

**UJI *FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY* (FTIR) PADA
EKSTRAK ETIL ASETAT RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) DAN
EFEKTIVITASNYA SEBAGAI LARVASIDA PADA *Aedes aegypti* VEKTOR
DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**

(Skripsi)

Oleh

**ELISABETH DIAN ANGGRAINI
2117021026**



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

**UJI *FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY* (FTIR) PADA
EKSTRAK ETIL ASETAT RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) DAN
EFEKTIVITASNYA SEBAGAI LARVASIDA PADA *Aedes aegypti*
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**

Oleh

ELISABETH DIAN ANGGRAINI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada
Jurusan Biologi
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

ABSTRAK

UJI *FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY* (FTIR) PADA EKSTRAK ETIL ASETAT RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) DAN EFEKTIVITASNYA SEBAGAI LARVASIDA PADA *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)

Oleh

ELISABETH DIAN ANGGRAINI

Penanggulangan DBD yang biasa dilakukan adalah penggunaan larvasida sintetik, namun larvasida sintetik dapat menimbulkan dampak negatif pada lingkungan dalam jangka waktu panjang. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan biolarvasida seperti rumput laut (*Gracilaria* sp.). *Gracilaria* sp. mengandung senyawa metabolit sekunder (flavonoid, saponin, terpenoid) yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva dengan merusak jaringan pada larva. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa metabolit rumput laut (*Gracilaria* sp.) melalui uji *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan efektivitas ekstrak etil asetat rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap mortalitas dan morfologi larva *Ae. aegypti* serta nilai LC_{50} dan LT_{50} . Metode penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yaitu konsentrasi ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% serta kontrol positif dan negatif. Hasil uji FTIR menunjukkan ekstrak etil asetat rumput laut (*Gracilaria* sp.) mengandung gugus fungsi O-H, N-H, C-H, $C\equiv C$, N=O, C=O dan C-O. Konsentrasi efektif ekstrak etil asetat rumput laut (*Gracilaria* sp.) adalah 0,89% yang dapat membunuh 50% larva uji dengan nilai LT_{50} yaitu 1,32 jam. Ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. dapat menyebabkan kerusakan morfologi berupa hancurnya organ tubuh bagian luar dan dalam larva *Ae. aegypti*.

Kata kunci: *Gracilaria* sp., Larvasida, *Ae. aegypti*.

ABSTRACT

FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR) TEST ON SEaweEDS (*Gracilaria* sp.) ETHYL ACETATE EXTRACT AND ITS EFFECTIVENESS AS LARVICIDE ON *Aedes aegypti* VECTOR OF DENGUE HEMORRHAGIC FEVER (DHF)

By

ELISABETH DIAN ANGGRAINI

The usual control of DHF is the use of synthetic larvicide, but synthetic larvicide can have negative impacts on the environment in the long term. One effort that can be done is to use biolarvicide such as seaweed (*Gracilaria* sp.). *Gracilaria* sp. contains secondary metabolite compounds (flavonoids, saponins, terpenoids) which can inhibit the growth and development of larvae by damaging the tissue in the larvae. This study aims to determine the metabolite compounds of seaweed (*Gracilaria* sp.) through the Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) test and the effectiveness of seaweed ethyl acetate extract (*Gracilaria* sp.) on the mortality and morphology of *Ae. aegypti* larvae and the LC₅₀ and LT₅₀ values. This research method was a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments, the concentration of *Gracilaria* sp. ethyl acetate extract are 0,5%, 1%, 1,5%, and 2% with positive and negative controls. The results of the FTIR test showed that seaweed ethyl acetate extract (*Gracilaria* sp.) contained functional groups O-H, N-H, C-H, C≡C, N=O, C=O and C-O. The effective concentration of seaweed ethyl acetate extract (*Gracilaria* sp.) is 0.89% which can kill 50% of test larvae with an LT₅₀ value of 1,32 hours. The ethyl acetate extract of *Gracilaria* sp. can cause morphological damage in the form of destruction of the external and internal organs of *Ae. aegypti* larvae.

Keywords: *Gracilaria* sp., Larvicide, *Ae. aegypti*.

Judul Skripsi : **UJI FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR) PADA EKSTRAK ETIL ASETAT RUMPUT LAUT (*Gracilaria sp.*) DAN EFEKTIVITASNYA SEBAGAI LARVASIDA PADA *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**

Nama Mahasiswa : **Elisabeth Dian Anggraini**

NPM : 2117021026

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing I

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

Pembimbing II

Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.
NIP. 198804222015042001

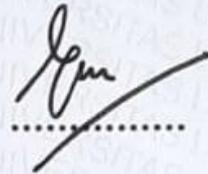
2. Ketua Jurusan Biologi
FMIPA Unila

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

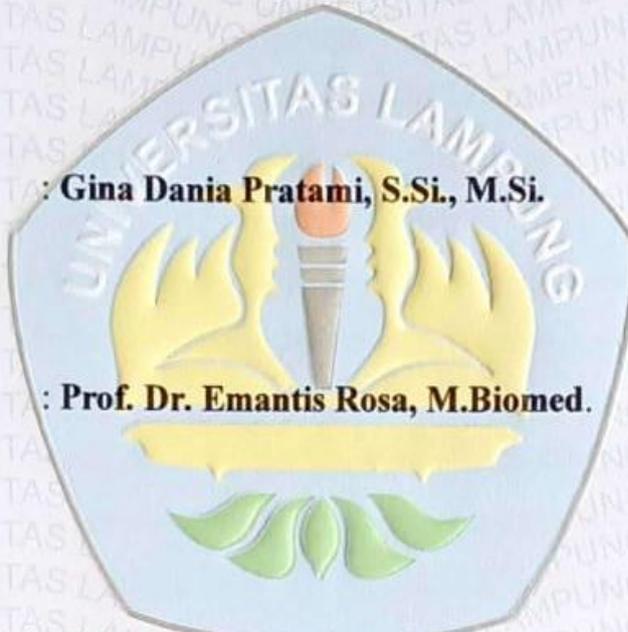
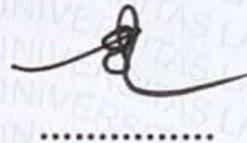
Ketua : **Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.**



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



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



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 Mei 2025**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elisabeth Dian Anggraini
Nomor Pokok Mahasiswa : 2117021026
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi saya yang berjudul “Uji *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)* pada Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut *Gracilaria* sp. dan Efektivitasnya sebagai Larvasida Pada *Aedes aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD)” baik gagasan, data, maupun pembahasan adalah benar karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang saya dapatkan. Skripsi ini saya susun dengan mengikuti pedoman dan norma akademik yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 03 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Elisabeth Dian Anggraini
NPM. 2117021026,

RIWAYAT HIDUP



Elisabeth Dian Anggraini lahir di Teluk Dalem, Lampung Timur pada 5 Agustus 2003. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Bapak Laurensius Sunarto dan Ibu Yulia Sri Lawuningsih.

Penulis mulai menempuh pendidikan di SD Negeri 1 Bandar Agung pada tahun 2009, selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan tingkat Sekolah Menengah Pertama di SMP Xaverius Metro pada tahun 2015, dan menyelesaikan tingkat Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Bandar Sribhawono pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswi Program studi S1-Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur undangan (SNMPTN).

Selama menempuh studi, penulis turut membantu proses pembelajaran sebagai asisten praktikum dalam mata kuliah Zoologi Invertebrata – Laboratorium Zoologi (2023), dan Zoologi Vertebrata – Laboratorium Zoologi (2024). Penulis aktif dalam beberapa kegiatan mahasiswa dan kerelawanan. Penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Universitas Lampung sejak 2021. Penulis menjadi anggota Biro Dana dan Usaha (Danus) HIMBIO (2022), kemudian menjadi Sekretaris Biro Danus HIMBIO (2023). Penulis juga aktif menjadi anggota volunteer Senyum Anak Nusantara (SAN) pada tahun 2024

Pada tahun 2021, penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Lampung (BPSIPL) dan mempelajari pengendalian hama tanaman dengan bahan alami. Selanjutnya penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Waringin Jaya, Kecamatan Bandar Sribhawono, Kabupaten Lampung Timur, Lampung pada Juni-Agustus 2024. Pengalaman yang telah penulis lalui semata-mata karena kemurahan dan kehendak Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan anugerah dan kasih-Nya selama masa studi penulis. Oleh karenanya, penulis berharap semoga Tuhan selalu memberkati setiap langkah penulis dengan karunia-Nya.

MOTTO

“Tuhan Buka Jalan Saat Tiada Jalan”

Jangan takut untuk terus melangkah, ada Tuhan Yesus yang menyertai langkahmu.

“Jika anda tidak bisa melakukannya dengan baik, lakukanlah dengan cinta”
-Mother Teresa

“친구가 되어 함께 걸어줘”

“Let's just run for our lives”

-Into The I-LAND

“Whatever you're worried about right now, remember that worrying doesn't solve anything”
-Jake

“Come on, show everyone that you can keep improving”
-Ni-ki

“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku”
Filipi 4:13

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur bagi Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria, serta para Kudus Allah atas rahmat dan cinta-Nya yang telah mengizinkan penulis untuk mempersembahkan karya ilmiah sebagai wujud terimakasih, rasa sayang, dan cinta kepada:

Bapak Laurensius dan Ibu Yulia, sosok teladan dalam kehidupan, orangtua yang pekerja keras, penuh kasih, humoris dan suportif. Terimakasih atas seluruh doa, dukungan, dan pengorbanan untuk mendukung saya selama masa studi.

