

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.)  
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti*  
MENGUNAKAN METODE ELEKTRIK CAIR**

**(Skripsi)**

**Oleh  
Fiska Amelia  
2217021114**



**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2026**

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.)  
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti*  
MENGUNAKAN METODE ELEKTRIK CAIR**

**Oleh  
Fiska Amelia  
2217021114**

**(Skripsi)  
Sebagai Salah Satu Syarat Menjadi  
SARJANA SAINS**

**Pada  
Program Studi S-1 Biologi  
Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti* MENGUNAKAN METODE ELEKTRIK CAIR

Oleh

FISKA AMELIA

*Aedes aegypti* merupakan vektor utama penyebab Demam Berdarah Dengue (DBD) yang masih menjadi permasalahan kesehatan di Indonesia. Upaya pengendalian nyamuk ini umumnya menggunakan insektisida sintetis, namun penggunaannya menimbulkan berbagai dampak negatif. Alternatif yang lebih ramah lingkungan dapat diperoleh melalui insektisida nabati berbahan dasar tumbuhan maupun alga, salah satunya rumput laut *Gracilaria* sp. yang diketahui mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan tanin yang berpotensi sebagai insektisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas ekstrak etanol rumput laut *Gracilaria* sp. terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* dengan menggunakan metode elektrik cair. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh perlakuan yaitu konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, kontrol positif dan kontrol negatif. Analisis pengaruh ekstrak etanol *Gracilaria* sp. menggunakan uji *one-way* ANOVA, sedangkan efektivitasnya dianalisis menggunakan probit untuk memperoleh nilai  $LC_{50}$  dan  $KT_{50}$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 50% mampu menyebabkan kematian sebesar 63,75% pada nyamuk uji. Konsentrasi ekstrak yang efektif sebagai insektisida elektrik cair ditunjukkan oleh nilai  $LC_{50}$  sebesar 44,38% yang mampu menyebabkan kematian 50% nyamuk uji. Efek *knockdown* tercepat diperoleh pada konsentrasi 50% ditunjukkan oleh nilai  $KT_{50}$  yaitu dalam waktu 1 jam 2 menit untuk melumpuhkan 50% nyamuk.

**Kata Kunci:** *Aedes aegypti*, *Gracilaria* sp., Insektisida, Metode Elektrik Cair.

## ABSTRACT

### TESTING THE EFFECTIVENESS OF ETHANOL EXTRACT FROM SEAWEED (*Gracilaria* sp.) AS AN INSECTICIDE AGAINST *Aedes aegypti* MOSQUITOES USING THE LIQUID ELECTRIC METHOD

By

FISKA AMELIA

*Aedes aegypti* is the main vector causing dengue hemorrhagic fever (DHF), which remains a health problem in Indonesia. Efforts to control these mosquitoes generally use synthetic insecticides, but their use has various negative impacts. A more environmentally friendly alternative can be obtained through plant-based insecticides derived from plants or algae, one of which is *Gracilaria* sp. seaweed, which is known to contain secondary metabolites such as alkaloids, flavonoids, steroids, saponins, and tannins that have the potential to be used as insecticides. This study aims to determine the effect and effectiveness of *Gracilaria* sp. ethanol extract on the mortality of *Aedes aegypti* mosquitoes using the liquid electric method. The research design used a completely randomized design (CRD) with seven treatments, namely *Gracilaria* sp. extract concentrations of 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, positive control, and negative control. The effect of *Gracilaria* sp. ethanol extract was analyzed using a one-way ANOVA test, while its effectiveness was analyzed using probit to obtain  $LC_{50}$  and  $KT_{50}$  values. The results showed that a concentration of 50% caused 63.75% mortality in the test mosquitoes. The effective concentration of the extract as a liquid electric insecticide was indicated by an  $LC_{50}$  value of 44.38%, which caused 50% mortality in the test mosquitoes. The fastest knockdown effect was obtained at a concentration of 50%, as indicated by a  $KT_{50}$  value of 63 minutes to paralyze 50% of the mosquitoes.

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Judul Skripsi : UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria sp.*) SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN METODE ELEKTRIK CAIR**

**Nama Mahasiswa : Fiska Amelia**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 2217021114**

**Jurusan : Biologi**

**Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

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

**NIP. 196405171988032001**

**Primasari Pertiwi, S.Pd, M.Si.**

**NIP.199307212022032007**

**2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung**

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

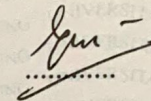
**NIP. 198301312008121001**

**MENGESAHKAN**

1. **Tim Penguji**

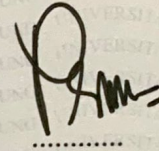
**Ketua**

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



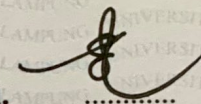
**Sekretaris**

**: Primasari Pertiwi, S.Pd., M.Si.**



**Penguji Utama**

**: Prof. Dr. Emantis Rosa, M.Biomed.**



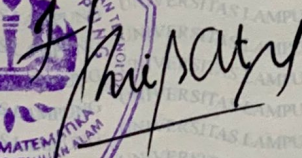
2. **Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

**NIP. 19711001200011002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 Mei 2026**



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Fiska Amelia  
NPM : 2217021114  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

**“UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.)  
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti*  
MENGUNAKAN METODE ELEKTRIK CAIR”**

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar karya sendiri . Karya Ilmiah ini bukan plagiarisme ataupun hasil kerja orang lain, serta belum pernah dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun.

Jika dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung,  
Yang Menyatakan,



Fiska Amelia  
NPM. 2217021114

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Fiska Amelia, dilahirkan di Gisting Bawah, Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung pada Tanggal 4 Mei 2004, sebagai anak ke empat dari empat bersaudara, dari Bapak M.Asri dan Ibu Latifa Hanun. Penulis menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak Aisiyah Gisting dan diselesaikan pada Tahun 2010, pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 1 Gisting Bawah pada Tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMPN 1 Gisting pada Tahun 2019 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 1 Sumberejo pada tahun 2022.

Tahun 2022, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Biologi, Program Studi Biologi melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Zoologi Invertebrata dan Praktikum Biologi Umum, penulis juga aktif sebagai anggota dari Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Biro Dana dan Usaha 2023. Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan di PT. Tirta Investama Tanggamus (Danone-AQUA) pada Januari 2025, dan Kuliah Kerja Nyata di Kelurahan Kemiling Raya, Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung pada Juli 2025. Penulis melaksanakan penelitian dengan judul “Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Rumpun Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Menggunakan Metode Elektrik Cair.” sebagai tugas akhir pada Program Studi S1 Biologi pada bulan November 2025-Januari 2026 di Laboratorium Zoologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

## MOTTO

“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa  
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

Jalan panjang kita semoga menyenangkan  
Semua menjaga dari kiri kanan  
Senang mereka melihat kita senang

(Nadin Amizah)

Jadi besar dan bestari  
Serap-serap yang baik untukmu  
Apapun yang kau hadapi

(Kunto Aji)

وَأَقْرَضُكُمْ إِلَى اللَّهِ

"Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah".

(QS. Ghafir: 44)

## **PERSEMBAHAN**

*Bismillahirramanirrahim*

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Maka skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua tercinta, Bapak M. Asri dan Ibu Latifa Hanun, yang doa dan kasih sayangnya tidak pernah terputus, yang selalu menguatkan, dan dengan tulus meridhoi setiap langkah penulis hingga penulis mampu bertahan dan melangkah hingga titik ini.

Bapak dan Ibu Dosen, khususnya Dosen pembimbing, yang dengan kesabaran dan ketulusan telah menuntun, memberikan arahan, dan membagikan ilmu yang tidak hanya menambah pengetahuan, tetapi juga membentuk cara berpikir penulis.

Almamater tercinta, Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, sebagai tempat penulis bertumbuh, belajar, dan memahami arti dari sebuah proses.

## SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim, Puji syukur kehadirat 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 Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Menggunakan Metode Elektrik Cair”** yang merupakan bagian dari HETI Project Riset Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed. tentang pemanfaatan *Gracilaria* sp. sebagai Antimalaria. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi S1-Biologi, 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 bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki keterbatasan dalam hal wawasan serta kemampuan. Penyelesaian karya ilmiah ini didukung oleh berbagai pihak melalui bimbingan, arahan, masukan, perhatian, dan dorongan semangat yang diberikan sejak tahap penelitian hingga akhir studi. Pada kesempatan yang berharga ini, penulis menyampaikan rasa hormat disertai ucapan terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini, di antaranya 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, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si., selaku Ketua Program Studi S-1 Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed., selaku Dosen Pembimbing 1 saya yang telah memberikan dukungan, bimbingan, arahan, nasihan, curahan waktu, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Primasari Pertiwi, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan izin, dukungan, bimbingan, arahan, nasihan, curahan waktu dan ,otivasu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Prof. Dr. Emantis Rosa, M. Biomed., selaku Dosen pembahas yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran dan masukan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu Prof. Dra. Endang Linirin Widiastuti, M.Sc., Ph.D., selaku Pembimbing Akademik.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberika kepada penulis untuk menambah wawasan yang menjadi landasan untuk menggapai cita-cita.
10. Tenaga Kependidikan di lingkungan Jurusan Biologi dan FMIPA yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
11. Ketiga abang saya, Bang Erwan, Bang Erfan dan Bang Erwin atas perhatian, dukungan, dan semangat yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
12. Teman seperjuangan selama perkuliahan, Annisa Syifa Mahira dan Putri Atiqoh Djababiyah terima kasih atas kebersamaan, dukungan dan memilih tinggal sampai akhir.
13. Kepada Dewi Maharani dan Luci Anggraini yang hadir sebagai kakak, sekaligus tempat pulang yang tidak pernah pergi.

14. Kepada Anggun Milantika dan Daffa Insan Alifa, terima kasih atas bantuan, kesediaan menjadi teman berbagi cerita, berkeluh kesah dan saling menguatkan di tengah proses yang tidak selalu mudah.
15. Teman-teman Biologi kelas C dan Biologi angkatan 2022 yang sudah memberikan semangat, dukungan dan kebersamaan selama proses perkuliahan.

