatif. Pelet ikan digunakan sebagai pakan telur *Aedes aegypti* dan larutan gula sebagai nutrisi nyamuk dewasa. Sedangkan pereaksi mayer, Dragendorf, FeCl_3 , HCl, reagen wagner, serbuk magnesium (Mg), kloroform, asetat anhidrat, dan H_2SO_4 digunakan untuk uji fitokimia.

3. 3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini ekperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada penelitian ini ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. digunakan sebagai variabel bebas dan mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* sebagai variabel terikat. Penelitian ini menggunakan 5 konsentrasi ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. yaitu, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%, dengan *Dimefluthrin* sebagai kontrol positif dan Akuades sebagai kontrol negatif dengan 4 kali ulangan. Rasionalitas penentuan dosis didasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Devisafitri (2023), dan Handito dkk (2014), bahwa konsentrasi diatas 50% dapat memberikan hasil yang lebih efektif dalam membunuh nyamuk *Aedes aegypti*

menggunakan metode elektrik cair. Pemaparan ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. dilakukan selama 2 jam pada setiap perlakuan, berdasarkan metode Devisafitri (2023). Kemudian dipelihara atau diholding selama 24 jam.

(K-)U1	P2U1	(K+)U4	P1U4	P4U2	P5U3	P3U4
P2U2	P4U3	(K-)U2	(K+)U3	P5U4	P3U3	P1U2
P4U4	P2U3	P5U1	P3U2	(K-)U3	(K+)U2	P1U1
P2U4	P5U2	P3U1	P4U1	(K+)U1	P1U3	(K-)U4

Gambar 3. 1 Rancangan Acak Lengkap pada Peneliti
(Safitri dan Cahyati, 2018)

Keterangan :

Kontrol Negatif (Akuades)	= (K-)
Kontrol Positif (<i>Dimefhlutrin</i>)	= (K+)
Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. 50%	= P1
Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. 60%	= P2
Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. 70%	= P3
Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. 80%	= P4
Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. 90%	= P5

3. 4 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi beberapa langkah adalah sebagai berikut :

3.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel *Gracilaria* sp. diperoleh dari Tempat Budidaya Desa Wanayasa, Kec. Pontang, Kab. Serang, Prov. Banten dalam kondisi basah. Telur nyamuk *Aedes aegypti* (L.) diperoleh dari Loka Labkesmas Baturaja dalam keadaan kering. Kemudian rearing telur dilakukan selama 9 – 10 hari untuk mendapatkan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa (Dewi dkk.,

2023). Rearing nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dilakukan dengan memasukkan telur ke dalam wadah plastik berisi air selama 1-2 hari hingga menetas menjadi larva instar I-IV. Larva diberi pelet sebagai pakan hingga mencapai stadium pupa. Pupa kemudian dipindahkan ke wadah berisi air selama 1-2 hari sampai berkembang menjadi nyamuk dewasa dan diberi pakan berupa larutan sukrosa (Sudiarti dkk, 2021).

3.4.2 Identifikasi Sampel *Gracilaria* sp. di Laboratorium Botani

Identifikasi sampel *Gracilaria* sp. dilakukan di Laboratorium Botani. Sampel yang telah didapatkan kemudian dibersihkan dari kontaminan seperti pasir dan organisme lain. Sampel diamati secara morfologi menggunakan mikroskop untuk mencatat ciri-ciri khusus seperti warna, bentuk, dan struktur cabang. Hasil pengamatan dibandingkan dengan literatur yang ada untuk memastikan identifikasi yang akurat, kemudian didokumentasikan.

3.4.3 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat *Gracilaria* sp.

Langkah awal pembuatan ekstrak *Gracilaria* sp. adalah dengan mencuci bersih sampel *Gracilaria* sp., kemudian dikeringkan selama beberapa hari. Sampel yang sudah kering selanjutnya dihaluskan menggunakan *blender* hingga menjadi simplisia, kemudian disimpan dalam tempat penyimpanan yang kedap udara. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi atau perendaman selama 3x24 jam (Suryani dan Wulandari, 2023). *Beaker glass* disiapkan dan 400 gram simplisia *Gracilaria* sp. dicampurkan dengan 4000 ml etil asetat untuk dimaserasi, hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring. Hasil ekstrak yang didapatkan selanjutnya dipekatkan dengan alat *vacuum rotary evaporator* sampai didapatkan ekstrak kental *Gracilaria* sp.