Leonardus Dani Martian dan Katarina Rizki Wahyuni, kakak dan adikku tersayang yang selalu menyemangati dan menghibur selama penyelesaian skripsi. Harapanku semoga kemudahan menyertaimu dalam menyelesaikan pekerjaan dan pendidikanmu.

Bapak dan Ibu Dosen atas ilmu, pengalaman, dan bimbingannya selama menjalani studi S1 Biologi.

Alamamater Universitas Lampung, yang telah menyediakan kesempatan bagi penulis untuk menuntut ilmu dan membangun pengalaman selama masa studi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karunia-Nya penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul —“**UJI *FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR)* PADA EKSTRAK ETIL ASETAT RUMPUT LAUT *Gracilaria sp.* DAN EFEKTIVITASNYA SEBAGAI LARVASIDA PADA *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**” — hingga selesai yang didanai oleh HETI Project Riset Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.

Selama penyusunan skripsi banyak pihak telah membantu penulis baik secara materiil maupun moril. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Laurensius dan Ibu Yulia yang tiada henti memberikan dukungan moril, materiil, doa dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan studi dan proses pengerjaan skripsi.
2. Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
3. Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
4. Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi S1 Biologi FMIPA Universitas Lampung.
5. Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed selaku dosen pembimbing satu yang telah membimbing, menyarankan, dan mengarahkan penulis selama penyusunan skripsi.

6. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si. selaku pembimbing dua yang telah mengoreksi, memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
7. Prof. Dr. Emantis Rosa, M.Biomed. selaku pembahas yang telah memberikan arahan, masukan, dan saran kepada penulis agar penulisan skripsi menjadi lebih baik.
8. Ibu Dr. Eti Ernawati, M.P. selaku dosen pembimbing akademik (PA) yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama proses studi S1 di Universitas Lampung.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung atas ilmu, pengalaman, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan sehingga menjadikan penulis insan yang berilmu.
10. Seluruh staf administrasi dan pegawai Jurusan Biologi, Dekanat FMIPA, dan Universitas Lampung yang telah membantu dalam kelancaran proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
11. Prof. Dr. Hendri Busman, M.Biomed. selaku kepala Laboratorium Zoologi FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu proses penelitian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
12. Ibu Dhiny Suntya Putri, S.P. selaku Laboran Laboratorium Botani FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu proses penelitian dengan baik.
13. Kakakku, Leonardus Dani Martian dan adikku, Katarina Rizki Wahyuni yang telah menghibur dan memberi dukungan materiil maupun psikologis selama proses penyusunan skripsi.
14. Rekan perjuanganku, Harlina Elo Azizah yang telah kebersamai, mendukung, dan memotivasi penulis selama masa perkuliahan.
15. Sahabat-sahabatku, Nelarasi Sigalingging, Shifa Nur Auliyah, Apriyansyah Tree Saputra, Muhammad Alif Nugroho, Muhammad Altaz, yang selalu kebersamai dalam setiap suka-duka proses perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
16. Sim Jaeyun dan anggota Enhypen yang telah menjadi sumber penghibur dan motivasi di kala penulis merasa jenuh.

17. Rekan-rekan Projek Gracilaria yang telah mendukung selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi.
18. Teman-teman seperjuangan yang tergabung dalam — Keluarga Besar Angkatan Biologi 2021 — terimakasih telah kebersamai sejak empat tahun lalu sampai sekarang, dan di masa depan. Semoga kesuksesan selalu menyertai teman-teman semuanya hingga di masa yang akan datang.
19. Rekan-rekan Kabinet Aksi 2023, terutama Biro Dana dan Usaha HIMBIO 2023 yang telah kebersamai penulis selama masa perkuliahan.

Akhir kata, penulis memohon maaf apabila ditemukan ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi. Kedepannya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi untuk studi lebih lanjut.

Bandar Lampung, 03 Juni 2025

Penulis,

Elisabeth Dian Anggraini

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Aedes aegypti</i>	7
2.1.1 Taksonomi <i>Aedes aegypti</i>	8
2.1.2 Siklus Hidup dan Morfologi <i>Aedes aegypti</i>	8
2.1.3 Pengendalian <i>Aedes aegypti</i>	12
2.2 Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	13
2.2.1 Morfologi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	13
2.2.2 Taksonomi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	14
2.2.3 Kandungan Biokimia Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	15
2.3 Biolarvasida.....	16
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3 Rancangan Penelitian	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1 Penyediaan dan Persiapan Larva <i>Ae. aegypti</i>	20
3.4.2 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)..	21
3.4.3 Uji FTIR (<i>Fourier-transform Infrared Spectroscopy</i>) Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	21

3.4.4 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.) sebagai Larutan Uji.....	22
3.5 Pengamatan	24
3.6 Analisis Data	24
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Pengamatan	26
4.1.1 Uji Kandungan Ekstrak Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.) dengan FTIR (<i>Fourier-Transform Infrared Spectroscopy</i>)	26
4.1.2 Uji Efektivitas Ekstrak Etil asetat rumput laut <i>Gracilaria</i> sp. terhadap Larva <i>Aedes aegypti</i>	28
4.1.3. Analisis Probit LC ₅₀ dan LT ₅₀ Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.) sebagai Larvasida <i>Aedes Aegypti</i>	29
4.1.4 Pengaruh Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp. terhadap Perubahan Morfologi Tubuh Larva <i>Aedes Aegypti</i>	30
4.2 Pembahasan	32
4.2.1 Ekstrak Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp. Dengan FTIR (<i>Fourier-Transform Infrared Spectroscopy</i>)	32
4.2.2 Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Instar III Pada Berbagai Konsentrasi Ekstrak Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.....	34
4.2.3 Efektivitas Larvasida Ekstrak Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp. terhadap Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Berdasarkan Nilai LC ₅₀ dan LT ₅₀	36
4.2.4 Morfologi Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Instar III Pada Perlakuan Kontrol dan Konsentrasi Terbaik Ekstrak Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.	39
IV. SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan.....	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	51
Lampiran 1-6	52
Gambar 11-16.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah larva <i>Ae. aegypti</i> yang digunakan.....	19
2. Volume unit percobaan ekstrak rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	22
3. Interpretasi spektrum berdasarkan gugus fungsi dari ekstrak etil asetat rumput laut <i>Gracilaria</i> sp.	26
4. Data hasil pengamatan pada jam ke 72.....	28
5. Nilai LC ₅₀ ekstrak etil asetat rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	28
6. Nilai LT ₅₀ ekstrak etil asetat rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	29
7. Perubahan morfologi larva nyamuk <i>Ae. aegypti</i> instar III pada perlakuan kontrol dan konsentrasi terbaik (1%) ekstrak rumput laut <i>Gracilaria</i> sp.	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus hidup <i>Ae. Aegypti</i>	8
2. Telur nyamuk <i>Ae. Aegypti</i>	9
3. Larva nyamuk <i>Ae. Aegypti</i>	10
4. Pupa nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
5. Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dewasa	11
6. Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	13
7. Diagram Alir Penelitian	24
8. Spektrum FTIR ekstrak etil asetat rumput laut <i>Gracilaria</i> sp.	25
9. Histogram persentase rerata mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i> terhadap perlakuan ekstrak etil asetat rumput laut <i>Gracilaria</i> sp.	27
10. Morfologi larva nyamuk <i>Ae. aegypti</i> instar III.....	29
11. Penjemuran rumput laut	59
12. Maserasi rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.) dengan etil asetat.....	59
13. Penyaringan hasil maserasi	59
14. Evaporasi ekstrak dengan <i>rotary evaporator</i>	59
15. Ekstrak etil asetat rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	59
16. Perendaman telur <i>Ae. aegypti</i>	60
17. Pembuatan larutan konsentrasi.....	60
18. Pengujian ekstrak etil asetat rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.) Terhadap larva <i>Ae. aegypti</i>	60
19. Pengamatan morfologi larva <i>Ae. aegypti</i> menggunakan mikroskop digital.....	60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk *Ae. aegypti* dapat terinfeksi oleh virus Dengue. Virus Dengue ini dapat menular ke manusia melalui gigitan nyamuk *Ae. aegypti* (Kemenkes, 2022). Tercatat sebanyak 60.296 kasus demam berdarah di Indonesia dengan angka kematian sebanyak 455 hingga tahun 2024. Jumlah ini terus bertambah dari pekan-pekan sebelumnya (Kemenkes, 2024). Penyakit DBD banyak ditemukan di daerah tropis seperti Asia Tenggara, India, Brazil, Amerika, dan Indonesia, kecuali di tempat-tempat dengan ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan air laut. Pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor utama DBD juga telah dilakukan, baik secara fisik, kimia maupun biologi. Dari ketiga metode tersebut pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan insektisida, baik dengan *fogging* menggunakan senyawa kimia *malathion*, *abate*, dan *fenthion*, maupun larvasida masih merupakan upaya pengendalian vektor yang paling banyak dilakukan oleh pemerintah maupun masyarakat untuk mengurangi penularan (Putri dan Huvaaid, 2019).