Sebagai penutup, penulis berharap setiap kebaikan yang telah diberikan mendapat ridha dan balasan dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Penulis menyadari karya ini masih memiliki keterbatasan, sehingga masukan yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan menambah makna bagi pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, 03 Juni 2026  
Penulis,

Fiska Amelia

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>MENGESAHKAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>vii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>SANWACANA.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>x</b>
1.1. Latar Belakang .....	x
1.2. Tujuan.....	5
1.3. Manfaat.....	5
1.4. Kerangka Pemikiran .....	6
1.5. Hipotesis .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Rumput Laut ( <i>Gracilaria</i> sp.).....	8
2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut ( <i>Gracilaria</i> sp.) .....	8
2.1.2 Morfologi Rumput Laut ( <i>Gracilaria</i> sp.).....	9
2.2 Kandungan Metabolit Sekunder pada Rumput Laut ( <i>Gracilaria</i> sp.) .....	11
2.2.1 Flavonoid .....	11
2.2.2 Alkaloid.....	12
2.2.3 Fenol .....	12
2.2.4 Saponin .....	12

2.2.5 Tanin.....	13
2.3 Pelarut Etanol.....	13
2.4 Metode Elektrik Cair.....	13
2.5 <i>Dimefluthrin</i> .....	14
2.6 Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) .....	15
2.6.1 Taksonomi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	16
2.6.2 Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	16
2.6.3 Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	17
2.6.4 Habitat Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	21
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.2.1 Alat.....	23
3.2.2 Bahan .....	24
3.3 Rancangan Penelitian .....	24
3.4 Prosedur Penelitian .....	25
3.4.1 Pengambilan Sampel.....	25
3.4.2 Pembuatan Ekstrak Etanol <i>Gracilaria</i> sp. ....	25
3.4.3 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp.....	26
3.4.4 Pengujian Efektivitas Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. ....	26
3.4.5 Pengamatan Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	27
3.5 Analisis Data .....	27
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	29
4.1.1 Pengaruh Ekstrak Etanol Rumput Laut ( <i>Gracilaria</i> sp.) terhadap Kematian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dalam Sediaan Elektrik Cair ...	29
4.1.2 Uji Efektivitas Ekstrak Etanol <i>Gracilaria</i> sp. terhadap Kematian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dalam Sediaan Elektrik Cair.....	32
4.2 Pembahasan.....	34
4.2.1 Pengaruh Ekstrak Etanol Rumput Laut ( <i>Gracilaria</i> sp.) terhadap Kematian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dalam Sediaan Elektrik Cair ...	34
4.2.2 Efektivitas Ekstrak Etanol <i>Gracilaria</i> sp. terhadap <i>Aedes aegypti</i>	37

<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Volume Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. yang Digunakan .....	26
2. Jumlah Kematian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Setelah Pemaparan Ekstrak .....	29
3. Hasil Uji <i>One-way</i> ANOVA .....	31
4. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) .....	32
5. Hasil Analisis Probit LC <sub>50</sub> Ekstrak Etanol <i>Gracilaria</i> sp. terhadap Kematian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	33
6. Hasil Analisis Probit KT <sub>50</sub> .....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi <i>Gracilaria</i> sp.....	9
2. Percabangan <i>Gracilaria</i> sp.....	10
3. Perbedaan <i>Aedes aegypti</i> jantan dan betina.....	17
4. Telur <i>Aedes aegypti</i> .....	18
5. Larva <i>Aedes aegypti</i> .....	19
6. Pupa <i>Aedes aegypti</i> .....	20
7. <i>Aedes aegypti</i> dewasa.....	21
8. Diagram Alir Penelitian.....	28
9. Grafik Kenaikan Kematian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Berdasarkan Kenaikan Konsentrasi Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp.....	30
10. Grafik Hubungan Konsentrasi ekstrak <i>Gracilaria</i> sp. dengan Nilai $KT_{50}$ Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Analisis <i>Knockdown</i> dan Kematian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	53
2. Uji Normalitas .....	54
3. Uji Homogenitas.....	54
4. Uji <i>One-Way</i> ANOVA .....	54
5. Deskriptif ANOVA .....	55
6. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) .....	55
7. Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) .....	57
8. Uji Analisis Probit $LC_{50}$ .....	57
9. Uji Probit $KT_{50}$ Konsentrasi 10%.....	59
10. Uji Probit $KT_{50}$ Konsentrasi 20%.....	60
11. Uji Probit $KT_{50}$ Konsentrasi 30%.....	61
12. Uji Probit $KT_{50}$ Konsentrasi 40%.....	62
13. Uji Probit $KT_{50}$ Konsentrasi 50%.....	64
14. Dokumentasi Penelitian.....	65
15. Surat Pembelian Telur <i>Aedes aegypti</i> .....	81

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) salah satu penyakit yang disebabkan oleh virus dengue. Penyakit ini ditandai dengan adanya pendarahan yang dapat berkembang menjadi kondisi yang lebih serius, sehingga berpotensi menyebabkan kematian (Al Adami dkk., 2023). Agen penyebab penyakit DBD adalah virus dengue yang termasuk dalam genus *Flavivirus* dan famili *Flaviviridae*. Virus ini menyerang manusia dan primata sebagai inang atau tempat hidup alaminya. Penularan terjadi melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* betina yang telah terinfeksi virus dengue. Infeksi virus ini dapat memunculkan spektrum manifestasi klinis, mulai dari Demam Dengue (DD), Demam Berdarah Dengue (DBD), hingga *Dengue Shock Syndrome* (DSS). Virus dengue sendiri digolongkan ke dalam kelompok B *Arthropod-Borne Virus* dan memiliki empat serotipe utama diantaranya yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4 (Inayah dkk., 2025).

Data epidemiologi yang dirilis oleh *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa DBD saat ini menjadi salah satu penyakit menular dengan tingkat penyebaran paling luas dan pertumbuhan kasus tercepat di dunia. Dari sekitar 3,5 miliar penduduk yang tinggal di daerah endemis DBD dan berisiko terinfeksi, sekitar 1,3 miliar di antaranya berada di sepuluh negara kawasan Asia Tenggara (WHO, 2024). Indonesia mengalami puncak kasus DBD pada tahun 2024 berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang mencatat lebih dari 210.644 kasus dengan sekitar 1.239 kematian hingga minggu ke 43, dan tersebar di 259 Kabupaten/Kota (Kemenkes RI, 2024).

Provinsi Lampung mencatat jumlah penderita DBD yang tinggi sepanjang tahun 2024, dengan total kasus mencapai 9.228. Angka tersebut menunjukkan peningkatan yang sangat tajam dibandingkan tahun 2023 yang hanya mencatat 2.181 kasus. Lonjakan kejadian paling tinggi terjadi pada awal tahun 2024, dengan puncak kasus pada bulan Februari yang mencapai 1.481 kasus. Di tingkat Kabupaten/Kota, Kota Bandar Lampung mengalami peningkatan kasus yang signifikan, dari 202 kasus pada tahun 2023 menjadi 422 kasus pada tahun 2024 (BPS Lampung, 2024).

DBD merupakan penyakit berbasis lingkungan yang dapat terjadi sepanjang tahun dan menyerang berbagai kelompok usia, dengan manusia sebagai inang dan nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama (Sabira dkk., 2024).

Tingginya angka kejadian DBD di masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor, meliputi kondisi lingkungan, tingkat pengetahuan, dan perilaku masyarakat dalam melakukan pencegahan. Penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama memberikan peranan besar dalam meningkatnya angka kejadian penyakit ini, sehingga diperlukan strategi pengendalian yang efektif untuk menekan populasi nyamuk (Zaenab dkk., 2025). Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan penyebaran DBD dapat dilakukan dengan menerapkan gerakan 3M+, yaitu menguras tempat penampungan air secara rutin, menutup rapat wadah penyimpanan air, serta mendaur ulang barang-barang bekas yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk. Pencegahan dapat diperkuat dengan penggunaan larvasida pada penampungan air, pemakaian obat anti nyamuk, pemasangan kawat kasa pada jendela maupun ventilasi rumah, menghindari kebiasaan menggantung pakaian kotor di dalam rumah, dan memanfaatkan tanaman tertentu yang berfungsi sebagai pengusir nyamuk (Arisandi dkk., 2025).

Pengendalian vektor DBD pada prinsipnya mencakup tiga pendekatan utama, yaitu pengendalian fisik, biologis, dan kimiawi. Insektisida kimia yang sering digunakan oleh masyarakat tersedia dalam bentuk *spray*, bakar, dan cair. Tetapi pada umumnya produk-produk semacam ini bersifat toksik, menyebabkan iritasi pada kulit, memiliki bau menyengat yang merugikan

kesehatan manusia dan resistensi serangga (Zaenab dkk., 2025). Resistensi *Aedes aegypti* terhadap insektisida sintesis muncul akibat adanya mekanisme biologis yang memungkinkan nyamuk tetap bertahan meskipun terpapar senyawa tersebut. Salah satu mekanisme utama yang mendasarinya ialah terjadinya mutasi genetik yang mengubah lokasi target kerja insektisida. Perubahan pada gen pengkode enzim asetilkolinesterase dapat menurunkan efektivitas insektisida golongan organofosfat (Sofiana dkk., 2023).

Menurut Choi dan Kim (2022), anti nyamuk cair elektrik kimia umumnya digunakan dalam jangka waktu lama, terutama saat tidur, tanpa mempertimbangkan keberadaan nyamuk, sehingga meningkatkan paparan bahan kimia pada tubuh manusia. Bahan aktif yang banyak digunakan pada produk tersebut adalah *prallethrine*, *dimeflutrin*, dan *allethrin* yang termasuk insektisida golongan piretroid. Paparan insektisida piretroid dapat menimbulkan dampak akut pada penggunaan di ruang tertutup dengan ventilasi kurang meliputi rinitis, asma, kelelahan, bersin, sakit kepala, dan mual (Quirós dkk., 2014).

Pemanfaatan tumbuhan sebagai pengusir nyamuk dapat diformulasikan dalam bentuk insektisida nabati. Insektisida nabati adalah insektisida yang berbahan dasar tumbuhan dan mengandung senyawa aktif yang efektif untuk mengendalikan organisme pengganggu, termasuk nyamuk *Aedes aegypti* yang merupakan vektor DBD (Aswandi dkk., 2023). Insektisida nabati memiliki sejumlah keunggulan, diantaranya biaya yang rendah dan proses pembuatannya yang sederhana, relatif aman bagi lingkungan, serta tidak menimbulkan efek keracunan. Insektisida nabati jarang memicu resistensi pada serangga karena residu yang tertinggal di lingkungan cepat hilang dan mudah terurai secara hayati (*biodegradable*) serta dapat diaplikasikan dalam berbagai bentuk, seperti larutan atau cairan, pengusir serangga (*repellent*), maupun metode elektrik (Rahmawati dkk., 2020). Tumbuhan yang memiliki senyawa aktif berupa metabolit sekunder diduga berpotensi sebagai insektisida, salah satunya adalah *Gracilaria* sp. (Wulansari, 2025).