3.4.4 Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat *Gracilaria* sp.

Uji fitokimia ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. dilakukan terhadap senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, saponin, tanin, dan fenol menggunakan metode uji fitokimia yang diadaptasi dari Harbone (1996), yaitu sebagai berikut:

4.4.4.1 Uji Flavonoid

Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebanyak 1 ml dan 5 ml serbuk magnesium HCl pekat dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna hitam kemerahan, kuning, atau jingga.

4.4.4.2 Uji Alkaloid

Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebanyak 1 ml dan 5 tetes HCl dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, larutan tersebut dipisahkan kedalam 3 tabung reaksi berbeda, dengan masing-masing tabung reaksi ditambahkan pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorf, dan pereaksi Wagner. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan putih pada pereaksi Mayer, endapan jingga pada pereaksi Dragendorf, dan endapan cokelat pada pereaksi Wagner.

4.4.4.3 Uji Terpenoid

Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebanyak 1 ml dimasukan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml kloroform diikuti dengan 1 ml H₂SO₄ pekat. Hasil uji positif ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi merah keunguan, yang mengindikasikan keberadaan terpenoid.

4.4.4.4 Uji Saponin

Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 10 ml Akuades dan dikocok dengan kuat selama 30 detik. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya busa stabil di dalam tabung reaksi.

4.4.4.5 Uji Tanin

Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 ml Akuades, kemudian dididihkan. Setelah itu ditambahkan dengan beberapa tetes FeCl_3 . Uji hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna hijau atau kehitaman.

4.4.4.6 Uji Fenol

Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebanyak 1 ml dimasukan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml FeCl_3 . Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna hijau kehitaman.

3.4.5 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak *Gracilaria* sp.

Pembuatan konsentrasi dilakukan dengan cara pengenceran ekstrak kental *Gracilaria* sp. menggunakan akuades, dengan rumus $V_1.M_1 = V_2.M_2$, dimana: V_1 = volume larutan yang akan diencerkan (ml), M_1 = konsentrasi ekstrak yang tersedia (%), V_2 = volume larutan yang diinginkan (ml), M_2 = konsentrasi ekstrak yang diinginkan (%) (Wahyuni dan Nafi'ah, 2021). Berikut adalah tabel hasil perhitungan konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. yang diinginkan:

Tabel 3. 1 Volume Ekstrak *Gracilaria* sp.

Perlakuan	Konsentrasi awal ekstrak	Volume yang diharapkan	Volume ekstrak	Volume Akuades
P1 = 50%	100%	35 ml	17.5 mg	17.5 ml
P2 = 60%	100%	35 ml	21 mg	14 ml
P3 = 70%	100%	35 ml	24.5 mg	10.5 ml
P4 = 80%	100%	35 ml	28 mg	7 ml
P5 = 90%	100%	35 ml	31.5 mg	3.5 ml

3.4.6 Pengujian Efektivitas Ekstrak *Gracilaria* sp.

Larutan uji yang digunakan adalah ekstrak *Gracilaria* sp. dengan 5 konsentrasi yaitu, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90% dengan perlakuan kontrol positif menggunakan *Dimefluthrin* dan kontrol negatif dengan Akuades. Uji dilakukan untuk mengetahui potensi konsentrasi ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dewasa. Ekstrak *Gracilaria* sp. dengan berbagai konsentrasi tersebut dimasukkan ke dalam botol elektrik yang telah diberi label sesuai perlakuan. Selanjutnya serangkaian obat anti nyamuk elektrik dimasukan ke dalam masing-masing kotak pengamatan yang berukuran 30x30x30 cm, lalu diletakkan diruang penelitian Laboratorium Biologi MIPAT. Kemudian dihubungkan alat elektrik dengan daya listrik sebesar 5 watt dan tunggu beberapa menit agar seluruh area kotak pengamatan terpapar senyawa elektrik dengan baik. Menurut Utami dan Cahyati (2017), sebanyak 20 ekor nyamuk *Aedes aegypti* dimasukkan ke dalam masing-masing kotak pengamatan yang berisi berbagai konsentrasi.