Penanggulangan DBD umumnya masih bergantung pada pengendalian vektornya (Sudarmaja *et al.*, 2022). Pengendalian yang efektif untuk memberantas penyakit DBD dilakukan dengan cara memutus siklus hidup vektor, salah satunya melalui penggunaan larvasida. Larvasida yang sering digunakan masih berupa larvasida sintetik. Hal ini karena larvasida sintetik cukup efektif dan efisien untuk membunuh larva nyamuk. Selain itu larvasida

sintetik juga dapat memberikan respon secara langsung pada larva. Namun dalam dosis tinggi, larvasida sintetik dapat bersifat racun bagi manusia dan menimbulkan pencemaran lingkungan (Solihat dkk., 2021). Oleh karenanya diperlukan alternatif larvasida alami yang efektif, aman, serta mudah didapat.

Larvasida alami dapat diperoleh dari ekstrak tumbuhan. Menurut Bisyaroh (2020), tanaman yang dapat menjadi sumber bahan insektisida nabati untuk pengendalian vektor adalah tanaman yang memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti saponin, tannin, flavonoid, steroid, alkaloid dan minyak atsiri. Beberapa senyawa tersebut berfungsi sebagai larvasida dan dapat menyebabkan kematian terhadap larva *Ae. aegypti*. Salah satu tumbuhan yang dinilai berpotensi sebagai larvasida adalah rumput laut *Gracilaria* sp.

Rumput laut merupakan alga yang dimanfaatkan sebagai bahan baku di berbagai industri karena rumput laut memiliki kandungan nutrisi yang baik. *Gracilaria* sp. adalah rumput laut dari kelas Rhodopyceae yang banyak didapatkan dari berbagai perairan di Indonesia (Endraswari dkk., 2021). Penelitian Bhernama (2020) skrining fitokimia dari rumput laut *Gracilaria*, sp. menunjukkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang ada pada rumput laut *Gracilaria* sp. ini antara lain flavonoid, saponin dan terpenoid. Kandungan metabolit sekunder tersebut berpotensi menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva dengan merusak jaringan-jaringan pada larva sehingga dapat meningkatkan mortalitas larva.

Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. memiliki pengaruh yang berbeda terhadap mortalitas larva. Senyawa flavonoid menghambat enzim endokrin dan mencegah pelepasan enzim pencernaan (Yuliany & Fitriani, 2020). Senyawa saponin bertindak sebagai racun perut. Saponin dapat merusak membran sel pada larva, mengganggu lapisan lipid dari epikutikula, lapisan protein endokutikula yang dapat menyebabkan senyawa toksik dapat masuk dengan mudah

kedalam tubuh larva *Ae. aegypti* (Susanti *et al.*, 2021). Terpenoid bertindak sebagai solven untuk memfasilitasi toksin bergerak melalui membran sehingga dapat mengganggu metabolisme larva dan mengakibatkan kematian larva (Yulianti *et al.*, 2017). Terpenoid memiliki efek yang sinergis bagi senyawa metabolit sekunder lain. Senyawa metabolit sekunder tersebut merupakan racun kontak yang dapat mengakibatkan kematian terus- menerus. Racun kontak adalah larvasida alami maupun sintetis yang masuk ke dalam tubuh larva melalui celah pada tubuh larva *Ae. aegypti*. Larva akan memiliki resiko kematian yang tinggi apabila mengalami kontak langsung larvasida tersebut karena kekurangan cairan (Malik *et al.*, 2020).

Untuk menguji kandungan senyawa metabolit sekunder pada *Gracilaria* sp. Dapat dilakukan dengan uji *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Uji FTIR adalah metode yang menggunakan spektroskopi inframerah. Dalam spektroskopi inframerah, radiasi inframerah dilewatkan melalui sampel. Sebagian radiasi akan diserap oleh sampel dan sebagian lainnya akan dilewatkan atau diteruskan. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa-senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan (Sjahfirdi dkk., 2015). Digunakan uji FTIR karena metode ini memiliki keuntungan yaitu preparasi sampel yang cepat dan sederhana, memungkinkan analisis langsung tanpa prosedur pemisahan (Nandiyanto *et al.*, 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian “Uji *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) pada Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut *Gracilaria* sp. dan Efektivitasnya sebagai Larvasida Pada *Aedes aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD)” sebagai upaya pencegahan DBD melalui alternatif yang efektif dan minim pencemaran.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah.

1. Mengetahui kandungan metabolit sekunder pada ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. melalui uji FTIR.
2. Mengetahui efektivitas ekstrak etil asetat rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap mortalitas dan nilai LC₅₀ dan LT₅₀ efektif ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. sebagai larvasida nyamuk *Ae. aegypti*.
3. Mengetahui pengaruh ekstrak etil asetat *Gracilaria* sp. terhadap morfologi larva *Ae. aegypti*.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai kandungan metabolit sekunder pada rumput laut (*Gracilaria* sp.) dan penggunaan ekstrak etil asetat rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai larvasida terhadap nyamuk *Ae. aegypti* serta dapat menanggulangi kasus Demam Berdarah Dengue (DBD).

1.4 Kerangka Pemikiran

Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* dapat membawa dampak yang besar dan cukup parah pada kesehatan masyarakat. Salah satu penanganan yang dapat dilakukan adalah dengan menghambat atau membunuh salah satu fase perkembangbiakan larva nyamuk menggunakan larvasida. Penanggulangan yang sering dilakukan masyarakat adalah dengan penggunaan larvasida sintetik seperti Abate dengan kandungan aktif temephos. Temephos adalah senyawa organofosfat yang dapat mencemari lingkungan. Penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia ini di dalam ekosistem, yang berpotensi merusak organisme non-target dan mengganggu keseimbangan ekosistem serta dapat menimbulkan risiko kesehatan.

Kandungan bahan aktif pada temephos dapat mempengaruhi sistem saraf, terutama jika terpapar dalam jumlah besar. Selain itu, penggunaan temephos secara terus-menerus dapat menyebabkan nyamuk *Ae. aegypti* mengembangkan resistensi terhadap insektisida ini. Hal ini berarti bahwa efektivitas temephos dalam membunuh larva dapat menurun seiring waktu, sehingga memerlukan peningkatan dosis atau penggunaan insektisida lain yang lebih kuat karena konsentrasi yang sebelumnya efektif tidak lagi memberikan hasil yang sama.

Meskipun Larvasida sintetik cukup efektif dalam membunuh larva namun perlu diperhatikan mengenai dampak penggunaan senyawa kimia terhadap lingkungan hidup. Selain larvasida sintetik, terdapat beberapa tumbuhan yang memiliki senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai larvasida, seperti flavonoid, terpenoid, tanin, saponin, dan alkaloid. Penggunaan tumbuhan sebagai larvasida dapat mengurangi dampak negatif penggunaan senyawa kimia di masa yang akan datang.

Salah satu tumbuhan yang memiliki senyawa metabolit sekunder sebagai larvasida adalah rumput laut *Gracilaria* sp. Pada penelitian ini akan menggunakan simplisia rumput laut *Gracilaria* sp. sebanyak 500 gr dengan etil asetat sebagai pelarut. Pada percobaan larva nyamuk *Ae. aegypti* akan diberikan perlakuan berbeda, yaitu pemberian ekstrak 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% serta kontrol positif berupa abate dan kontrol negatif berupa air. Pengamatan akan dilakukan setiap 6 jam sekali selama 3 hari. Menurut Yudiawati (2019) bahwa semakin tinggi konsentrasi larvasida maka semakin tinggi jumlah mortalitas yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh banyaknya racun yang terakumulasi dalam konsentrasi tertinggi. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis probit untuk mengetahui konsentrasi efektif sebagai larvasida..

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Konsentrasi 2% ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. efektif menyebabkan mortalitas dan kerusakan morfologi larva nyamuk *Ae. Aegypti*.
2. Ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. efektif terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes* spp. termasuk dalam kelompok serangga dengan bentuk siklus hidup berupa telur, larva, pupa dan dewasa. Perubahan bentuk yang dialami mulai dari telur nyamuk yang berwarna hitam dan lonjong, lalu menetas menjadi larva. Larva hidup di air dan bernapas menggunakan sifon, berkembang dari larva instar 1 hingga larva instar 4. Setelah beberapa hari larva instar 4 berkembang menjadi pupa atau kepompong yang berbentuk unik, seperti huruf “C” atau “U”, pupa tidak bergerak dan tidak makan. Pupa kemudian berubah menjadi nyamuk dewasa yang memiliki kaki dan sayap untuk terbang. Perubahan dari telur nyamuk sampai serangga dewasa disebut metamorfosis (Sigit dan Hadi, 2006). Larva nyamuk *Aedes* sp. memiliki ciri-ciri morfologi khusus yang digunakan untuk acuan identifikasi, yaitu sifon pendek di bagian ujung abdomen dan pola sisir seperti sutra pada tubuh. Secara umum, nyamuk *Aedes* sp. mempunyai tubuh yang lebih kecil dibanding nyamuk *Culex* sp. Ciri-ciri khususnya adalah pada nyamuk *Aedes* sp. dewasa ditemukan *lyre form* atau garis-garis putih yang khusus terdapat pada bagian abdomennya. Probosisnya hitam dengan palipi yang pendek. Pada bagian *thorax*, yaitu pada bagian mesonotumnya terdapat dua garis lurus dan dua garis melengkung tebal di sisi toraks (Lema *et al.*, 2021).