*Gracilaria* sp. merupakan salah satu anggota kelas *Rhodophyceae* jenis rumput laut merah yang dikenal sebagai penghasil agar-agar bernilai ekonomis tinggi. Jenis rumput laut ini dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan sehari-hari, baik sebagai bahan pangan, bahan baku obat-obatan, maupun bahan dasar industri (Sari dan Kurniawan, 2021). Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa *Gracilaria* sp. mengandung berbagai senyawa bioaktif, antara lain alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan tanin. Senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat insektisidal, sehingga dapat memberikan efek toksik terhadap serangga. Keberadaan senyawa bioaktif ini memungkinkan ekstrak *Gracilaria* sp. berperan sebagai agen pengendali hayati, yang memanfaatkan mekanisme alami senyawa tumbuhan untuk mengganggu fisiologi dan metabolisme serangga target, sehingga menimbulkan kematian atau menurunkan aktivitasnya (Pertiwi dkk., 2025).

*Gracilaria* sp. memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan karena kandungan senyawa bioaktifnya. Rumput laut ini bersifat antioksidan yang membantu melawan radikal bebas, antibakteri untuk menghambat pertumbuhan bakteri, serta memiliki aktivitas antitumor, antikoagulan, dan antiinflamasi (Hapsari dan Samirana, 2024). Tanaman yang mengandung metabolit sekunder mampu memengaruhi serangga dengan berbagai cara, mulai dari menarik, menjauhkan, hingga membunuhnya. Hal ini terjadi karena senyawa racun yang dihasilkan dapat mengganggu siklus hidup serangga (Sholichatin, 2020).

Metode elektrik merupakan salah satu pendekatan yang dapat memengaruhi pernapasan nyamuk. Metode elektrik memanfaatkan arus listrik untuk menghasilkan energi panas yang mampu menguapkan senyawa aktif pada alat pengusir nyamuk (*mosquito killer*), sehingga menimbulkan efek toksik terhadap *Aedes aegypti* (Tyas dan Ngadino, 2022). Metode elektrik bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi panas yang dapat melepaskan aroma dari bahan aktif, sehingga nyamuk yang menghirup uapnya kehilangan kesadaran dan mati (Ishak dkk., 2021). Salah satu sediaan yang banyak digunakan adalah sediaan cair elektrik, yang memiliki keunggulan praktis dibanding sediaan lain, seperti tidak meninggalkan abu, tidak menimbulkan

asap, dan tidak menyengat. Metode ini memungkinkan penyebaran aroma secara merata ke seluruh ruangan (Rizkuloh dkk., 2022).

Berdasarkan uraian di atas, pengujian terhadap ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) menjadi penting untuk dilakukan. Ekstrak ini memiliki potensi sebagai bioinsektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, salah satu vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Pengujian akan dilakukan menggunakan metode elektrik cair.

## 1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* melalui penggunaan metode elektrik cair.
2. Untuk mengetahui efektivitas ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode elektrik cair berdasarkan penentuan nilai *Lethal Concentration 50* (LC<sub>50</sub>).
3. Untuk mengetahui efektivitas ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap waktu kelumpuhan nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode elektrik cair berdasarkan penentuan nilai *Knockdown Time 50* (KT<sub>50</sub>).

## 1.3. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi penting bagi pengembangan ilmu pengetahuan terkait pemanfaatan ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai insektisida. Ekstrak ini berpotensi menjadi insektisida terhadap nyamuk alami yang efektif, sehingga informasi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan masyarakat dalam upaya pengendalian vektor nyamuk. Dengan demikian, masyarakat dapat melindungi diri dari serangan *Aedes aegypti* sebagai vektor virus dengue.

#### 1.4. Kerangka Pemikiran

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes* betina, terutama *Aedes aegypti*. Penyakit ini dapat menimbulkan gejala mulai dari demam hingga perdarahan berat dan syok yang berpotensi menyebabkan kematian. Tingginya angka kejadian DBD di masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan, tingkat pengetahuan, dan perilaku pencegahan. Nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama memiliki peran penting dalam penularan penyakit ini sehingga pengendalian populasi nyamuk menjadi kunci untuk menekan penyebaran DBD. Insektisida sintesis yang sering digunakan masyarakat memang efektif, tetapi memiliki kelemahan seperti menimbulkan efek samping bagi kesehatan, mencemari lingkungan, dan memicu resistensi pada nyamuk. Kondisi ini mendorong perlunya alternatif pengendalian yang lebih aman dan ramah lingkungan.

Insektisida nabati adalah insektisida berbahan dasar tumbuhan dengan senyawa aktif alami yang aman bagi manusia dan lingkungan, mudah terurai, jarang menimbulkan resistensi serangga, serta dapat dibuat sendiri dalam bentuk cairan, *repellent*, maupun elektrik. *Gracilaria* sp. adalah salah satu jenis alga merah penghasil agar-agar yang bernilai ekonomis tinggi dan dimanfaatkan luas dalam berbagai bidang. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa *Gracilaria* sp. mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan tanin yang diketahui memiliki sifat insektisidal dan dapat mengganggu siklus hidup serangga. Kandungan senyawa bioaktif ini menunjukkan potensi besar *Gracilaria* sp. untuk dimanfaatkan sebagai bioinsektisida alami yang efektif dan ramah lingkungan.

Metode elektrik dapat dijadikan sebagai salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengaplikasikan insektisida nabati. Metode ini memanfaatkan arus listrik untuk menghasilkan panas yang menguapkan senyawa aktif sehingga aroma atau uapnya menyebar merata ke seluruh ruangan. Keunggulan metode elektrik adalah tidak menghasilkan asap atau

abu dan lebih praktis digunakan. Nyamuk yang menghirup uap senyawa aktif ini akan kehilangan kesadaran hingga akhirnya mati. Oleh karena itu, Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi ekstrak etanol *Gracilaria* sp. sebagai insektisida alami untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* melalui metode elektrik cair. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya pengendalian DBD yang lebih ramah lingkungan, mengurangi ketergantungan pada insektisida sintesis, serta meminimalkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan ekosistem.

### **1.5. Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut

1. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.), semakin tinggi kematian nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode elektrik cair.
2. Ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) efektif dalam membunuh 50% nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi kurang dari 50%.
3. Ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) efektif dalam melumpuhkan 50% nyamuk dalam waktu kurang dari 5 menit.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

#### 2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Indonesia memiliki keanekaragaman sumber daya hayati yang melimpah, salah satunya adalah makroalga yang tersebar luas di perairannya. Makroalga memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena berperan penting dalam aspek ekologi, bidang ekonomi dan sosial (Ulfa dkk., 2024). Makroalga adalah kelompok tumbuhan *thallus* dengan struktur morfologi sederhana karena akar, batang, dan daunnya belum terdiferensiasi secara jelas. Makroalga dibedakan menjadi tiga kelompok utama berdasarkan variasi pigmen penyusunnya, yaitu alga cokelat (*Phaeophyta*), alga merah (*Rhodophyta*), dan alga hijau (*Chlorophyta*) (Sridamayani dan Nane, 2022).

Rumput laut adalah makroalga yang tumbuh di perairan laut dan memiliki peranan penting baik secara ekologis maupun ekonomis. Salah satu jenisnya adalah *Gracilaria* sp., yakni spesies rumput laut yang memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga menjadikannya lebih mudah untuk dibudidayakan (Susanto dkk., 2021). *Gracilaria* sp. merupakan salah satu jenis rumput laut penghasil agar yang tergolong dalam kelas *Rhodophyceae* atau alga merah. Spesies ini banyak ditemukan di perairan Indonesia dan menjadi salah satu komoditas unggulan sektor kelautan. Pertumbuhan *Gracilaria* sp. bergantung pada ketersediaan unsur hara di perairan serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya.

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 : *Gracilaria* sp.

### 2.1.2 Morfologi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

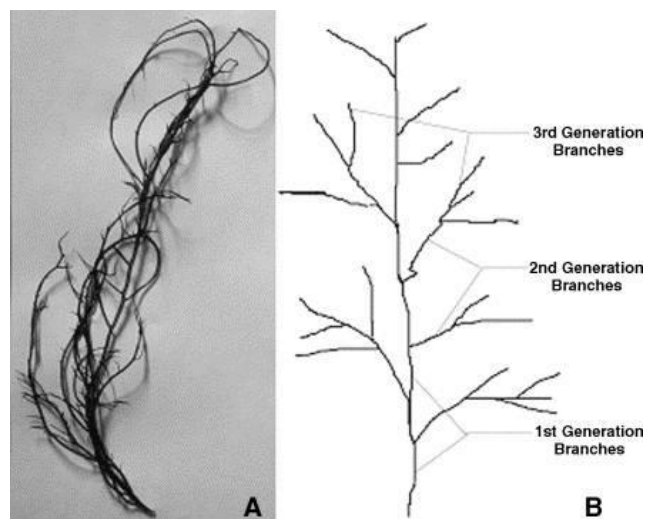
*Gracilaria* sp. merupakan salah satu jenis alga merah penghasil agar yang memiliki karakter morfologi khas. Talus berbentuk silindris dengan permukaan halus dan licin. Warna talus bervariasi dari cokelat hingga kuning kehijauan dengan percabangan tidak beraturan pada bagian pangkal hingga ke tengah dapat dilihat pada (Gambar 1) (Ghazali dkk., 2025).



**Gambar 1.** Morfologi *Gracilaria* sp. (Sumber: Silva, 2021).

Talus tersusun atas jaringan percabangan yang kuat dengan panjang sekitar 250 mm dan diameter cabang 0,5 hingga 2,0 mm. Talus

memanjang menyerupai rambut dengan ukuran panjang 15 hingga 30 cm. Pola percabangan menyirip secara berselang-seling, dengan posisi cabang tegak lurus pada ketinggian berbeda, bersebelahan, atau terpisah pada jarak tertentu (Cokrowati dkk., 2024). Percabangan pada *Gracilaria* sp. tersusun secara bertingkat dan berulang, diawali oleh satu sumbu utama yang membentuk cabang utama (*primary branches*) yang tumbuh menyamping dari talus. Cabang pertama selanjutnya menghasilkan cabang kedua (*secondary branches*) yang berukuran lebih kecil dan jumlahnya lebih banyak, kemudian diikuti oleh cabang ketiga (*tertiary branches*) yang paling halus dan rapat, terutama di bagian ujung talus. Cabang sekunder umumnya terbagi menjadi dua cabang yang lebih pendek, sedangkan cabang tersier muncul di sepanjang cabang sekunder (Naihao dkk., 2006). Hal tersebut dapat dilihat pada (Gambar 2).



**Gambar 2.** Percabangan *Gracilaria* sp. (Sumber: Naihao dkk., 2006)

*Gracilaria* sp. hidup menempel pada dasar perairan dengan cara melekatkan diri pada berbagai jenis substrat, seperti lumpur, pasir, karang hidup, karang mati, cangkang moluska, batu vulkanik, maupun kayu. Habitat alaminya ditemukan di ekosistem terumbu karang dengan kisaran kedalaman mulai dari daerah pasang surut terendah hingga mencapai  $\pm 40$  meter (Patawari, 2018).