Pengamatan masing-masing perlakuan dilakukan di suhu ruang selama 2 jam. Kemudian dilakukan pemeliharaan selama 24 jam terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, dengan memindahkan nyamuk tersebut menggunakan aspirator ke dalam *paper cup*, yang telah diberi larutan gula di permukaannya. Nyamuk *Aedes aegypti* yang diambil dalam

keadaan kenyang gula dan sehat, kemudian dimasukkan ke dalam kandang uji atau kotak pengamatan, yang masing-masing telah berisi berbagai konsentrasi ekstrak. Setelah 24 jam dilakukan perhitungan mortalitas nyamuk, dan percobaan tersebut dilakukan sebanyak 4 kali pengulangan pada setiap perlakuan.

3.4.7 Pengamatan Mortalitas Nyamuk *Aedes aegypti* (L.)

Menurut WHO (2016), perhitungan mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* dilakukan menggunakan rumus adalah sebagai berikut :

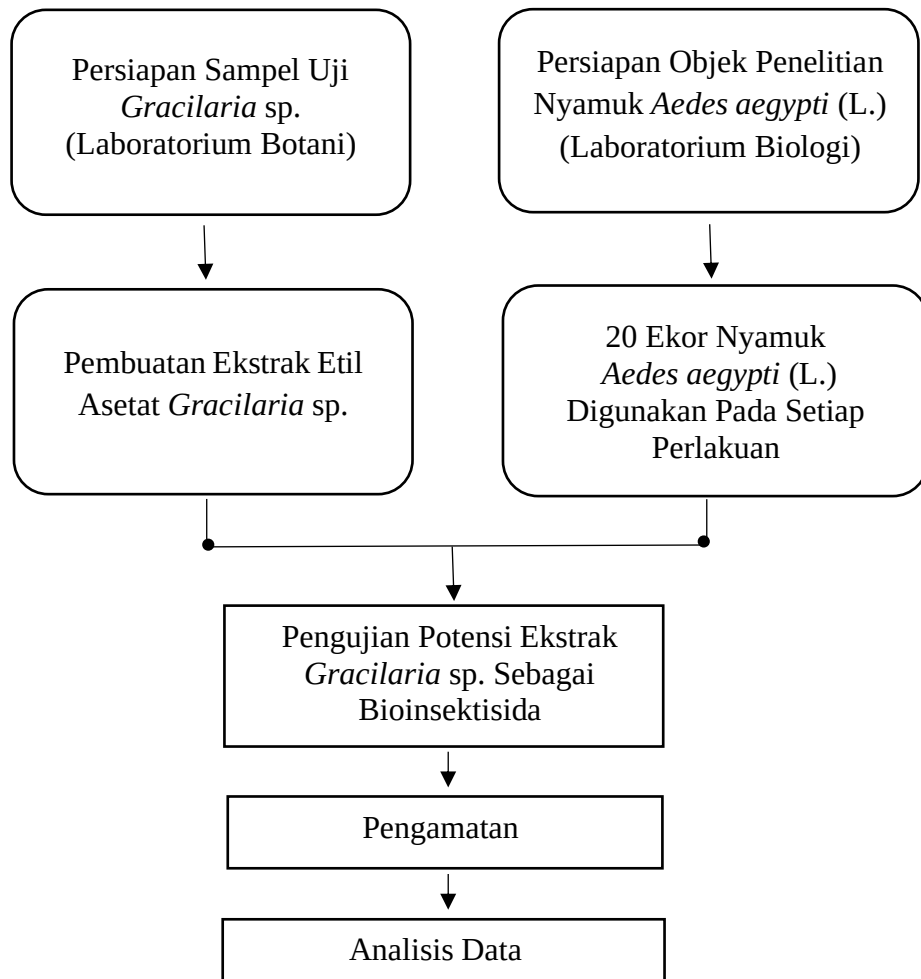
$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah nyamuk yang mati}}{\text{Jumlah seluruh nyamuk uji}} \times 100\%$$

3. 5 Analisis Data

Hasil pengamatan berupa data jumlah kematian nyamuk setelah terpapar ekstrak *Gracilaria* sp. yang dianalisis menggunakan *one-way* ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan rata-rata kematian nyamuk pada setiap perlakuan yang diberikan. Jika terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan ke Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5%. Uji analisis Probit dilakukan untuk menentukan *Lethal Concentration* 50 (LC₅₀) ekstrak *Gracilaria* sp. sehingga dapat mengetahui potensi ekstrak *Gracilaria* sp. yang paling efektif dalam membunuh nyamuk sebanyak 50% dari seluruh nyamuk uji yang ada.