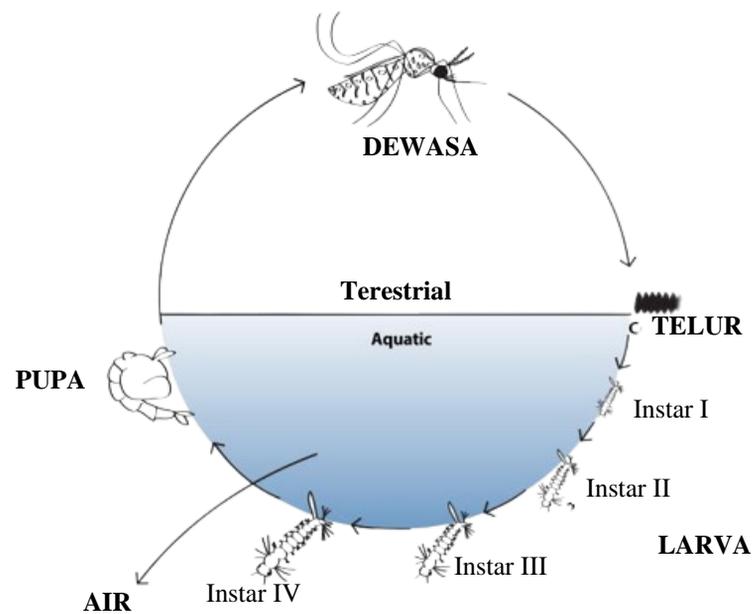
2.1.1 Taksonomi *Aedes aegypti*

Menurut Borror *et al.*, (1996) klasifikasi nyamuk *Ae. aegypti* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Ordo	: Diptera
Family	: Culicidae
Genus	: <i>Aedes</i>
Species	: <i>Ae. aegypti</i>

2.1.2 Siklus Hidup dan Morfologi *Aedes aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* cenderung bertelur pada media yang bersih dan stagnan atau tidak mengalir (Yulianti dkk., 2020). *Ae. aegypti* mengalami empat tahap perkembangan dengan ciri morfologi yang berbeda pada tiap stadiumnya. Perkembangan *Ae. aegypti* dibagi menjadi stadium telur – larva – pupa – nyamuk dewasa. Perkembangan nyamuk *Ae. aegypti* pada stadium telur hingga pupa terjadi di air, sedangkan nyamuk dewasa berkembang dan beraktivitas di udara. Umumnya usia nyamuk berkisar selama 2 minggu, namun ada pula yang mencapai 2 – 3 bulan (Lema *et al.*, 2021). Siklus hidup *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus hidup *Ae. aegypti* (Miller, 2024)

A. Stadium Telur

Telur nyamuk *Ae. aegypti* berwarna hitam dan memiliki ujung yang runcing serta berbentuk panjang dan lonjong, telur nyamuk *Ae. aegypti* berbentuk elips atau oval memanjang, permukaan poligonal, dan tidak memiliki alat pelampung (Lema *et al.*, 2021). Telur *Ae. aegypti* memiliki berat 0,0010-0,015 mg. Pada permukaan luar dinding sel tersebar suatu struktur sel yang disebut *outer chorionic cell*, yaitu struktur berbentuk heksagonal yang berfungsi untuk melindungi telur dari kerusakan fisik dan membantu menempel pada substrat (Suman dkk., 2011). Morfologi stadium telur nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Telur nyamuk *Ae. aegypti* (Mawardi, 2023)

B. Stadium Larva

Pada stadium larva, bagian *thorax*, *spinae* dan *siphon* belum terlalu jelas. Menurut Lema *et al.* (2021) instar nyamuk memiliki ciri sebagai berikut.

1. Larva Instar I memiliki ukuran 2 mm, tubuhnya sangat kecil, warna transparan, panjang 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada (*thorax*) belum begitu jelas dan corong pernapasan (*siphon*) belum begitu menghitam
2. Larva Instar II, *siphon* sudah mulai menghitam namun duri-duri (*spinae*) belum terlalu jelas dan memiliki ukuran 3 mm, bertambah besar, ukuran 2,5-3,5 mm, duri dada belum jelas, dan corong pernapasan (*siphon*) sudah berwarna hitam
3. Larva Instar III, duri-duri (*spinae*) mulai tampak jelas pada larva instar III serta *siphon* mulai menghitam dan berukuran 4 mm. berukuran 4 – 5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman
4. Larva Instar IV, struktur morfologinya sangat jelas, mulai dari kepala, dada dan abdomen. *Siphon* berubah warna menjadi hitam dan duri-duri (*spinae*) sudah sangat tampak jelas serta memiliki ukuran 6 mm. dengan kepala berwarna gelap dan berukuran paling besar 5 - 6 mm.

Morfologi stadium larva nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Larva nyamuk *Ae. aegypti* (Mawardi, 2023)

C. Stadium Pupa

Pupa *Ae. aegypti* berbentuk seperti koma, kepala dan toraks menyatu. Pada ruas ke delapan, terlihat sepasang *paddles* (alat pengayuh) yang digunakan untuk bergerak di dalam air. Pupa tidak membutuhkan makanan tetapi membutuhkan udara yang cukup. Pupa bernafas pada permukaan air melalui sepasang struktur seperti terompet kecil pada toraks (Lema *et al.*, 2021). Morfologi stadium pupa nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pupa nyamuk *Ae. aegypti* (Mawardi, 2023)

D. Stadium Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa memiliki tubuh yang tersusun atas tiga bagian yaitu, caput, toraks, dan abdomen. Nyamuk *Ae. aegypti* berukuran kecil dengan warna dasar hitam. Bagian dada, perut dan kaki terdapat

bercak-bercak putih yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Nyamuk betina menghisap darah menggunakan probosis yang ada pada bagian kepala. Nyamuk jantan tidak menghisap darah dan memperoleh sumber energi dari nektar bunga ataupun tumbuhan. Nyamuk betina memiliki antena yang disebut dengan pilose, sedangkan pada jantan disebut dengan plumose. Pada nyamuk betina alat kelamin disebut dengan cerci sedangkan pada nyamuk jantan disebut dengan hypopigidium (Lema *et al.*, 2021). Morfologi stadium nyamuk *Ae. aegypti* dewasa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa (CDC, 2020)

2.1.3 Pengendalian *Aedes aegypti*

Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* yang berlangsung cepat akan berpengaruh pada jumlah populasi nyamuk yang akan bertambah dan tingkat kejadian penyakit yang disebabkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* semakin tinggi (Lema *et al.*, 2021). Oleh sebab itu diperlukan pengendalian populasi nyamuk *Ae. aegypti* dengan memotong salah satu tahapan siklus hidupnya. Salah satu stadium dalam siklus hidup nyamuk yang mudah untuk dikendalikan adalah stadium larva.

2.2 Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Indonesia dengan kekayaan sumber daya alamnya menghasilkan berbagai hasil pertanian dan laut. Selain ikan, rumput laut adalah salah satu hasil laut dengan manfaat yang luas. Rumput laut dikenal dengan istilah *sea weeds*, secara ilmiah bernama alga atau ganggang. Rumput laut termasuk salah satu anggota alga yang berklorofil, sehingga dapat disebut tanaman walaupun secara botani rumput laut tidak termasuk golongan rumput-rumputan (*graminae*). Jenis rumput laut ada yang hidup di perairan tropis, subtropis, dan perairan dingin. Hampir di sepanjang pantai di nusantara ini merupakan daerah penghasil rumput laut. Di antaranya perairan pantai barat Pulau Sumatera, Kepulauan Riau, dan Bangka Belitung. Secara morfologis, rumput laut merupakan tanaman yang berklorofil dan memiliki talus atau batang. Rumput laut tidak memiliki perbedaan yang jelas antara akar, batang, dan daun (Nikmah, 2019).

2.2.1 Morfologi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut *Gracilaria* sp. memiliki morfologi yang khas dan unik. Thallus-nya berbentuk silindris, licin, dan berwarna coklat atau kuning hijau (Yuliana, 2022). Percabangan thallus tidak beraturan, memusat ke arah pangkal, dan bercabang lateral memanjang menyerupai rambut dengan panjang berkisar 15-30 cm. Warna thallus dapat berubah menjadi ungu saat terkena sinar matahari secara langsung, menunjukkan sifat fotosintesis yang aktif. Morfologi ini tidak berbeda jauh dengan alga dari kelas lain, tetapi ciri khasnya adalah struktur tubuh yang mirip, walaupun sebenarnya berbeda, yang disebut sebagai thallus (Sarita dkk., 2021).