## 2.2 Kandungan Metabolit Sekunder pada Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Metabolit sekunder merupakan produk metabolisme yang dihasilkan oleh tumbuhan pada fase atau kondisi tertentu dan tidak berperan langsung dalam proses fisiologis primer seperti pertumbuhan dan reproduksi. Metabolit sekunder dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati. Senyawa ini terdapat pada berbagai bagian tanaman, seperti bunga, buah, biji, daun, batang, maupun akar, dengan jenis senyawa antara lain minyak atsiri, alkaloid, fenol, flavonoid, tanin, triterpenoid, steroid, dan saponin (Tuti dkk., 2024). Senyawa-senyawa nabati tersebut memiliki sifat dan mekanisme kerja dalam melindungi tanaman, antara lain sebagai antifitopatogenik atau antibiotik pertanian, bersifat fitotoksik maupun berperan dalam mengatur pertumbuhan tanaman seperti fitotoksin dan hormon, serta berfungsi sebagai bahan aktif terhadap serangga seperti hormon serangga, feromon, antifidan, *repellent*, atraktan, maupun insektisida (Saenong, 2017).

Menurut Insani dkk., (2022) hasil uji fitokimia terhadap ekstrak etanol dari rumput laut *Gracilaria* sp. menunjukkan adanya kandungan senyawa bioaktif berupa flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, dan tanin. Kandungan saponin dan tanin terdeteksi dalam kadar yang relatif rendah karena kedua senyawa tersebut bersifat polar sehingga lebih mudah larut dalam pelarut polar.

### 2.2.1 Flavonoid

Flavonoid merupakan kelompok metabolit sekunder yang termasuk dalam golongan besar polifenol dan diproduksi oleh tumbuhan. Senyawa ini tersebar luas pada hampir seluruh bagian tanaman, seperti daun, akar, kayu, serbuk sari, nektar, bunga, buah, maupun biji. Flavonoid dapat berfungsi sebagai insektisida dengan mekanisme kerja menghambat aktivitas mitokondria pada sel, yaitu organel yang berperan dalam respirasi dan metabolisme energi (Pratiwi dkk., 2024).

### 2.2.2 Alkaloid

Alkaloid merupakan kelompok senyawa organik yang tersebar luas pada berbagai jenis tumbuhan. Keberadaan alkaloid dapat dijumpai pada berbagai bagian tumbuhan, seperti biji, daun, ranting dan kulit kayu. Alkaloid bersifat toksik terhadap serangga karena berperan sebagai racun perut (*stomach poisoning*). Apabila masuk ke dalam tubuh serangga, senyawa ini dapat mengganggu sistem pencernaan serta memengaruhi reseptor perasa di sekitar mulut serangga (Tima dan Supardi, 2021).

### 2.2.3 Fenol

Fenol berperan sebagai insektisida dengan mengganggu sistem saraf, merusak membran sel, serta menghambat enzim penting dalam tubuh serangga sehingga proses fisiologis terganggu dan berujung pada kematian. Selain itu, fenol yang masuk ke dalam tubuh serangga juga dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan peradangan pada sistem pencernaan, yang semakin mempercepat kematian (Farida dan Ratnasari, 2019).

### 2.2.4 Saponin

Saponin merupakan senyawa alami yang banyak ditemukan pada hampir seluruh bagian tanaman, termasuk bunga, buah, batang, daun, dan akar. Senyawa ini tergolong komponen organik dengan kerangka dasar yang memiliki kapasitas steroid dan terbentuk dari rangkaian atom karbon serta hidrogen. Saponin dapat menyebabkan kerusakan pada mukosa kulit setelah absorpsi, memicu hemolisis eritrosit, serta mengganggu fungsi respirasi yang berujung pada kematian. Pada serangga, senyawa ini juga merusak struktur eksternal (kutikula) melalui degradasi lapisan lilin pelindung, sehingga meningkatkan

kehilangan cairan tubuh dan akhirnya menyebabkan kematian. (Ariyanti dkk., 2024).

### 2.2.5 Tanin

Tanin merupakan metabolit sekunder golongan polifenol yang dihasilkan oleh tumbuhan, ditandai dengan adanya gugus hidroksi serta gugus lain seperti karboksil. Tanin berpotensi sebagai insektisida alami dengan mekanisme mengganggu proses pengikatan protein dalam sistem pencernaan serangga, sehingga menghambat penyerapan protein dan pada akhirnya menurunkan kelangsungan hidup serangga (Milasari dkk., 2020).

## 2.3 Pelarut Etanol

Senyawa metabolit sekunder pada *Gracilaria* sp. dapat diperoleh melalui ekstraksi menggunakan berbagai jenis pelarut, salah satunya etanol. Hasil ekstraksi *Gracilaria* sp. pada penelitian Purwaningsih dan Deskawati (2020), menunjukkan pelarut etanol menghasilkan rendemen tertinggi dibanding pelarut lain seperti n heksana dan etil asetat. Rendemen yang besar pada penggunaan etanol diduga berkaitan dengan kemampuan pelarut ini melarutkan hampir seluruh komponen aktif. Hasil pengujian Ekstrak etanol dari rumput laut *Gracilaria* sp. mengandung komponen bioaktif, yaitu alkaloid, fenol, saponin, flavonoid, dan triterpenoid. Etanol mampu melarutkan senyawa flavonoid dan saponin karena keduanya memiliki bagian polar dan nonpolar dengan proporsi yang hampir seimbang.

## 2.4 Metode Elektrik Cair

Salah satu media insektisida yang banyak dimanfaatkan adalah insektisida elektrik, baik dalam bentuk *mat* maupun cairan. Insektisida elektrik cair dipilih karena menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan sediaan lainnya. Produk ini lebih praktis, tidak menghasilkan abu, bebas dari asap,

dan tidak menimbulkan bau menyengat. Cara kerjanya melalui penguapan cairan yang kemudian menyebarkan aroma secara merata ke seluruh ruangan, sehingga nyamuk yang menghirup uap tersebut akan kehilangan kesadaran hingga akhirnya mati (Rizkuloh dkk., 2022).

## 2.5 *Dimefluthrin*

Insektisida rumah tangga dikembangkan dalam berbagai bentuk formulasi dengan kandungan bahan aktif yang berbeda sesuai kebutuhan pengguna. Secara umum, kelompok bahan aktif yang paling banyak digunakan adalah golongan piretroid sintetik karena efektivitasnya dalam membasmi serangga. Piretroid merupakan jenis pestisida yang dikembangkan melalui proses sintesis dengan meniru struktur dan aktivitas senyawa alami cinerin dan piretrin yang berasal dari bunga krisan (*Chrysanthemum*). Senyawa piretrin secara alami diperoleh dari bunga krisan kering yang digiling menjadi bubuk atau diekstraksi dalam bentuk larutan maupun suspensi, dan sejak awal dikenal sebagai insektisida nabati. Piretroid sebagai bentuk sintetisnya bekerja sebagai racun saraf (*neurotoksin*) dengan cara mengikat protein pada sistem saraf serangga, sehingga memicu rangsangan saraf secara terus-menerus yang menyebabkan serangga mengalami gemetar dan pergerakan tidak terkoordinasi hingga akhirnya mati (Puspitasari dan Irianti, 2025).

Beberapa jenis piretroid yang sering diformulasikan pada insektisida rumah tangga antara lain *d-alettrin*, *d-fenotrin*, *dimefluthrin*, *permetrin*, *praletrin*, *siflutrin*, *sipermetrin*, *transflutrin*, serta *imiprotrin*. Bahan aktif ini selanjutnya dikemas dalam berbagai bentuk sediaan seperti aerosol, obat nyamuk bakar (*coil*), cairan elektrik, kertas bakar, hingga metode *mat* elektrik (Rahayu dkk., 2017). Preferensi masyarakat terhadap jenis formulasi insektisida berbeda-beda dalam praktik penggunaannya. Sebagian besar masyarakat cenderung memilih produk dengan kandungan *dimefluthrin* pada sediaan elektrik cair karena dinilai lebih praktis dan efektif dalam membasmi nyamuk (Azka dan Astuti, 2021). *Dimefluthrin* merupakan bahan aktif insektisida golongan piretroid yang paling banyak digunakan dibandingkan

jenis piretroid lainnya. Hasil penelitian eksperimental di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan UGM menunjukkan bahwa senyawa ini memiliki efek *knockdown* yang cepat serta tingkat mortalitas tinggi terhadap serangga ordo Diptera, khususnya famili Culicidae (Putri, 2019). *Dimefluthrin* sebagai insektisida sintetik diketahui memiliki aktivitas kuat tidak hanya terhadap nyamuk, tetapi juga pada serangga pengganggu lainnya seperti lalat dan kecoa. *Dimefluthrin* lebih banyak dipilih penggunaannya dibandingkan dengan golongan piretroid lain yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh persepsi efektivitasnya yang tinggi serta biaya yang relatif lebih rendah (Sarirah dan Madani, 2024).

## 2.6 Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

Vektor adalah makhluk hidup yang mampu menularkan berbagai penyakit menular, baik dari manusia ke manusia maupun dari hewan ke manusia. Nyamuk termasuk vektor yang paling sering dijumpai dan memiliki peran besar dalam penyebaran penyakit mematikan di dunia. Kemampuannya dalam membawa dan menularkan penyakit pada manusia menjadikan nyamuk sebagai penyebab jutaan kematian setiap tahunnya. Nyamuk *Aedes aegypti* berperan sebagai vektor penting penular virus penyebab DBD. Daerah tropis memiliki kerentanan tinggi terhadap penyebaran DBD, terutama pada peralihan musim kemarau ke musim hujan (Panggabean dkk., 2021).

*Aedes aegypti* memperoleh virus dengue ketika menghisap darah manusia yang sedang terinfeksi dengue. Virus yang masuk akan bergerak menuju saluran pencernaan nyamuk, kemudian menyebar hingga mencapai kelenjar ludah. Proses replikasi virus dengue memerlukan waktu sekitar 8 hingga 11 hari hingga menjadi bentuk yang infeksiif secara propagatif. Setelah tahap tersebut, virus tetap bersifat infeksiif sepanjang hidup nyamuk dan dapat ditularkan setiap kali nyamuk melakukan aktivitas menggigit inang (Ngadino dkk., 2024).