3. 6 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan adalah sebagai berikut :

1. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. adalah alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenol.
2. Konsentrasi dengan jumlah mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* tertinggi adalah konsentrasi 90%, yang mampu mematikan sebanyak 11,50 ekor dari jumlah nyamuk uji.
3. Nilai LC_{50} ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* menggunakan metode elektrik cair adalah konsentrasi 78, 51%, yang mampu membunuh hingga 50% dari jumlah nyamuk uji.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, peneliti menyarankan agar :

1. Penelitian dengan menggunakan metode pengekstrakan dan jenis pelarut yang berbeda, untuk mendapatkan senyawa kimia lain yang berpotensi sebagai insektisida. Serta dapat menggunakan metode pengaplikasian insektisida jenis lainnya, seperti *spraying* untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif.
2. Penelitian menggunakan jenis spesies nyamuk lain sebagai hewan uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., dan Mulyana, D. I. 2022. Optimasi klasifikasi jentik nyamuk pada citra digital menggunakan algoritma genetika dan augmentasi. *Jurnal Widya*, Vol. 3(2): 156-168.
- Akbar, H., dan Syaputra, E. M. 2019. Faktor risiko kejadian demam berdarah *dengue* (DBD) di Kabupaten Indramayu. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, Vol. 2(3): 159-164.
- Agustang., Mulyani, S., dan Indrawati, E. 2021. *Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan*. Pustaka Almaida, Vol. 1: 10-44.
- Agustina, A., Kurniawan, B., dan Yusran, M. 2019. Efektivitas dari tanaman *Zodia (Evodia Suaveolens)* sebagai insektisida nabati nyamuk *Aedes aegypti* penyebab demam berdarah. *Medical Profession Journal of Lampung*, Vol. 9(2): 351-358.
- Andayani, Y., dan Gunawan, E. R. 2019. Analisis senyawa triterpenoid dari hasil fraksinasi ekstrak air buah buncis (*Phaseolus vulgaris Linn*). *Chemistry progress*, Vol. 6(2): 56-61.
- Anindya, L. F., Fitriyani, N. L. L., Maulana, J., dan Akbar, H. 2023. Efektivitas spray insektisida nabati terhadap nyamuk *Aedes aegypti*: Literature Review. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 13(2): 66-73.
- Anggadiredja, J. T., Zatnika, A., Purwato, H., dan Istini, S. 2006. Rumput Laut. *Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial Seri Agribisnis*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta, hal :147.
- Anova, I. T., dan Yeni, G. 2020. Rasio pelarut etanol dan etil asetat pada proses ekstraksi terhadap karakteristik katekin dari gambir. *Indonesian Journal of Industrial Research*, Vol. 10(2): 121-127.
- Arinda, M. P., Ngadino, N., dan Sulistio, I. 2023. Potensi infusa daun ginseng jawa (*Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn*) sebagai bioinsektisida terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode vaporasi. *Journal Kolegium*, Vol. 19(1): 19-24.