Gracilaria sp. hidup melekat pada substrat seperti pasir, lumpur, karang, kulit kerang, karang mati, batu, dan kayu yang berada di kedalaman sekitar 10–15 meter di bawah permukaan laut. Kondisi salinitas di perairan tersebut berada pada konsentrasi 12–30 per mil,

membuatnya dapat tumbuh di berbagai perairan tropis. Rumput laut ini banyak dibudidayakan di sepanjang Pantai Utara Jawa dan Nusa Tenggara Barat, seperti di daerah Serang, Bekasi, Karawang, Indramayu, Brebes, Tegal, Pemalang, Jepara, Lamongan, Sekotong, Lombok Barat, Teluk Cempai, dan Dompu. Panen dilakukan dengan cara memetik thallus dan meninggalkannya sebagian pada substrat supaya dapat tumbuh kembali, sehingga memungkinkan produksi berulang (BBPP Kupang, 2023). Morfologi *Gracilaria* sp. dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

2.2.2 Taksonomi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Menurut Prescott (1954), secara taksonomi *Gracilaria* sp. dapat di klasifikasikan ke dalam:

- Division : Rhodophyta
- Class : Florideophyceae
- Order : Gracilariales
- Family : Gracilariaceae
- Genus : *Gracilaria*
- Species : *Gracilaria* sp.

2.2.3 Kandungan Biokimia Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang. Rumput laut dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, industri, pangan, kecantikan, dan lain sebagainya. Hal ini karena rumput laut dapat menghasilkan senyawa-senyawa metabolit primer dan sekunder. Kandungan senyawa metabolit primer diantaranya vitamin, mineral, serat, alginat dan agar sedangkan kandungan metabolit sekunder berpotensi sebagai antibakteri, antivirus, dan antijamur (Sidauruk *et al.*, 2021). Sedangkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tumbuhan memiliki efektivitas sebagai biolarvasida diantaranya senyawa fenol, alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, steroid, triterpenoid dan minyak atsiri.

Menurut Haikal (2023) beberapa senyawa yang umum ditemukan dalam *Gracilaria* sp. antara lain karbohidrat, protein, lemak, serat, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif seperti fenolat, flavonoid, dan fitosterol. Selain sebagai sumber agar, *Gracilaria* sp. juga dikenal sebagai sumber fitokimia aktif biologis seperti karotenoid, terpenoid, *xanthophylls*, *phycobilins*, asam lemak tak jenuh, polisakarida, vitamin, sterol, tokoferol, dan *phycocyanin* (Francavilla dkk., 2013). Menurut Ravikumar *et al.* (2012) bahwa beberapa fakta kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenol, saponin, triterpenoid dan tanin jika bekerja secara bersamaan dapat berperan sebagai larvasida, insektisida dan obat nyamuk. Larvasida berbahan dasar alami merupakan pengembangan baru untuk mengatasi permasalahan lingkungan yaitu pencemaran dan resistensi dibandingkan dengan larvasida kimiawi yang telah banyak digunakan oleh masyarakat (Ravaomanrivo *et al.*, 2014).

2.3 Biolarvasida

Hal yang sering dilakukan untuk mengendalikan hama dan penyakit terutama vektor DBD adalah senyawa kimia. Senyawa kimia yang umum digunakan adalah Abate dengan kandungan aktif Temephos. Abate bekerja dengan cara menghambat enzim penting pada sistem saraf. Abate dapat digunakan untuk membunuh jentik nyamuk (larva) sehingga dapat mencegah perkembangbiakan dan mengurangi penyebaran penyakit (Dinkes NTB, 2017). Penggunaan abate cukup efektif dalam membunuh larva, namun penggunaan terus menerus berpotensi menimbulkan dampak buruk pada lingkungan dan kesehatan sehingga perlu suatu alternatif larvasida berbahan alami.

Biolarvasida adalah salah satu pengendalian hama alternatif yang sangat alami karena senyawa larvasida dari tumbuhan mudah terurai di lingkungan. Bagian organ dari tumbuhan yang dapat digunakan sebagai biolarvasida antara lain daun, bunga, batang, biji dan sebagainya. Penggunaan biolarvasida alami relatif lebih aman sehingga diyakini tidak akan meninggalkan residu di udara, air, dan tanah. Oleh karena itu perlu adanya larvasida alami yang ramah lingkungan dan aman digunakan dengan memanfaatkan bahan dari tanaman yang ditemukan disekitar (Wardana & Asngad, 2024). Menurut Nguyen *et al.*, (2020) menyatakan bahwa tanaman yang berpotensi sebagai larvasida adalah tanaman yang mengandung senyawa seperti alkaloid, kumarin, tanin, flavonoid, fenol, triterpenoid, dan saponin. Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai biolarvasida adalah rumput laut *Gracilaria* sp.

Alkaloid, flavonoid, dan saponin dapat bereaksi sebagai racun pada larva baik sebagai racun kontak maupun racun perut. Alkaloid aktif yang bekerja pada sistem saraf, serta dapat menyebabkan gangguan sistem pencernaan karena alkaloid bertindak sebagai racun perut yang masuk melalui mulut larva. Alkaloid memiliki kemampuan bekerja sebagai racun kontak yang baik

karena kemampuannya untuk menembus kutikula serangga. Pada larva alkaloid bekerja baik sebagai racun kontak maupun racun perut, pada sistem saraf senyawa aktif ini bekerja pada ganglia sistem syaraf pusat. Alkaloid sebagai racun kontak dan perut yang membunuh serangga secara perlahan karena dapat membunuh nafsu makan serangga sehingga dapat menurunkan aktifitas makan serangga (*stop feeding action*). Flavonoid dapat masuk melalui kutikula yang melapisi tubuh larva sehingga dapat merusak membran sel oleh karena dapat digunakan sebagai larvisida (Hastutiek & Sunarto, 2015).

Saponin merupakan senyawa bioaktif sebagai zat toksik termasuk dalam golongan racun kontak karena dapat masuk melalui dinding tubuh larva dan sebagai racun perut karena dapat masuk melalui mulut larva ketika larva makan. Saponin memiliki sifat seperti deterjen sehingga dinilai mampu meningkatkan penetrasi zat toksik karena dapat melarutkan bahan lipofilik dalam air. Saponin juga dapat mengiritasi mukosa saluran pencernaan. Selain itu, saponin juga memiliki rasa pahit sehingga menurunkan nafsu makan sehingga larva akan mati karena kelaparan (Hastutiek & Sunarto, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024-Februari 2025, di Laboratorium Zoologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung. Pembuatan ekstrak etil asetat rumput laut (*Gracilaria* sp.) dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung. Uji FTIR dilakukan di Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Lampung. Perlakuan efektivitas ekstrak *Gracilaria* sp. sebagai larvasida terhadap larva *Ae. aegypti* sampai dengan pengamatan kematian larva nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *beaker* 2000 ml sebagai tempat maserasi, erlenmeyer sebagai tempat penyaringan, corong sebagai tempat memasukkan ekstrak pada proses penyaringan. Identifikasi kandungan senyawa metabolit sekunderr dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared spectrophotometer Cary 630 with Dial Path* (Agilent). Perlakuan efektivitas larvasida menggunakan gelas plastik 200 ml sebagai tempat perlakuan, timbangan analitik untuk menimbang berat sampel, gelas ukur untuk mengukur larutan dan ekstrak, spatula untuk mengaduk ekstrak, kertas label untuk menandakan sampel, mesin penggiling sebagai penghalus sampel, *bubble wrap* untuk menutup gelas beaker selama proses maserasi,

kertas saring untuk menyaring ekstrak, oven untuk mengeringkan sampel, *rotary evaporator* untuk menghasilkan ekstrak kental, nampan sebagai wadah untuk perkembangbiakan larva, sendok atau pipet digunakan untuk memindahkan larva. Pengamatan larva hasil perlakuan menggunakan mikroskop digital, *object glass* sebagai alas untuk meletakkan preparat yang diamati pada mikroskop digital untuk mengamati morfologi larva setelah pemberian ekstrak.

Bahan yang digunakan adalah rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai sampel penelitian yang didapat dari pantai Merak, Serang, Kota Banten. Larva nyamuk *Ae. aegypti* instar III sebagai objek penelitian yang didapat dari Loka Labkesmas Baturaja, pelet ikan sebagai makanan larva, etil asetat sebagai pelarut, akuades sebagai pengenceran ekstrak, air sebagai kontrol negatif, dan abate sebagai kontrol positif.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. sedangkan variabel terikat penelitian ini adalah mortalitas larva *Ae. aegypti*. Penelitian ini menggunakan 500 gram simplisia *Gracilaria* sp. yang dilarutkan menggunakan pelarut etil asetat. Terdapat 6 perlakuan yang terdiri dari 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, air sebagai kontrol negatif, dan abate 1% sebagai kontrol positif (Jamal *et al.*, 2016). Pada setiap perlakuan dilakukan 4 kali pengulangan dan setiap ulangan menggunakan 25 ekor larva nyamuk *Ae. aegypti*.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dimulai dari pengambilan sampel yaitu rumput laut *Gracilaria* sp. dan telur nyamuk *Ae. aegypti* kemudian pembuatan ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. selanjutnya dilakukan uji FTIR

(*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*), dilanjutkan dengan pembuatan variasi konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. hingga pengujian efektivitas ekstrak *Gracilaria* sp.