### 2.6.1 Taksonomi Nyamuk *Aedes aegypti*

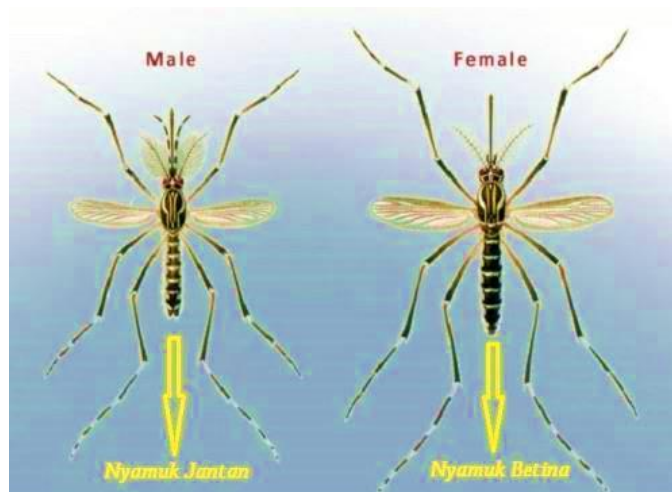
Taksonomi merupakan ilmu yang digunakan untuk mengklasifikasikan dan mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan karakteristik tertentu. Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* menurut klasifikasi Borror dkk. (1989), adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Animalia  
Filum : Arthropoda  
Kelas : Insekta  
Bangsa : Diptera  
Suku : Culicidae  
Marga : *Aedes*  
Jenis : *Aedes aegypti*

### 2.6.2 Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

*Black-white mosquito* adalah sebutan untuk nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk ini berukuran kecil dengan tubuh berwarna hitam yang memiliki ciri khas berupa dua garis putih vertikal pada bagian punggung serta garis-garis putih horizontal pada bagian kaki. Panjang tubuhnya berkisar 3 hingga 4 mm, dengan bintik putih pada toraks serta pola belang hitam-putih pada abdomen. Bagian dorsal toraks memperlihatkan tanda khas berupa dua garis sejajar di tengah dan dua garis melengkung di bagian samping. Abdomen nyamuk betina berbentuk runcing pada bagian ujung dengan cerci yang lebih panjang dibandingkan nyamuk lainnya (Elviani dkk., 2019).

Ukuran tubuh nyamuk betina lebih besar dibandingkan dengan nyamuk jantan dapat dilihat pada (Gambar 3).



**Gambar 3.** *Aedes aegypti* jantan dan betina  
(Sumber: Elviani dkk., 2019).

### 2.6.3 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna (holometabola) dalam siklus hidupnya. Tahapan tersebut dimulai dari telur yang menetas menjadi larva, kemudian berkembang melalui empat instar, selanjutnya berubah menjadi pupa, dan akhirnya bermetamorfosis menjadi nyamuk dewasa (Dwiningrum, 2022). Tahapan tersebut merupakan siklus hidup nyamuk yang berlangsung secara berurutan, di mana setiap fase memiliki morfologi dan karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat perkembangannya.

#### 2.6.3.1 Telur

Telur *Aedes aegypti* memiliki bentuk oval dan ketika baru diletakkan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hitam seiring waktu. Setelah kontak dengan air, telur akan menetas dalam waktu 1 hingga 2 hari menjadi larva setelah kontak dengan air. Telur *Aedes aegypti* memiliki ukuran panjang sekitar 0,80 mm dengan berat  $\pm 0,0113$  mg. Seekor betina dapat

menghasilkan hingga 100 butir telur setiap kali oviposisi. Telur mampu bertahan hingga 6 bulan dalam kondisi kering dan tetap dapat menetas kembali jika terendam air. Sebagian besar betina *Aedes aegypti* meletakkan telurnya di berbagai tempat penampungan air dalam setiap siklus gonotropik.

Perkembangan embrio umumnya selesai dalam 48 jam pada kondisi lingkungan lembap. Daya tetas telur dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk suhu, pH air habitat perkembangbiakan, intensitas cahaya dan kelembapan (Ngadino dkk., 2024). Adapun bentuk dari telur *Aedes aegypti* dapat dilihat pada (Gambar 4).



**Gambar 4.** Telur *Aedes aegypti* (Sumber: CDC, 2024).

#### 2.6.3.2 Larva

Larva berkembang di dalam air dan perlu naik ke permukaan untuk mengambil oksigen melalui saluran pernapasan bernama *siphon*. Larva memanfaatkan mikroorganisme serta materi organik sebagai sumber nutrisi selama tumbuh. Selama fase larva, terjadi empat kali pergantian kulit yaitu mulai dari instar 1 hingga instar 4. Seluruh proses ini biasanya memakan waktu sekitar 7 hingga 14 hari, dipengaruhi oleh suhu (Ramadona dan Wijayanti, 2024).

Larva Instar I memiliki ukuran sekitar 1-2 mm dengan tubuh transparan, duri pada bagian dada belum tampak, dan corong pernapasan masih berwarna pucat. Ukuran tubuh mulai

meningkat pada instar II menjadi 2,5-3,8 mm, duri dada masih belum terlihat, namun corong pernapasan mulai menghitam. Instar III ditandai dengan penambahan ukuran tubuh tanpa perubahan morfologi. Tahap instar IV menunjukkan struktur tubuh yang telah terbentuk lebih jelas sehingga kepala (*cephal*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*) dapat dibedakan dengan mudah. Larva *Aedes aegypti* memiliki tubuh ramping, sangat aktif bergerak, dan bersifat fototaksis negatif. Saat beristirahat, posisinya menggantung hampir tegak lurus di bawah permukaan air (Maulana dkk., 2025). Adapun morfologi dari larva *Aedes aegypti* dapat dilihat pada (Gambar 5).



**Gambar 5.** Larva *Aedes aegypti* (Sumber: CDC, 2024).

### 2.6.3.3 Pupa

Pupa *Aedes aegypti* memiliki bentuk tubuh melengkung dengan bagian kepala dan dada yang lebih besar dibandingkan dengan bagian abdomen, sehingga tampak menyerupai tanda baca koma. Pada bagian dorsal *thorax* terdapat alat pernapasan berbentuk menyerupai terompet. Ruas perut dilengkapi sepasang alat pengayuh yang berfungsi membantu pergerakan di air (Aji dkk., 2022).

Fase pupa ditandai dengan tidak adanya aktivitas makan, gerakan lambat dan proses pernapasan dilakukan dengan berada

di dekat permukaan air. Durasi perkembangan dapat berlangsung singkat hanya satu hari atau memanjang hingga beberapa minggu. Pada kondisi optimum, keseluruhan siklus dari telur hingga munculnya nyamuk dewasa membutuhkan waktu 1 sampai 2 hari. Suhu rendah dapat memperlambat perkembangan sehingga kemunculan nyamuk dewasa memerlukan waktu beberapa minggu (Lema dkk., 2021). Adapun morfologi dari pupa *Aedes aegypti* dapat dilihat pada (Gambar 6).

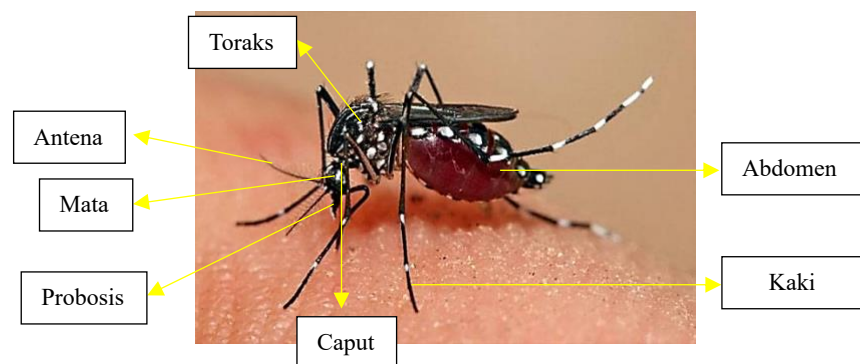


**Gambar 6.** Pupa *Aedes aegypti* (Sumber: CDC, 2024).

#### 2.6.3.4 Nyamuk Dewasa

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa memiliki tubuh berwarna hitam yang dihiasi bintik-bintik putih serta gelang putih pada persendian kakinya. Tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu caput, toraks, dan abdomen (Trianto, 2025). Ciri khas spesies ini adalah adanya pola berbentuk lyre atau gurat putih pada punggung. Umur nyamuk betina berkisar antara dua minggu hingga tiga bulan, dengan rata-rata sekitar satu bulan, sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan lingkungan. Nyamuk jantan hanya mampu bertahan hidup hingga 14 hari dan umumnya mati setelah perkawinan. Fase perubahan dari pupa menjadi imago membutuhkan waktu sekitar 7 hingga 10 hari, bergantung pada kondisi lingkungan (Lema dkk., 2021).

Nyamuk betina memiliki alat mulut bertipe penusuk-pengisap (*piercing-sucking*) yang berfungsi untuk menghisap darah sebagai sumber protein dalam pembentukan telur, sedangkan nyamuk jantan tidak dapat menggigit karena mulutnya lebih lemah dan hanya memanfaatkan nektar atau cairan tumbuhan sebagai sumber energi (Aji dkk., 2022). Kepala nyamuk dilengkapi sepasang mata majemuk dan antena dengan perbedaan morfologi antara jantan dan betina. Antena betina bertipe pilose, sedangkan antena jantan bertipe plumose. Perbedaan struktur antena ini menjadi salah satu ciri yang membedakan jenis kelamin imago (Ngadino dkk., 2024). Adapun morfologi dari nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada (Gambar 7).



**Gambar 7.** *Aedes aegypti* dewasa (Sumber: Lema dkk., 2021).

#### 2.6.4 Habitat Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* lebih cenderung menyukai air yang bersih dan didalam rumah dengan lingkungan yang lembab dan terhindar dari sinar matahari. Telur *Aedes aegypti* mampu menetas baik pada air bersih maupun pada air tercemar seperti limbah domestik dengan rentang pH 6,5 hingga 9,5. Kondisi lingkungan perindukan dan ketersediaan nutrisi turut menentukan kelangsungan hidup dari stadium telur hingga menjadi imago (Suwartawan dkk., 2021).

Faktor lingkungan yang berperan penting dalam perkembangan nyamuk antara lain suhu, pH air, dan kelembaban udara. Suhu udara optimal untuk peletakan telur berkisar antara 20-30°C, telur yang berada dalam media air pada suhu tersebut dapat menetas dalam waktu 1 hingga 3 hari, sedangkan pada suhu 16°C memerlukan sekitar 7 hari.

Kelembaban udara menjadi faktor penentu kelangsungan hidup nyamuk, di mana kelembaban rendah memperpendek umur nyamuk.