- Armayanti, dan Rasjid, A. 2019. Efektivitas ekstrak daun mengkudu dengan metode spray dalam pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Sulolipu*, Vol. 19(2): 1–5.
- Artini, P. E. U. D., Astuti, K. W., dan Warditiani, N. K. 2013. Uji fitokimia ekstrak etil asetat rimpang bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*, Vol. 2(4): 279805.
- Aseptianova, A., Wssijayanti, T. F., dan Nurina, N. 2017. Efektifitas pemanfaatan tanaman sebagai insektisida elektrik untuk mengendalikan nyamuk penular penyakit DBD. Bioeksperimen: *Jurnal Penelitian Biologi*, Vol. 3(2): 10-19.
- Aseptianova, A. 2019. Pengaruh ekstrak daun kunyit (*Curcuma longa* Linn.) sebagai insektisida elektrik terhadap mortalitas nyamuk *Culex* sp. *L. Jurnal Pro-Life*, Vol. 6(1): 44-54.
- Aswandi, M., Akbar, F., Chairani, M., dan Mappau, Z. 2023. Efektivitas mat elektrik kombinasi ekstrak daun serai wangi (*Cymbopogon Nardus*) dan jeruk nipis (*Citrus Aurantifolia*) dalam mengendalikan nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Mapaccing*, Vol. 1(1): 1-6.
- Aulia, N., Hamzah, B., dan Ningsih, P. 2019. Uji efek ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum* Linn) sebagai anti nyamuk elektrik terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Akademika Kimia*, Vol. 8(2): 78-81.
- Ayudiiasari, R. 2022. Evaluasi pelaksanaan program pengendalian demam berdarah *dengue* (P2DBD) di Puskesmas di Indonesia: Kajian Literatur. *ResearchGate*, Vol. 1: 2-8.
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Andriyani, F., Sanini, T. M., Supriyatin, S., dan 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*, Vol. 8(1): 32-43.
- Das, N., Islam, M. E., Jahan, N., Islam, M. S., Khan, A., Islam, M. R., and Parvin, M. S. 2014. Antioxidant activities of ethanol extracts and fractions of *Crescentia cujete* leaves and stem bark and the involvement of phenolic compounds. *BMC complementary and alternative medicine*, Vol. 14: 1-9.
- De Deo, A. A. P., Wibisono, F. J., Rahmawati, I., Wirjaatmadja, R., dan Sasmita, R. 2023. Efektivitas ekstrak kulit dan perasan jeruk lemon (*Citrus limon* L.) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*, Vol. 13(2): 2-6.
- Devisafitri, A. 2023. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Rumput Laut *Sargassum*

polycystum Sebagai Bioinsektisida Nyamuk *Aedes aegypti* Dengan Metode Elektrik Cair (Skripsi Universitas Lampung).

- Dewi, F. T. N., Utomo, N., Ardiansyah, I., Santjaka, A., dan Widyanto, A. 2023. Kombinasi ovitrap berbahan plastik dan atraktan terhadap telur *Aedes Aegypti* yang terperangkap. *Buletin Keslingmas*, Vol. 42(3): 126-131.
- Dheasabel, G., dan Azinar, M. 2018. Kemampuan ekstrak buah pare terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, Vol. 2(2): 331-341.
- Djakaria, S. 2014. *Pendahuluan Entomologi Parasitologi Kedokteran. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia Jakarta*. Jakarta, Vol. 3: 343.
- Fajarullah, A., Irawan, H., dan Pratomo, A. 2014. Ekstraksi senyawa metabolit sekunder lamun *Thalassodendron ciliatum* pada pelarut berbeda. *Repository Umrah*, Vol. 1(1): 1-15.
- Farida, L., dan Ratnasari, E. 2019. Pengaruh asap cair serbuk gergaji kayu jati (*Tectona grandis*) terhadap mortalitas kutu daun (*Aphis gossypii*). *Lentera Bio: Berkala Ilmiah Biologi*, Vol. 8(1): 50-55.
- Fatmawati, L. 2022. *Pemanfaatan Mat Akar Wangi (Chrysopogon zizanioides) Sebagai Isi Ulang Anti Nyamuk Elektrik Terhadap Kematian Nyamuk Aedes aegypti* (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).
- Fitri, C., Susanna, S., dan Hasnah, H. 2024. Efikasi serbuk inggu *Ruta graveolens* L. sebagai insektisida nabati terhadap pada jagung di penyimpanan hama *Sitophilus zeamais*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, Vol. 9(2): 287.
- Fitriani, D., dan Lestari, D. 2022. Uji karakteristik dan skrining fitokimia pada fraksi etil asetat daun mangga kasturi (*Mangifera casturi* Kostem). *Borneo Studies and Research*, Vol. 3(2): 2200-2207.
- Fransiska, A. N., Masyrofah, D., Marlian, H., Sakina, I. V., dan Tyasna, P. S. 2021. Identifikasi senyawa terpenoid dan steroid pada beberapa tanaman menggunakan pelarut n-heksan. *Jurnal Health Sains*, Vol. 2(6): 733-741.
- Gunawan, D. H. 2018. Penurunan senyawa saponin pada gel lidah buaya dengan perebusan dan pengukusan. *Jurnal Teknologi Pangan*, Vol. 9(1): 41-44.
- Haidah, N., S. K. M., Juherah, S. K. M., Sulasmi, S. K. M., Kasim, K. P., ST, S., Haerani, S. K. M., dan KM, M. 2024. *Book Chapter; Pengendalian Vektor Melalui Inovasi Dan Rekayasa Sanitasi*. Nas Media Pustaka, Vol. 1: 1-10.
- Handito, S., Setyaningrum, E., dan Handayani, T. T. 2014. Uji efektivitas ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) sebagai bahan dasar obat nyamuk elektrik cair terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, Vol. 2(2): 91-96.
- Harahap, S. N., dan Situmorang, N. 2021. Skrining fitokimia dari senyawa