3.4.1 Penyediaan dan Persiapan Larva *Ae. aegypti*

Telur nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan diperoleh dari Loka Labkesmas Baturaja, Sumatera Selatan dalam bentuk sediaan kering. Penyediaan larva berasal dari telur yang ditetaskan di air pada nampan yang diisi air dan pelet pakan ikan yang dihaluskan selama 2 hari. Larva yang sudah menetas diberi nutrisi berupa pelet ikan halus dan dibiakkan di air selama 3-5 hari hingga melewati fase instar I hingga instar III. Ketika larva sudah sampai pada fase instar III, larva dipindahkan ke gelas plastik dan siap digunakan sebagai objek penelitian.

Larva yang digunakan pada penelitian adalah 25 ekor pada setiap perlakuan. Sehingga total larva yang digunakan yaitu sebanyak 600 larva. Jumlah larva yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah larva *Ae. aegypti* yang digunakan

Konsentrasi	Jumlah larva × jumlah pengulangan	Total
K(+) K(-) 0,5% 1% 1,5% 2%	(1% Temephos) (Air) 25 larva × 4 25 larva × 4	100 larva 100 larva 100 larva 100 larva 100 larva 100 larva
Jumlah total larva yang digunakan dalam penelitian		600 larva

3.4.2 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut *Gracilaria* sp. yang diperoleh dari laut Merak, Serang dicuci dan dibilas menggunakan air bersih. Rumput laut *Gracilaria* sp. sebanyak 5 kg yang telah bersih dari kotoran dikering-anginkan selama 1 minggu pada suhu ruang dan terhindar dari cahaya matahari hingga kering, selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 37-38°C untuk mengurangi kadar air yang masih tersisa. Rumput laut *Gracilaria* sp. yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender hingga terbentuk serbuk, selanjutnya disaring dan ditimbang hingga berat mencapai 500 gram simplisia (Yu *et al.* 2015).

Simplisia kemudian disimpan dalam botol gelap yang kedap udara untuk menjaga kandungan yang ada di dalamnya. Proses ekstraksi maserasi yang dilakukan membutuhkan 500 gram simplisia rumput laut *Gracilaria* sp. selanjutnya direndam dengan 5000 ml etil asetat, perbandingan simplisia:etil asetat 1:10 dalam *beaker glass* selama 3x24 jam. Perendaman 3x24 jam bertujuan untuk memaksimalkan proses pengambilan senyawa kimia yang terdapat pada sampel *Gracilaria* sp. Hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring selanjutnya dilakukan penguapan menggunakan *evaporator* pada suhu 40°C dalam waktu kurang lebih 2 jam tanpa ditutup untuk mendapatkan ekstrak kental dengan senyawa aktif di dalamnya. Ekstrak disimpan dalam wadah kedap udara sebelum dilakukan pengenceran.

3.4.3 Uji FTIR (*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*) Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

FTIR merupakan salah satu spektrum yang banyak digunakan untuk mengetahui spectrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia. FTIR (*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*) menggunakan spektroskopi inframerah untuk mendeteksi gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis

campuran dari sampel yang dianalisis tanpa merusak sampel. Metode yang digunakan saat uji FTIR merupakan metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah oleh molekul suatu materi. Adsorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat yakni kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan frekuensi vibrasional molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi (Afrianto dan Creceley, 2020).

Untuk analisis FTIR, sampel *Gracilaria* sp. dihaluskan menjadi serbuk homogen dan dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada suhu 40°C. Spektrum inframerah diperoleh dengan metode transmitan, sampel diletakkan pada kristal dan ditekan agar menempel sempurna. Pengukuran dilakukan pada rentang bilangan gelombang 650 - 4000 cm⁻¹ dengan resolusi 16 cm⁻¹. Setiap spektrum direkam dalam waktu sekitar 25 detik dan diulang sebanyak tiga kali untuk memastikan akurasi data. Terakhir, area sidik jari (*fingerprint region*) pada spektrum *Gracilaria* sp. direkam dan digunakan untuk mengidentifikasi komponen karakteristiknya.

3.4.4 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) sebagai Larutan Uji

Berdasarkan Indrawati dkk., (2023) perhitungan konsentrasi ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. dari larutan stok yang telah dibuat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M1.V1 = M2.V2$$

Keterangan :

M1 = Konsentrasi ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. (%)

V1 = Volume ekstrak yang akan diencerkan (ml)

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

V2 = Volume larutan (ekstrak+akuades) yang diinginkan (ml)

Setiap konsentrasi ekstrak yang telah dibuat dari stok larutan ditambahkan akuades hingga 100 ml. Berdasarkan rumus perhitungan konsentrasi, maka didapatkan masing-masing pembagian perlakuan konsentrasi yaitu sebagai berikut :

- a. Membuat ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. konsentrasi 0,5% dengan cara mengencerkan 0,5 ml ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. dan 99,5 ml akuades.
- b. Membuat ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. konsentrasi 1% dengan cara mengencerkan 1 ml ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. dan 99 ml akuades.
- c. Membuat ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. konsentrasi 1,5% dengan cara mengencerkan 1,5 ml ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. dan 98,5 ml akuades.
- d. Membuat ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. konsentrasi 2% dengan cara mengencerkan 2 ml ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. dan 98 ml akuades.

Tabel 2. Volume unit percobaan ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.)

M1	V2	M2	$V_1 = \frac{V_2 M_2}{M_1}$	Pengulangan $V1 \times 4$
100%	100 ml	0,5%	0,5 ml	2 ml
100%	100 ml	1%	1 ml	4 ml
100%	100 ml	1,5%	1,5 ml	6 ml
100%	100 ml	2%	2 ml	8 ml
Total				20 ml

Pengujian efektivitas ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. dilakukan dengan menuangkan masing-masing konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, air (kontrol negatif), dan abate (kontrol positif) yang sudah dibuat ke dalam 6 gelas plastik berukuran 200 ml yang sudah diberi label, selanjutnya masing-masing 25 ekor larva nyamuk *Ae. aegypti* dimasukkan ke dalam wadah tersebut. Percobaan dilakukan sebanyak 4

kali pengulangan dan dilakukan pada suhu ruang untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk menghitung jumlah rata-rata dan persentase mortalitas larva sebagai berikut :

$$M = \frac{M_1}{M_0} \times 100\%$$

Keterangan :