Secara fisiologis, suhu memengaruhi kecepatan perkembangan nyamuk melalui pengaturan laju metabolisme yang menjadi dasar pertumbuhan dan reproduksinya (Lema dkk., 2021).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 hingga bulan Januari 2026. Pembuatan ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) dan pengujian ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dilaksanakan di Laboratorium Zoologi, 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* dan erlenmeyer sebagai wadah meserasi, gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah etanol, bejana kaca digunakan sebagai tempat pembuatan ekstrak, timbangan analitik untuk menimbang berat sampel, blender digunakan untuk menghaluskan sampel, pengaduk digunakan untuk meratakan rendaman, kertas saring untuk memisahkan ekstrak dengan filtratnya, *vacum rotary evaporator* digunakan untuk memekatkan hasil ekstrak *Gracilaria* sp., kertas label digunakan untuk memberikan tanda pada sampel, pipet tetes berfungsi untuk memindahkan larutan, nampan plastik berfungsi sebagai tempat penetasan telur hingga menjadi pupa, kotak ukuran 30x30x30 cm

sebagai tempat pengamatan aktivitas nyamuk, alat elektrik untuk menguapkan hasil ekstrak, botol khusus alat elektrik digunakan untuk wadah ekstrak, dan *stopwatch* digunakan sebagai alat pencatat waktu.

### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah telur nyamuk *Aedes aegypti* dalam keadaan kering yang diperoleh dari Loka Labkesmas Baturaja. *Gracilaria* sp. dalam keadaan basah digunakan sebagai sampel penelitian yang diperoleh dari Tempat Budidaya Desa Wanayasa, Kecamatan Pontang, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Sebanyak 400 ml etanol digunakan sebagai pelarut. *Dimefluthrin* digunakan sebagai kontrol positif dan akuades digunakan sebagai media pengencer ekstrak serta kontrol negatif. Pakan ikan digunakan sebagai pakan telur *Aedes aegypti* dan larutan gula sebagai nutrisi untuk nyamuk dewasa.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang menerapkan empat variasi konsentrasi ekstrak etanol *Gracilaria* sp., yaitu 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. *Dimefluthrin* digunakan sebagai kontrol positif dan akuades sebagai kontrol negatif, sedangkan setiap perlakuan dilakukan dalam empat kali pengulangan. Sebanyak 20 ekor nyamuk *Aedes aegypti* dewasa pada tiap perlakuan sesuai dengan pedoman WHO (2005) yang digunakan dalam uji efektivitas insektisida. Pemaparan ekstrak etanol *Gracilaria* sp. mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Wulansari (2025) yaitu dilakukan selama 2 jam menggunakan sediaan elektrik cair dari masing-masing perlakuan. Selama pemaparan, aktivitas *knockdown* diamati dan dicatat setiap 30 menit. Setelah itu nyamuk dipindahkan ke cawan petri selama 24 jam untuk mencatat jumlah nyamuk yang mati (Rupilu, 2025).

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel *Gracilaria* sp. diperoleh dari Tempat Budidaya Desa Wanayasa, Kecamatan Pontang, Kabupaten Serang, Provinsi Banten dalam kondisi basah. Telur nyamuk *Aedes aegypti* diperoleh dari Loka Labkesmas Baturaja dalam keadaan kering. *Rearing* telur dilakukan selama 12 hari untuk mendapatkan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa. *Rearing* dilakukan dengan memasukkan telur ke dalam nampan plastik berisi air selama 1 atau 2 hari hingga menetas menjadi larva instar I sampai instar IV. Larva diberi pakan ikan sebagai makanannya hingga mencapai stadium pupa. Pupa kemudian dipindahkan ke wadah berisi air selama 1 hingga 2 hari sampai berkembang menjadi nyamuk dewasa. Penelitian ini menggunakan nyamuk *Aedes aegypti* betina berumur 3 hari. Umur nyamuk merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi daya tahan nyamuk terhadap paparan bahan aktif kimia pada insektisida (WHO, 2009).

#### 3.4.2 Pembuatan Ekstrak Etanol *Gracilaria* sp.

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi atau perendaman. Langkah awal pembuatan ekstrak *Gracilaria* sp. adalah dengan mencuci bersih sampel *Gracilaria* sp., kemudian dikeringkan selama 10 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 (Amna, 2025). *Beaker glass* disiapkan dan 400 gram simplisia *Gracilaria* sp. dicampurkan dengan 4000 ml etanol untuk dimaserasi, hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring. Hasil ekstrak yang didapatkan selanjutnya dipekatkan dengan alat *vacum rotary evaporator* sampai didapatkan ekstrak kental *Gracilaria* sp.

### 3.4.3 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak *Gracilaria* sp.

Pembuatan konsentrasi dilakukan dengan cara pengenceran ekstrak kental *Gracilaria* sp. menggunakan akuades, dengan rumus menurut (Wahyuni dan Nafi'ah, 2021).

$$V1.M1 = V2.M2$$

Keterangan:

V1 = Volume ekstrak etanol *Gracilaria* sp. yang akan diencerkan (ml)

M1 = Konsentrasi ekstrak etanol *Gracilaria* sp. yang tersedia (%)

V2 = Volume ekstrak etanol *Gracilaria* sp. yang diinginkan (ml)

M2 = Konsentrasi ekstrak etanol *Gracilaria* sp. yang akan dibuat (%)

Berikut adalah tabel hasil perhitungan konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. yang diinginkan:

**Tabel 1.** Volume Ekstrak *Gracilaria* sp. yang Digunakan

Perlakuan	Konsentrasi awal ekstrak (M1)	Konsentrasi Akhir (M2)	Volume Ekstrak (V1)	Volume Akuades	Volume Akhir (V2)
P1	100%	10%	2 ml	18 ml	20 ml
P2	100%	20%	4 ml	16 ml	20 ml
P3	100%	30%	6 ml	14 ml	20 ml
P4	100%	40%	8 ml	12 ml	20 ml
P5	100%	50%	10 ml	10 ml	20 ml

### 3.4.4 Pengujian Efektivitas Ekstrak *Gracilaria* sp.

Larutan uji yang digunakan berupa ekstrak etanol *Gracilaria* sp. dengan lima konsentrasi, yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Kontrol positif menggunakan *Dimefluthrin*, sedangkan kontrol negatif menggunakan akuades. Setiap konsentrasi ekstrak dimasukkan ke dalam botol elektrik yang sudah diberi label sesuai perlakuan. Botol-botol tersebut ditempatkan di dalam kotak pengamatan berukuran 30x30x30 cm dan diletakkan diruang penelitian Laboratorium Zoologi. Alat elektrik

dihubungkan ke sumber daya listrik dan dibiarkan bekerja selama 3 menit agar uap senyawa menyebar merata di seluruh kotak uji.

Nyamuk *Aedes aegypti* yang diambil dalam keadaan kenyang gula dan sehat. Sebanyak 20 ekor nyamuk dimasukkan ke setiap kotak pengamatan sesuai konsentrasi perlakuan, mengacu pada pedoman WHO (2005). Paparan berlangsung selama 2 jam dan proses pemaparan diakhiri dengan pemindahan nyamuk ke dalam *papper cup* untuk pemeliharaan selama 24 jam, dan jumlah nyamuk yang mengalami kematian dicatat sebagai hasil pengamatan. Seluruh rangkaian perlakuan dilaksanakan dalam empat kali pengulangan.

#### 3.4.5 Pengamatan Mortalitas Nyamuk *Aedes aegypti*

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

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

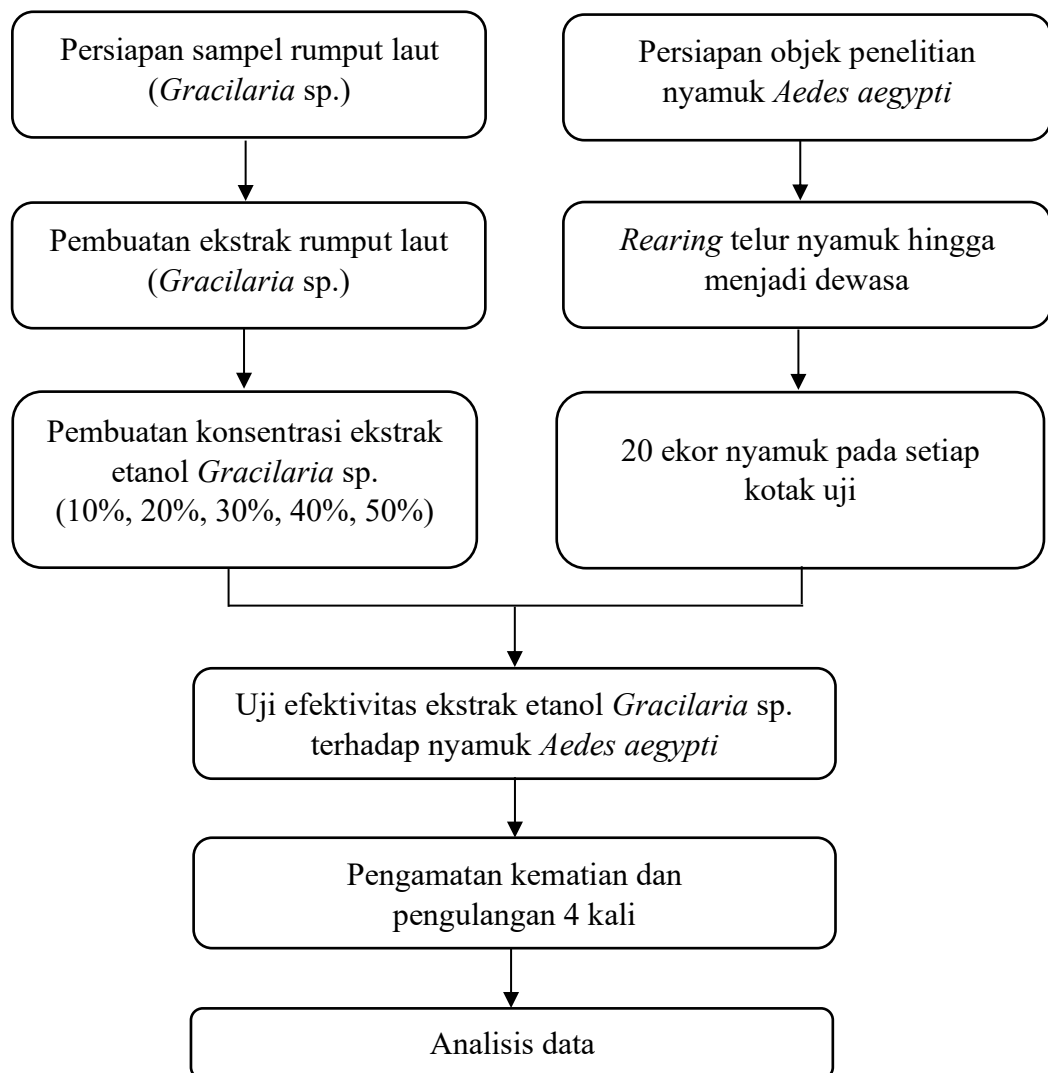
### 3.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan mencakup jumlah nyamuk *Aedes aegypti* yang mengalami kematian dan waktu yang dibutuhkan untuk melumpuhkannya setelah terpapar berbagai konsentrasi ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) menggunakan metode elektrik cair. Analisis data dilakukan menggunakan uji *one-way* ANOVA untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak terhadap tingkat kematian nyamuk pada setiap konsentrasi perlakuan. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5% guna mengetahui perbedaan pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak dalam membunuh nyamuk. Uji Probit digunakan untuk menentukan nilai *Lethal Concentration 50* (LC<sub>50</sub>) dan nilai *Knockdown Time* (KT<sub>50</sub>) dari ekstrak etanol *Gracilaria* sp. Nilai LC<sub>50</sub> digunakan untuk menilai efektivitas ekstrak dalam

membunuh 50% nyamuk uji, sedangkan nilai  $KT_{50}$  menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk melumpuhkan 50% populasi nyamuk uji pada konsentrasi tertentu. Kedua parameter tersebut menjadi dasar dalam menentukan efektivitas ekstrak sebagai bahan insektisida alami terhadap *Aedes aegypti*.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 8.** Diagram Alir Penelitian