- metabolit sekunder buah jambu biji merah (*Psidium guajava* L.). *Edu Mat Sains: Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, Vol. 5(2): 153-164.
- Harborne, J.B. 1987. *Natural Products and Biotechnology*. London: Chapman & Hall.
- Harborne, J. B. 1996. *Phytochemical Methods A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Chapman & Hall. New York.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Lukman, L., dan Marhaeni, L. S. 2019. Evaluasi konsentrasi lethal dan waktu lethal insektisida botani terhadap ulat bawang (*Spodoptera exigua*) di Laboratorium. *Jurnal Hortikultura*, Vol. 29(1): 69-80.
- Hudawali, D. 2022. *Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jeruk purut terhadap Propionibacterium acnes*. (Thesis, Universitas Sahid Surakarta).
- Iftita, F. A. 2016. Uji efektivitas rendaman daun Singkong (*Manihot utilissima*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode elektrik cair. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 4(2): 20-28.
- Insani, A. N., Hafiludin, H., dan Chandra, A. B. 2022. Pemanfaatan ekstrak *Gracilaria* sp. dari perairan pamekasan sebagai antioksidan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, Vol. 3(1): 16-25.
- Insektisida, A. P., dan Maksud, M. 2019. Aktifitas penggunaan insektisida komersil oleh masyarakat daerah endemis demam berdarah *dengue* Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Vektor Penyakit*, Vol. 13(1): 9-5.
- Juliantara, I. K. P., dan Sutrisna, I. G. P. A. F. 2017. *Lethal concentration* anggang-anggang (*Gerris Marginatus*) terhadap detergen dan pewarna kain sintetis. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, Vol. 3(1): 48-52.
- Kartina, K., Shulkipli, S., Mardhiana, M., dan Egra, S. 2019. Potensi ekstrak karamunting (*Melastoma malabathricum* L.) sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, Vol. 4(1): 28-41.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2024. Waspada DBD di Musim Kemarau.
- Lantah, P. L., Montolalu, L. A., dan Reo, A. R. 2017. Kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak metanol rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, Vol. 5(3): 73-79.
- Maisarah, M., dan Chatri, M. 2023. Karakteristik dan fungsi senyawa alkaloid sebagai antifungi pada tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*, Vol. 8(2): 231-236.
- Mangalik, A. R., Helmidanora, R., dan Sa'adah, H. 2023. Formulasi sediaan spray gel ekstrak daun bandotan (*Ageratum conyzoides*. L) sebagai anti nyamuk.

Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia, Vol. 5(2): 245-257.