M : Mortalitas larva nyamuk

M_1 : Jumlah larva mati

M_0 : Jumlah larva uji

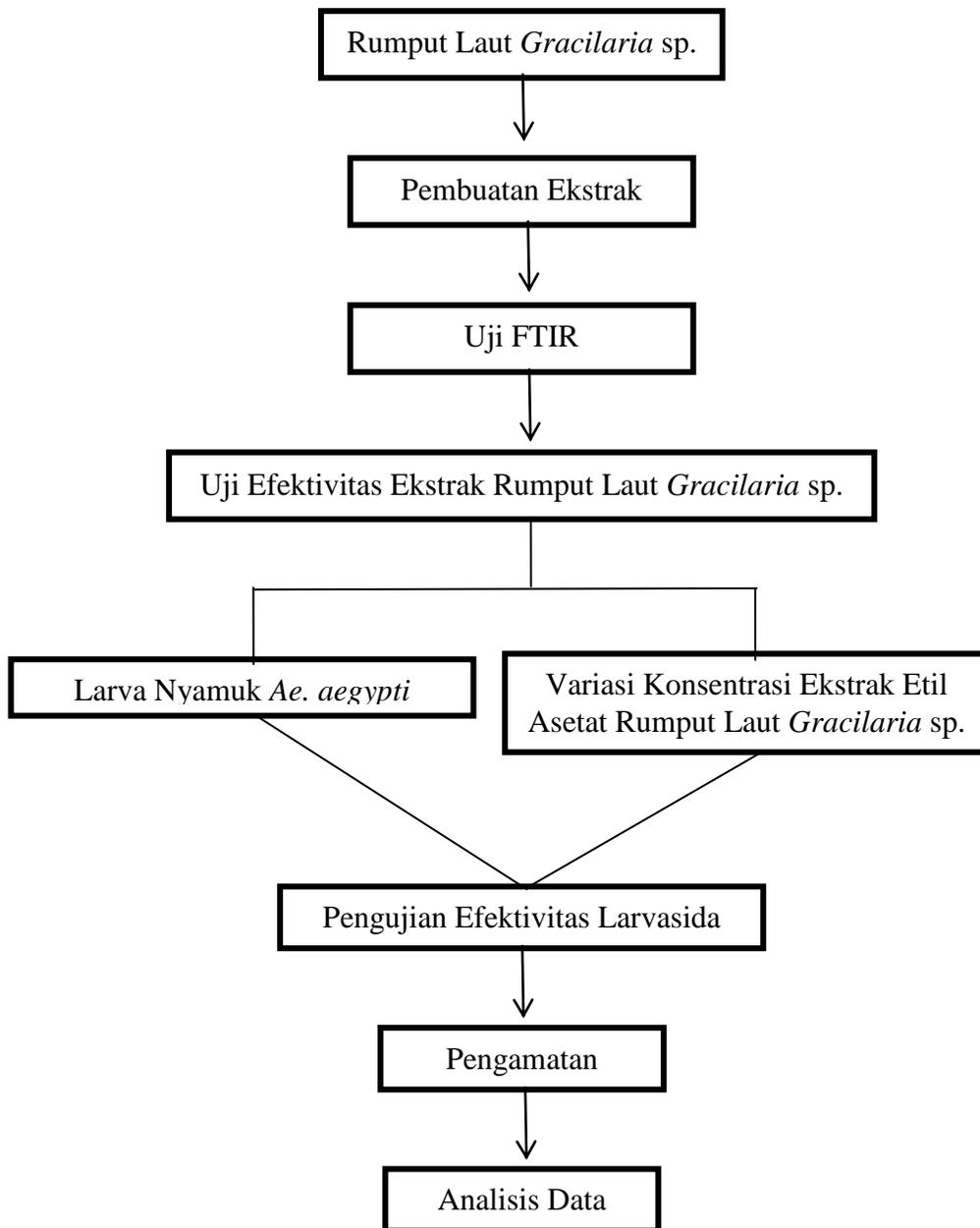
3.5 Pengamatan

Mortalitas larva diamati dengan melihat kondisi larva yang tenggelam ke dasar gelas dan tidak ada respon terhadap rangsang yang diberikan ditandai sebagai larva yang mati, kemudian dicatat setiap 6 jam sekali dalam 3 hari. Pengamatan mortalitas larva dilakukan dengan menghitung persentase mortalitas nyamuk *Ae. Aegypti* setiap 6 jam sekali selama 3 hari (pada jam ke 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, dan 72) (Moniharapon dkk., 2019). Kemudian setelah paparan ekstrak selama 24 jam diamati perubahan morfologi pada bagian luar tubuh larva *Ae. aegypti*. Bagian luar tubuh diamati menggunakan mikroskop digital. Pengamatan dilakukan dengan mengamati ada tidaknya kerusakan pada organ luar tubuh larva.

3.6 Analisis Data

Data persentase mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* pada masing-masing konsentrasi ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. diolah menggunakan aplikasi *software* SPSS. Data dianalisis dengan analisis probit untuk melihat konsentrasi paling efektif. Analisis probit dilakukan untuk menentukan LC_{50} (*Lethal Concentration*) dan LT_{50} (*Lethal Time*) ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil analisis FTIR pada ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. diketahui mempunyai gugus fungsi O-H (flavonoid, terpenoid, saponin, dan tanin), N-H (flavonoid, saponin, dan tanin), C-H (flavonoid, alkaloid, terpenoid, tanin, dan saponin), C≡C (terpenoid), N=O (alkaloid), C=O (flavonoid, terpenoid, dan steroid) dan C-O (alkaloid, flavonoid, dan terpenoid).
2. Ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. efektif menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti* (100%) dengan nilai LC₅₀ yang diperoleh adalah 0,89% yang berarti masuk dalam kategori sangat beracun dan nilai LT₅₀ 1,32 jam.
3. Ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. dapat menyebabkan kerusakan morfologi pada larva nyamuk *Ae. aegypti* berupa hancurnya organ luar dan dalam larva *Ae. aegypti*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hal-hal berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai larvasida ekstrak etil asetat rumput laut *Gracilaria* sp. dengan menggunakan spesies nyamuk lainnya.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai larvasida menggunakan ekstrak tumbuhan lain dengan pelarut lainnya.
3. Pada penelitian selanjutnya ditambahkan pengamatan organ dalam larva nyamuk *Ae. aegypti*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak MI, Syafnir L, Sadiyah ER. 2021. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Angsana (*Pterocarpus Indicus* Willd) sebagai Biolarvasida terhadap Larva Nyamuk *Culex* sp. *Jurnal Riset Farmasi*. 1(1):33-37.
- Afrianto, K., dan Crecely, M. (2020). Evaluasi Perubahan Kualitas Minyak Goreng Merek C Pasca Pemanasan Berulang Berdasarkan Uji Asam Lemak Bebas dan Angka Peroksida serta Karakterisasinya Menggunakan FTIR Spektroskopi. *Doctoral dissertation*. Unika Soegijapranata Semarang.
- Amalia, A., Sari, I., dan Nursanty, R. (2017). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Sembung (*Blumea balsamifera* (L.) DC.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 387-391.
- Anto, E. J., MKT, A. K., dan Prasetiani, L. D. (2022). *Monograf Khasiat Daun Kenikir (Cosmos caudatus) Untuk Hati (Liver)*. Wiyata Bestari Samasta. Jawa Barat.
- Balai Besar Pelatihan Peternakan Kupang. (2023). *Mengenal Lebih Dekat Rumput Laut Gracilaria sp. Penghasil Agar*. Diakses pada 22 September 2024, dari <https://bbppkupang.bppsdp.pertanian.go.id/blog/mengenal-lebih-dekat-rumput-laut-gracilaria-sp-penghasil-agar>
- Bhernama, B. G. (2020) Skrining fitokimia ekstrak etanol rumput laut *Gracilaria* sp. asal Desa Neusu Kabupaten Aceh Besar. *AMINA*. 2(1):1-5.
- Bisyaroh, N.(2020). Uji Toksisitas Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Larva Nyamuk *Ae. aegypti*. *Jurnal Farmasi Tinctura*. 1(2):34-44.
- Borror D.J., Triplehorn C.A., dan Johnson NF. (1996). *Pengenalan Pelajaran Serangga* Edisi Keenam. Partosoedjono S, penerjemah; Brotowidjoyo MD, editor. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *An Introduction to The Study of Insects*.

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2020. *Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Vector-Borne Diseases (DVBD)*. (<https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/index.html>), diakses 22 September 2024.
- Chusniasih, D., Ulfa, A. M., dan Kurniawan, A. (2021). Uji Daya Larvasida Ekstrak Aseton dan Etanol Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap Larva *Aedes aegypti*. *JFM (Jurnal Farmasi Malahayati)*. 4(2):150-161.
- Dinas Kesehatan Provinsi NTB. (2017, April). *Obat Pembunuh Jentik Nyamuk (Abate)*. Diakses pada 10 Oktober 2024, dari <https://dinkes.ntbprov.go.id/artikel/obat-pembunuh-jentik-nyamuk-abate/>
- Endraswari, L. P. M. D. E., Cokrowati, N., dan Lumbessy, S. Y. (2021). Fortifikasi Pakan Ikan Dengan Tepung Rumput Laut *Gracilaria* sp. Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Kelautan*. 14(1):70-81.
- Febiana, N., Erida, W. dan Lisda H. 2021. Efektivitas Ekstrak Etanol Kulit Buah Mangga Kasturi (*Mangifera casturi*) Sebagai Larvasida terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Homeostasis*. 4(2):327-334.
- Francavilla, M., Franchi, M., Monteleone, M., dan Caroppo, C. (2013). The Red Seaweed *Gracilaria gracilis* As a Multi Products Source. *Marine Drugs*. 11(10).
- Haikal, M. (2023). Analisis Kandungan Agar, Proksimat dan Pigmen Rumput Laut *Gracilaria* sp. Pada Perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh. *Doctoral dissertation*. UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Hapsari, Aylien. (2012). Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi. Universitas Riau. Riau.
- Hastutiek, P. dan Sunarso, A. (2015). Gambaran Histopatologi Saluran Pencernaan larva Instar IV Nyamuk *Ae. aegypti* setelah Perendaman dengan Senyawa Aktif Ekstrak Daun Permot (*Passiflora foetida* Linn.) dan Potensinya sebagai Bioinsektisida. *Veterinaria Medika*. 8(2):137-144.
- Hidayah, N., Kurnianto, A., Bhelo, A. dan Palgunadi, B.U. (2021). Efektivitas Campuran Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*. 11(2): 64-70.