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Ekstrak etanol *Gracilaria* sp. berpengaruh terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*, dengan konsentrasi tertinggi 50% yang mampu menyebabkan kematian sebesar 63,75% dari total nyamuk uji.
2. Ekstrak etanol *Gracilaria* sp. efektif membunuh 50% nyamuk *Aedes aegypti* dalam sediaan elektrik cair, yang ditunjukkan oleh nilai LC<sub>50</sub> pada konsentrasi 44,67%.
3. Ekstrak etanol *Gracilaria* sp. efektif melumpuhkan 50% nyamuk *Aedes aegypti* dalam sediaan elektrik cair, yang ditunjukkan oleh nilai KT<sub>50</sub> tercepat pada konsentrasi 50% dalam waktu 1 jam 2 menit.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, peneliti menyarankan agar.

1. Perlu dilakukan pengembangan penelitian dengan metode ekstraksi dan pelarut yang berbeda untuk mengidentifikasi senyawa aktif lain yang berpotensi sebagai insektisida.
2. Penerapan teknik aplikasi insektisida lainnya, seperti metode semprot atau lotion guna memperoleh hasil yang lebih optimal.
3. Penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan jenis nyamuk selain *Aedes aegypti* sebagai hewan uji, sehingga efektivitas ekstrak dapat dievaluasi secara lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, H. R., Agussalim, M. S. N., & Yamistada, G. 2022. *Model Alat Ovitrap Pengendali Nyamuk: Keperawatan Komunitas Efektivitas Modifikasi Ovitrap Perangkap Nyamuk*. Zifatama Jawa: Siodarjo.
- Al Adami, P., S., Perdana, S., R. & Aji, F., S. 2023. Penyuluhan Kesehatan Pencegahan Demam Berdarah Dengue di SD Negeri 2 Sindangsari. *Kolaborasi Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 3(2): 92-99.
- Amalia, R. N., Illahika, A. P., Musyarrofah, A., & Safithri, F. 2022. Efek Ekstrak Bunga Melati (*Jasminum sambac*) dengan Metode Elektrik terhadap Efek *Knockdown* pada Nyamuk *Aedes aegypti* Stadium Dewasa. *Jurnal Kesehatan Islam: Islamic Health Journal*. 11(1): 1-5.
- Amna, U. 2025. Skrining Fitokimia Ekstrak Kulit Batang *Timonius finlaysonianus* (Wall. Ex G. Don) Hook. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 7(2): 18-22.
- Anggun, D., & Anam K. 2020. Kombinasi Ekstrak Batang Serai Wangi dan Ekstrak Biji Pinang Muda dalam Bentuk *Spray* Sebagai Bioinsektisida Alami terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kebidanan*. (3): 31-40.
- Aseptianova, A., Wijayanti, T. F., & Nurina, N. 2017. Efektivitas Pemanfaatan Tanaman sebagai Insektisida Elektrik untuk Mengendalikan Nyamuk Penular Penyakit DBD. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 3(2): 10-19.
- Arisandi, D., Bulu, M. T., De Jesus, M. C., Saraswati, F. N., Mosa, R. P., Nono, A., & Nadifah, F. 2025. Kenali dan Cegah Demam Berdarah Dengue sebagai Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit. *Adi Widya: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 9(1): 1-7.

- Ariyanti, M., Farida, F., & Umiyati, U. 2024. Metabolit Sekunder pada Kelapa Sawit. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*. 12(1): 207-215.
- Armayanti, A., & Rasjid, A. 2020. Efektivitas Ekstrak Daun Mengkudu Dengan Metode *Spray* Dalam Pengendalian Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Sulolipu Media Komun Sivitas Akademi dan Masyarakat*. 19(1):1-9.
- Aswandi, M., Akbar, F., Chairani, M., & 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*. 1(1): 1-6.
- Azka, A., & Astuti, F. D. 2021. Penggunaan insektisida rumah tangga dan kerentanan *Aedes* sp. terhadap permetrin di Kelurahan Sorosutan Kota Yogyakarta. *ASPIRATOR-Journal of Vector-Borne Diseases Studies*. 13(2): 101-112.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2024. *Penyakit Demam Berdarah Dengue 2024*. BPS Provinsi Lampung: Bandar Lampung.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2024. *Aedes mosquito life cycle*. CDC.
- Choi, I., & Kim, H. 2022. Reducing Energy Consumption and Health Hazards of Electric Liquid Mosquito Repellents through TinyML. *Sensors*. 22(17).
- Cokrowati, N., Yatin, N., Rahmadani, T. B. C., Rusman, R., Ahmad, A., Sukriadi, S., & Pebriata, M. N. 2024. Seaweed diversity at Batu Lawang Beach, Sengkol Village, Pujut District, Central Lombok Regency. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(3): 692-701.
- Dheasabel, G., & Azinar, M. 2018. Kemampuan Ekstrak Buah Pare Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes aegypti*. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*. 2(2): 331-341.
- Dwiningrum, R. 2022. Pengaruh Ekstrak Tanaman Zodia Terhadap Morfologi Internal Nyamuk *Aedes aegypti* Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Maternitas Aisyah (JAMAN AISYAH)*. 3(1): 62-66.
- Elviani, E., Lucky, H., & Sardjito, E. W. 2019. *Larvitrap Tipe Sekat dengan Nyamuk Aedes yang Terjebak*. (Skripsi). Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

- Farida, L., & Ratnasari, E. 2019. Pengaruh Asap Cair Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*) terhadap Mortalitas Kutu Daun (*Aphis gossypii*). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 8(1): 50-55.
- Ghazali, M., Saputra, H. I., Saputra, F., Khair, G. A., Muthmaina, I., Setyaningrum, T. W. & Muspiah, A. 2025. Kandungan proksimat dan profil metabolit *Gracilaria* sp. Pantai Elak-Elak, Pulau Lombok. *Samota Journal of Biological Sciences*. 4(1), 16-22.
- Hapsari, V. A., & Samirana, P. O. 2024. Studi Antibakteri, Antioksidan, dan Potensi Alga Merah Genus *Gracilaria* sebagai Pewarna Alami. *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi*. 3: 227-239.
- Inayah, Z., Aldawiyah, K. K., Maraqonitilla, N., Meidyna, S. N., & Assir, G. C. 2025. Pengaruh Kebersihan Lingkungan terhadap Penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) di wilayah Puskesmas Gending Kabupaten Gresik. *J-KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 10(2): 139-151.
- Insani, A. N., Hafiludin, H., & Chandra, A. B. 2022. Pemanfaatan Ekstrak *Gracilaria* sp. dari Perairan Pamekasan sebagai Antioksidan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 3(1): 16-25.
- Ishak, N. I., Kasman, K., & Hidayah, N. 2021. Efektivitas Mat Kulit Limau Kuit (*Citrus amblycarpa*) Sebagai Anti Nyamuk Elektrik Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Window of Health: Jurnal Kesehatan*. 4(2): 133-143.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2024. *Profil Kesehatan Indonesia 2024*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia: Jakarta.
- 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.
- Maulana, R. A., Aryani, N., & Sukendi, S. 2025. Interaksi Fotoperiod dan Temperatur terhadap Performa Pertumbuhan dan Sintasan Larva Ikan Gabus (*Channa striata*). *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*. 13(2): 158-166.
- Milasari, P. W., Pradana, S. M., & Suryanto, I. 2020. Potensi Kombinasi Sirih Merah dan Daun Srikaya sebagai Alternatif Bahan Alami Anti Kutu Rambut (*Pediculus humanus capitis*). *Jurnal SainHealth*: 4(2).

- Naihao, Y., Wang, H., & Wang, G. 2006. Formation and early development of tetraspores of *Gracilaria lemaneiformis* (*Gracilaria*, Gracilariaceae) under laboratory conditions. *Aquaculture*. 254(4): 219-226.
- Ngadino, N., Marlik, M., & Nurmayanti, D. 2024. *Status Resistensi Aedes aegypti Terhadap Insektisida dalam Pengendalian Vektor Penyakit Demam Berdarah*. MAFI Media Literasi Indonesia: Sumatera Barat.
- Nikmah, F., Sulistyani, S., & Hestiningih, R. 2016. Potensi Ekstrak Bunga Kluwih (*Artocarpus altilis* linn) sebagai Insektisida Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes aegypti* linn dengan Metode Elektrik Cair. *Jurnal kesehatan masyarakat*. 4(1): 380-389.
- Nopianti, S., Astuti, D., & Darnoto, S. 2008. Efektivitas Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) untuk Membunuh Larva Nyamuk *Anopheles aconitus* instar III. *Jurnal Kesehatan*. 1(2): 103-114.
- Nopitasari, H. S., Fitri, L. E., & Nurdiana, N. 2014. Uji *Knockdown Effect* Ekstrak Bunga *Syzygium aromaticum* L. terhadap Nyamuk *Culex* Sp. Dewasa. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 14(1): 75-84.
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Agromedia Pustaka: Jakarta.
- Nurazizah, S., Rustamsyah, A., Perdana, F., Sujana, D., & Kusmiyati, M. 2023. Aktivitas Farmakologi Rumput Laut Genus *Gracilaria* (Rhodopyceae). *Jurnal Farmasi Sains dan Terapan*. 10(1): 38-43.
- Panggabean, M., Yulfi, H., Siregar, I. S. S., & Yosi, A. 2021. Pemberdayaan Masyarakat dalam Menanggulangi Penyakit Demam Berdarah Denggi oleh Nyamuk *Aedes* sp. sebagai tular vektor di Kelurahan Baru Ladang Bambu Kecamatan Medan Tuntungan Kota Medan. *In Talenta Conference Series: Local Wisdom, Social, and Arts (LWSA)*. 4(1).
- Patawari, A. M. Y. 2018. Pendapatan Budidaya Rumput Laut *Gracilaria* sp. di Desa Seppong, Kecamatan Belopa Utara, Kabupaten Luwu. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 6(2): 1-8.
- Pertiwi, W. R., Pratami, G. D., Setyaningrum, E., & Nurcahyani, N. 2025. Potensi Bioinsektisida Ekstrak Air dan Metanol *Gracilaria* sp. terhadap *Aedes aegypti* dengan Metode *Spray*. *Jurnal Medika Malahayati*. 9(2).