- Marina, R., dan Astuti, E. P. 2012. Potensi daun pandan (*Pandanus Amaryllifolius*) dan mangkokan (*Notophanax Scutellarium*) sebagai repelen nyamuk *Aedes Albopictus*. *ASPIRATOR-Journal of Vector-borne Disease Studies*, Vol. 4(2): 85-91.
- Meilin, A., dan Praptana, R. H. 2014. Dampak insektisida deltametrin konsentrasi subletal pada perilaku dan biologi parasitoid. *IPTEK Tanaman Pangan*, Vol. 9(2): 78.
- Nabila, A., dan Yotenka, R. 2021. Spasial data panel dalam menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus demam berdarah *dengue* (DBD). *UJMC (Unisda Journal of Mathematics and Computer Science)*, Vol. 7(2): 49-60.
- Nikmah, F., Sulistyani, S., dan Hestningsih, R. 2016. Potensi ekstrak bunga kluwih (*Artocarpus altilis linn*) sebagai Insektisida terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti linn* dengan metode elektrik cair. *Jurnal kesehatan masyarakat*, Vol. 4(1): 380-389.
- Nurfirzatulloh, I., Insani, M., Shafira, R. A., dan Abriyani, E. 2023. *Literature review article*: Identifikasi gugus fungsi tanin pada beberapa tumbuhan dengan instrumen FTIR. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Vol. 9(4): 201-209.
- Pratiwi, L., Fudholi, A., Martien, R., dan Pramono, S. 2016. Ekstrak etanol, ekstrak etil asetat, fraksi etil asetat, dan fraksi n-heksan kulit manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai sumber zat bioaktif penangkal radikal bebas. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, Vol. 1: 71-82.
- Prescott, G. W. 1954. *How To Know Fresh-Water Algae*. WM. C Brown Company Publisher Dubuque, IOWA. Hal 15-48.
- Purwaningsih S, dan Deskawati E. 2020. Karakteristik dan aktivitas antioksidan rumput laut *Gracilaria* sp. asal Banten. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, Vol. 23(3): 503-512.
- Putri, L., Sasadara, M. M. V., Cahyaningsih, E., dan Santoso, P. 2023. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol bulung sangu (*Gracilaria* sp.) terhadap bakteri gram negatif *Pseudomonas aeruginosa*. *Usadha*, Vol. 2(4): 20-26.
- Rahman, S. F., dan Yunicho, S. A. S. 2023. Uji kemampuan anti nyamuk elektrik serbuk alang-alang (*Imperata Cylindrica*) terhadap kematian nyamuk. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, Vol 4 (1): 24-29.
- Rahmawati, N. D., Suhartatik, N., dan MP, S. T. 2015. *Aktivitas antioksidan dan total fenol teh herbal daun Pacar Air (Impatiens balsamina) dengan*

variasi lama fermentasi dan metode pengeringan (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

- Rahmawati, U., Gustina, M., dan Mirza, R. 2020. Efektivitas anti nyamuk alami elektrik mat serai wangi (*Cymbopogon Nardus*) dalam mematikan nyamuk *Aedes Aegypti*. *Journal of Nursing and Public Health*, Vol. 8(2): 100- 107.
- Repelita, A. 2024. Analisis jenis-jenis media air yang mempengaruhi siklus hidup *Aedes aegypti* di area pemukiman penduduk-review. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, Vol. 5(2): 2802-2813.
- Rianti, E. D. D. 2017. Mekanisme paparan obat anti nyamuk elektrik dan obat anti nyamuk bakar terhadap gambaran paru tikus. *Inovasi*, Vol. 19(2): 58-68.
- Rizkuloh, L. R., Bachtiar, K. R., dan Susanti, S. 2022. *Optimasi Formula dan Evaluasi Fisik Sediaan Cair Elektrik Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang (Etlingera elatior) sebagai Anti Nyamuk Aedes aegypti*. In *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Hasil Penelitian Program Studi S1 Farmasi*, Vol. 2 (1): 265-269.
- Robiah, A. S. 2023. *Efektivitas Larvasida Nabati Ekstrak Serai Dapur (Cymbopogon Cytratus) Terhadap Kematian Larva Aedes aegypti Instar III* (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).
- Saenong, M. S. 2016. Tumbuhan indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus spp.*). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol. 35(3): 131-142.
- Safitri, I. A., dan Cahyati, W. H. 2018. Daya bunuh ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) dalam bentuk antinyamuk cair elektrik terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Care*, Vol. 6(1): 2-12.
- Saleh, M., Aeni, S., Gafur, A., dan Basri, S. 2018. Hubungan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) dengan keberadaan jentik nyamuk *Aedes aegypti* di wilayah kerja Puskesmas Pancana Kab. Barru. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 4(2): 93-98.
- Salsabila, R. A., Santjaka, A., dan Abdullah, S. 2022. Uji efektivitas antara daun mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) dan kulit batang jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) sebagai antinyamuk cair elektrik terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti*. *Buletin Keslingmas*, Vol. 41(1): 39-45.
- Sampan F., dkk. 2015. Uji efektivitas ekstrak kulit buah duku (*Lansium domesticum* corr) sebagai anti nyamuk elektrik terhadap daya bunuh nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan*, Vol. 3(1): 1-6.
- Sari, D. M. M., dan Kurniawan, A. 2021. Pemberdayaan tenaga kerja budidaya rumput laut (*Gracilaria sp*) melalui pendidikan non formal. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, Vol. 12(1): 197-202.