- Pratiwi, R. F., Pratami, G. D., Mumtazah, D. F., & Agustrina, R. 2024. Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado terhadap Mortalitas Kutu Putih Tanaman Pepaya. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 9(2): 107-117.
- Prescott, G.W., 1954. *How To Know The Fresh Water Algae*. W.M.C. Brown Company. IOWA. Hal 15-48.
- Purnama, D., Simbolon, R. S., Negara, B. F., Utami, M. A., Astini, L., Wardani, F. I., Herliany, N. E., & Astuti, A. F. 2025. Isolasi Senyawa Saponin dari Mangrove *Rhizophora Mucronata* dan Pemanfaatannya sebagai Pestisida Nabati Pada Larva Nyamuk. *Jurnal Enggano*. 10(1): 8-19.
- Purwaningsih, S. & Deskawati, E. 2020. Characteristics and Antioxidant Activities of *Gracilaria* sp. Seaweed from Banten. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 1: 503-512.
- Puspitasari, S. D., & Irianti, R. 2025. Uji Efektivitas Pestisida Kimia Lamda Sihlotrin Sebagai Pengendali Hama Wereng Hijau pada Tanaman Padi di Desa Karang Dukuh Kecamatan Belawang. *In Seminar Nasional Pendidikan Biologi ULM*. 1(2): 312-321.
- Putri, G. M. R. 2017. *Knockdown Effect Ekstrak Etanol Biji Alpukat (Persea americana Mill.) Terhadap Nyamuk Aedes aegypti Betina Dewasa Dengan Menggunakan Metode Semprot* (Doctoral dissertation). Universitas Brawijaya.
- Putri, T. 2019. *Membandingkan Daya Bunuh Transfluthrin, Dimefluthrin, dan Prallethrin pada Obat Nyamuk Cair Komersial Terhadap Nyamuk Culex Sp. di Laboratorium (Diptera: Culicidae)*. (Skripsi). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Quirós, A. L., Mehta, S., & Eskenazi, B. 2014. Pyrethroid Pesticide Exposure and Parental Report of Learning Disability and Attention Deficit/Hyperactivity Disorder in U.S. *Children*. 112(12): 1336–1342.
- Rahayu, N., Sulasmi, S., & Suryatinah, Y. 2017. Status Kerentanan *Ae. aegypti* terhadap Beberapa Golongan Insektisida di Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Heal Epidemiol Commun Dis*. 3:56-62.
- Rahmawati, U., Gustina, M., & Mirza, R. 2020. Efektivitas Anti Nyamuk Alami Elektrik Mat Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) dalam Mematikan

- Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal of Nursing and Public Health*. 8(2): 100-107.
- Ramadona, A. L., & Wijayanti, S. P. M. 2024. *Dinamika Penyakit Tular Vektor Nyamuk di Indonesia*. Penerbit BRIN: Jakarta.
- Rizkuloh, L. R., Bachtiar, K. R., & Susanti, S. 2022. Optimasi Formula dan Evaluasi Fisik Sediaan Cair Elektrik Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) sebagai anti nyamuk *Aedes aegypti*. *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Hasil Penelitian Program Studi S1 Farmasi*, 2(1).
- 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.
- Rose, I. P. S., Perdana, H. A., Rahmawati, S., & Putri, D. K. 2025 . Formulasi dan Uji Efektivitas Anti Nyamuk Mat Elektrik Ekstrak Etanol 96% Kulit Buah Durian (*Durio zibenthinus L.*). *Pharmacy Medical Journal (PMI)*. 8(1): 49-55.
- Rupilu, V. C., Daulian, F., Almira, F., Nur, S. N., Rahmadani, U., Sutiningsih, D., & Hadi, M. 2025. Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*) Sebagai Insektisida Elektrik Cair terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Dewasa. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*. 13(1): 1-9.
- Sabira, Z., Jabal, A. R., Ratnasari, A., & Toemon, A. I. 2024. Identifikasi Larva *Aedes aegypti* Dan *Aedes albopictus* Di Kecamatan Pahandut Kota Palangka Raya. *Tropis: Jurnal Riset Teknologi Laboratorium Medis*. 1(1).
- Saenong, M. S. 2017. Tumbuhan Indonesia Potensial Sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Kumbang Bubuk Jagung (*Sitophilus spp.*). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*.
- Sari, D. M. M., & Kurniawan, A. 2021. Pemberdayaan tenaga kerja budidaya rumput laut (*Gracilaria sp.*) melalui pendidikan non formal. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 12(1): 197-202.
- Sarirah, M., & Madani, A. K. 2024. Hubungan Kandungan Aktif Insektisida dengan Kejadian Demam Berdarah di Wilayah Kerja Puskesmas Tanjung Morawa. *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*. 13(2): 144-151.

- Setiawati, S., Hasibuan, R., Nuryasin, N., & Purnomo, P. 2018. Efikasi Ekstrak Daun Mengkudu Terhadap Mortalitas Larva *Crocidolomia binotalis* Zell. *Jurnal Agrotek Trop.* 6(2): 99-104.
- Sholichatin, N. 2020. Daya Bunuh Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) dengan Menggunakan Metode Elektrik Cair (*Liquid Vaporizer*) Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal of Chemical Information and Modeling.* 5(9): 1689-1699.
- Silva. 2021. A Review of Nomenclatural Conservation in the Algae From the Point of View of the Type Method. *University of California Publications in Botany.* 25: 241-323.
- Soamole, H. H., Sanger, G., Harikedua, S. D., Dotulong, V., Mewengkang, H. W., & Montolalu, R. I. 2018. Kandungan Fitokimia Ekstrak Etanol Rumput Laut Segar (*Turbinaria* sp., *Gracilaria* sp., dan *Halimeda macroloba*). *Media Teknologi Hasil Perikanan.* 6(3).
- 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).* 12(3): 950-964.
- Sridamayani, N. W., & Nane, L. 2022. Identifikasi Jenis Makroalga Cokelat (Phaeophyta) Di Perairan Pantai Blue Merlin, Teluk Tomini, Gorontalo. *Biospecies.* 15(1): 37-42.
- Sudarmono, S. Y. N. 2018. *Knockdown Time Ekstrak Kulit Batang Kedawung (Parkia biglobosa) Terhadap Nyamuk Aedes aegypti dengan Menggunakan Metode Semprot.* (Doctoral Dissertation). Universitas Brawijaya. Malang.
- Susanto, A. B., Siregar, R., Hanisah, H., Faisal, T. M., & Harahap, A. 2021. Analisis Kesesuaian Kualitas Perairan Lahan Tambak untuk Budidaya Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) di Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research).* 5(3): 655-667.
- Suwartawan, I. G. D., Hestningsih, R., Martini, M., Udijono, A., & Jayanti, S. 2021. Daya tetas telur *Aedes aegypti* pada Berbagai pH Air Limbah Domestik. *Jurnal Riset Kesehatan Masyarakat.* 1(1).

- Tima, M. T., & Supardi, P. N. 2021. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Ruba Re'e dan Uji Aktivitasnya Sebagai Pestisida Nabati. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 18(2): 125-136.
- Tobing, Y., Munawaroh, A., Ilmia, F., Wulansai, F., & Rahmania, A. P. 2024. Peningkatan Pengetahuan Warga dalam Memanfaatkan Bunga Telang dan Bunga Melati sebagai Insektisida Alami dalam Meminimalisir Kontak dengan Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal Human Resources 24/7. Abdimas: Abdimas*. 2(3): 13-17.
- Trianto, M. 2025. Distribusi dan habitat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* di lingkungan kampus Universitas Tadulako. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 10(1): 55-63.
- Tuti, H. K., Sari, Y. P., & Batubara, J. S. 2024. Article Review: Pemanfaatan Insektisida Nabati untuk Pengendalian Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 7(3): 1023-1028.
- Tyas, D. A. N., & Ngadino, N. 2022. Toksisitas daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai mat elektrik terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *BALABA: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*. 37-44.
- Ulfa, S. W., Alfi, R. A., Mardiah, R., Saputri, W. A., & Lubis, M. A. 2024. Identifikasi Keanekaragaman Makroalga yang Berada ada Perairan Pulau Sulawesi. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Scientific Studies*. 2(4): 188-194.
- Utami, I., & Cahyati, W. H. 2017. Potensi Ekstrak Daun Kamboja (*Plumeria acuminata*) sebagai Insektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*. 1(1): 22-28.
- Wahyuni, D., & Nafi'ah, S. 2021. Uji Efektivitas *Repellent* Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hytrix*) terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pharma Bhakta*. 1(2): 21-30.
- Wahyuni. 2022. *Efektivitas Ekstrak Daun Tembelean (Lantana camara Linn.) Sebagai Anti Nyamuk Elektrik terhadap Mortalitas Nyamuk (Aedes eegypti) dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran*. (Skripsi). Universitas Tadulako.

- Wardani, I. G. A. A. K., Megawati, F., Santoso, P., & Suwantara, I. P. T. 2019. Efektivitas Sediaan Cair Elektrik dari Ekstrak Bunga Gumitir (*Tagetes erecta* L.) Sebagai Antinyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 5(1).
- World Health Organization. 2005. *Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides* (WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2005.13). World Health Organization.
- World Health Organization. 2009. *Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control: New Edition*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. 2016. *Monitoring and Managing Insecticide Resistance in Aedes Mosquito Populations: Interim Guidance for Entomologists*. WHO/ZIKV/NC/16.1.
- World Health Organization. 2024. *Dengue and severe dengue*.
- Wulansari, U. S. 2025. *Potensi Ekstrak Etil Asetat Gracilaria sp. Sebagai Anti Nyamuk Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) Menggunakan Metode Elektrik Cair*. (Skripsi). Universitas Lampung.
- Zaenab, Z., Rasjid, A., Haerani, H., & Rafidah, R. 2025. Aplikasi Ekstrak Daun Teh Hijau Sebagai Insektisida dalam Pencegahan Nyamuk Demam Berdarah (*Aedes aegypti*) di Kelurahan Banta-Bantaeng Kota Makassar. *GEMAKES: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(1): 52-56.