- Sazali, M., Dani, H. B., Ihsan, M., dan Efendi, M. H. 2024. Pelatihan pengendalian nyamuk vektor demam berdarah dengan *Lethal MosquiTrap Modification* (LMM) di Kecamatan Ampenan, Kota Mataram. *AL-HAYAT: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, Vol. 2(1): 47-54.
- Setyaningrum, E., Nurcahyani, N., Septiani, L., dan Kanedi, M. 2023. Pelatihan pembuatan repelen anti nyamuk daun pandan wangi (*Pandanus ammaryllifolius* Roxb) pada anggota PKK di Teluk Pandan Pesawaran Lampung. *JPM Ruwai Jurai*, Vol. 8 (2): 61-65.
- Sholichatin, N. 2020. *Daya Bunuh Ekstrak Daun Sukun (Artocarpus altilis) Dengan Menggunakan Metode Elektrik Cair (liquid vaporizer) Terhadap Nyamuk Aedes Aegypti* (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).
- Soamole, H. H., Sanger, G., Harikedua, S. D., Dotulong, V., Mewengkang, H., dan Montolalu, R. 2018. Kandungan fitokimia ekstrak etanol rumput laut segar (*Turbinaria* sp. , *Gracilaria* sp. , dan *Halimeda macroloba*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, Vol. 6(3): 94-98.
- Sofiana, L., Rokhmayanti, R., Martini, M., Dewi, A.W. 2023. Insecticide resistance of *Aedes aegypti* in Indonesia: a systematic review. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*. Vol. 12 (3): 950-964.
- Srinita, G., Fuadi, L. N., Nazarudin, N., dan Unjani, P. F. K. 2017. Perbandingan efektivitas obat nyamuk listrik mat yang mengandung *D-Allethrin-Transfluthrin* dengan *Dimefluthrin* terhadap nyamuk *Aedes Aegypti* sebagai vektor demam berdarah *dengue*. *Repository Unjani*, Vol. 1(1): 1-10.
- Sudiarti, M., Ahyanti, M., dan Yushananta, P. 2021. Efektivitas daun zodia (*Evodia suaveolens*) sebagai repellent nyamuk *Aedes aegypti*. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 15(1): 8.
- Sulistyarini, I., Sari, D. A., dan Wicaksono, T. A. 2020. Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder batang buah naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Cendekia Eksakta*, Vol. 5(1): 56-61.
- Suryani, T., dan Wulandari, D. 2023. Potensi ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dalam menghambat bakteri patogen (*E. sakazakii*, *S. typhi*, dan *L. monocytogenes*). *e-Jurnal Ilmiah Biosainstropis (BIOSCIENCE-TROPIC)*, Vol. 8(2): 18-31.
- Tellu, F. Y., Sunarto, S., dan Utami, E. D. 2019. Aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat kulit buah manggis (*Garcinia Mangostana* L.) terhadap *Propionibacterium Acnes*. *Acta Pharmaciae Indonesia*, Vol. 7(2): 58-67.
- Utami, I., dan Cahyati, W. H. 2017. Potensi ekstrak daun kamboja (*Plumeria acuminata*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, Vol. 1(1): 22-28.
- Wahyuni, D., dan Nafi'ah, S. 2021. Uji efektivitas repellent ekstrak daun jeruk

purut (*Citrus hytrix*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pharma Bhakta*, Vol. 1(2): 21-30.

Wardani, I. G. A. A. K., Megawati, F., Santoso, P., dan Suwantara, I. P. T. 2019. Efektivitas sediaan cair elektrik dari ekstrak bunga gumitir (*Tagetes Erecta L.*) sebagai anti nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, Vol. 5(1): 1-5.

Windari, A. 2021. *Efektivitas Insektisida Nabati Daun Salam (Syzygium Polyanthum) Terhadap Mortalitas Nyamuk Aedes aegypti* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Lamongan).

World Health Organization. 2024. *Dengue and severe dengue*. Geneva.

World Health Organization. 2016. *Monitoring and managing insecticide resistance in Aedes mosquito populations: Interim guidance for entomologists*. WHO/ZIKV/VC/16.1.

World Health Organization. 2016. *Test Procedures for Insecticide Resistance Monitoringin malaria Vector Mosquitoes*. WHO Press: Geneva, Switzerland.

Yulianti, E., Juhera, dan Abdurrivai, A. 2020. Perilaku bertelur dan siklus hidup nyamuk *Aedes Aegypti* pada berbagai media air (studi literatur). *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, Vol. 20(2): 227-239.