- Indrawati, W., Hakim, R.J., Irisandi, R.F., Rahma, F., dan Sari, U. (2023). Pelatihan Pembuatan Larutan dengan Berbagai Konsentrasi di Pondok Pesantren Nurul Iman Parung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(2):371-376.
- Jamal, S.A.N., Susilawaty, A. dan Azriful. (2016). Efektivitas Larvasida Ekstrak Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) Terhadap Larva *Aedes* sp. Instar III. *Jurnal Higiene*. 2(2): 67-73.
- Jannah, A. M. (2021). Uji fitokimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak daun salam (*syzygium polyanthum*) hasil sonikasi dengan variasi pelarut. (*Doctoral dissertation*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Javandira, C., Widnyana, I. K., dan Suryadarmawan, I. G. A. (2016). Kajian Fitokimia dan Potensi Ekstrak Daun Tanaman Mimba (*Azadiracta indica* A. Juss) sebagai Pestisida Nabati. Prosiding Seminar Nasional Inovasi IPTEKS Perguruan Tinggi untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat. (11):402-406.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2021*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Penyakit Tak Libur Saat Libur Lebaran, Waspadai Demam Berdarah dan HFMD*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Komarawidjaja, W. 2005. Rumput Laut *Gracilaria* sp. Sebagai Fitoremediasi Bahan Organik Perairan Tambak Budidaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(2):410-415.
- Koneri, R., dan Pontororing, H. H. (2016). Uji Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla*) terhadap Larva *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah Assay of Mahogany (*Swietenia macrophylla*). *Jurnal MKMI*. 12(4):216-223.
- Kurniawan, N., Yulianti, dan Rachmadiarti, F. (2013). Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (*Toona sinensis*) terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi Hijau. *Lentera Bio*. 2(3):203-206.
- Lema, Y. N. P., Almet, J., Wuri, D. A. (2021). Gambaran Siklus Hidup Nyamuk *Aedes* sp. di Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 4(1):1-13.
- Li, D. Y., Kong, Y. Fu, M. R., Sussman, and Wu. H. (2020). The Effect of Developmental and Environmental Factors on Secondary Metabolites in Medicinal Plants. *Plant Physiol. Biochem*. 148(1):80–89.

- Liunokas, A. B., Bana, J. J., dan Amalo, D. (2019). Pengaruh Pemberian Ekstrak Pinang (*Areca catechu* L.) terhadap Kesintasan Telur Keong Mas (*Pomacea canaliculata* Lamarck). *Jurnal Biologi Tropis*. 19(2):294-301.
- Mahjoub, J., Hawas, U. dan Al-Ghamdi, K. (2016). The Biological Effects of Some Marine Extracts Against *Aedes aegypti* Mosquito Vector of The Dengue Fever In Jeddah Governorate, Saudi Arabia. *J Pure Appl Microbiol*. 10(3):1-8.
- Malik, M., Ekwanda, R. R. M., dan Hariyanti, T. (2020). Toksisitas Ekstrak Etanol Mangrove *Sonneratia alba* terhadap Larva Nyamuk *Ae. aegypti*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2(3):6.
- Maulana, M., Hidayah, N., Nugraha, D. F., & Kusuma, I. K. G. (2022). Uji Efektifitas Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica Papaya* Linn) Sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*. 9(1):14-21.
- Mawardi, S. P. (2023). Uji Optimalisasi Suhu dan Media Penetasan Larva Nyamuk *Ae. aegypti* Skala Laboratorium di Laboratorium Zoologi Fmipa Universitas Lampung. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Miller, R. (2024, 12 Juli). *Another Mosquito Larvicide Spraying May Be Needed*. Diakses pada 22 September 2024, dari <https://oleanstar.com/blog/2024/07/12/another-mosquito-larvicide-spraying-may-be-needed/>
- Moniharapon, D. D., Ukratalo, A. M., dan Wisnanda, B. (2019). Aktivitas Biolarvasida ekstrak etanol kulit batang kedondong (*Spondias pinnata*) terhadap nyamuk *Ae. aegypti*. *Rumphius Pattimura Biological Journal*. 1(1):12-17
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., dan Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret ftir spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*. 4(1):97-118.
- Nguyen, M. T., Nguyen, V. T., Minh, L. V., Trieu, L. H., Cang, M. H., Bui, L. B., Le, X. T., dan Danh, V. T. (2020). Determination of the Phytochemical Screening, Total Polyphenols, Flavonoids Content, and Antioxidant Activity of Soursop Leaves (*Annona muricata* Linn.). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 736(6):1-6.
- Nikmah, U. (2019). *Mengenal Rumput Laut*. ALPRIN. Semarang.
- Noviyanty, A. dan Salingkat, C. A. 2019. Pengaruh Jenis Pelarut terhadap Ekstraksi dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Kovalen*. 5(3): 271-279.

- Nuraeni, Y., dan Darwiati, W. (2021). Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan Sebagai Pestisida Nabati Pada Hama Tanaman Hutan. *Jurnal Galam*. 2(1):1-15.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., dan Vyvyan, J. R. (2013). *Introduction to Spectroscopy*. Cengage Learning. Stamford.
- Prescott, G.W. (1954). *How to Know Fresh-Water Algae*. WM. C Brown Company Publisher Dubuque. IOWA.
- Putri, D.M., dan Lubis, S.S. (2020). Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Daun Kalayu (*Erioglossum Rubiginosum* (Roxb.) Blum). *Amina*. 2(3):120-125.
- Putri W. N. dan Huvaaid, S. U. (2019). Analisis Partisipasi Masyarakat dalam Program Pengendalian Vektor DBD. *Jurnal Kesehatan*. 1(1):44-55.
- Ravaomanrivo, L.H., Razafinlandrava, H.A., Raharimalala, F.N., Ravelonandro, P.H., Rasaohantaveloniaina, B. dan Mavingui, P. (2014). Efficacy of Seed Extract *Annona squamosa* and *Annona muricata* (Annonaceae) for Control of *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* (Culicidae). *Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine*. 4(10):787-795.
- Ravikumar, S., Ibaneson, S.J.P. dan Suganthi, P. (2012). In Vitro Antiplasmodial of Ethanolic Extracts of South Indian Medicinal Plants Against *Plasmodium falciparum*. *Asian Pasific J Trop*. 5(2):180-183.
- Riwanti, P. dan Farizah, I. (2019). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 96% *Sargassum polycystum* dan Profil dengan Spektrofotometri Infrared. *Journal Acta Holistica Pharmacia*. 2(1):34-41.
- Sari, A.P., Ervia, Y. dan Sunaryo. (2020). Toksisitas Partisi N-Heksana dan Etil Asetat pada Ekstrak *Sargassum* sp. terhadap Larva *Aedes aegypti* Instar III. *Journal of Marine Research*. 9(2):143-150.
- Sarita, I. D. A. D., Subrata, I. M., Sumaryani, N. P., dan Rai, I. G. A. (2021). Identifikasi Jenis Rumput Laut Yang Terdapat Pada Ekosistem Alami Perairan Nusa Penida. *Jurnal Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*. 10(1):141-154.
- Sasmilati, U. (2019). Efektivitas Larutan Bawang Putih (*Allium sativum* Linn) sebagai Larvasida terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti* di Kota Kendari Tahun 2016. (*Doctoral Dissertation*). Haluoleo University. Sulawesi Tenggara.
- Septiani, S., Karimuna, S. R., dan Fatrisya, W. M. (2024). Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) dan Abate terhadap Mortalitas Larva

Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Universitas Halu Oleo*. 5(3):26-32.

- Sidauruk, S.W., Sari, N.I., Diharmi, A. dan Arif, I. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak *Sargassum plagyophyllum* Terhadap Bakteri *Listeria monocytogenes* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 24(1):27-37.
- Sigit, S.H.dan Hadi, U.K., (2006), Hama Permukiman Indonesia; Pengenalan, Biologi dan Pengendalian. UKPHP FKH IPB, Bogor, pp 23 – 51.
- Sjahfirdi, L., Aldi, N., Maheshwari, H., dan Astuti, P. (2015). Aplikasi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Pengamatan Pembengkakan Genital Pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) Untuk Mendeteksi Masa Subur. *Jurnal Kedokteran Hewan-Indonesian Journal of Veterinary Sciences*. 9(2):156-160.
- Solihat, Y., Rosa, E., Pratami, G. D., dan Nurcahyani, N. (2021). The Effectiveness of Pepper Leaves (*Piper nigrum* L.) as a Larvacide of *Ae. aegypti* Mosquito. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 8(2):31–37.
- Sudarmaja, I. M., Swastika, I. K., Diarthini, L. P., Prasetya, I. P., dan Wirawan, I. M. (2022). Dengue Virus Transovarial Transmission Detection in *Ae. aegypti* from Dengue Hemorrhagic Fever Patients' Residences in Denpasar, Bali. *Veterinary World*. 15(4):1149–1153.
- Suman, D.S., Shrivastava, A., Pant, S., dan Parashar, B. (2011). *Differentiation of Ae. aegypti and Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) with Egg Surface Morphology and Morphometrics Using Scanning Electron Microscopy*. Arthropod Structure dan Development Elsevier. Amsterdam.
- Susanti, G., Komalasari, O., dan Rahayu, A. (2021). Aktivitas Larvasida Infusa Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Ae. aegypti*. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 8(2):136-141.
- Susilowati, R. P., dan Sari, M. P. (2022). Histopathological Changes of Midgut Epithelial Cells of *Aedes aegypti* Larvae Exposed to Permot Leaf Extract (*Passiflora foetida*). *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus (JPBN)*. 8(1):53-63.
- Triyana, R., Adelin, P., Ruhsyahadati, R., dan Helmizar, R. (2024). Perbandingan Efektivitas Infusa Bunga Lawang (*Illicium Verum*) dan Infusa Daun Kunyit terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti* Instar III. *Health and Medical Journal*. 6(2):98-106.
- Wardana, Y. T. dan Asngad, A. (2024). Efektivitas Biolarvasida Kombinasi Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata*) dan Bunga Marigold (*Tagetes*

erecta L.) Sebagai Pembasmi Jentik Nyamuk. *BIOEDUSAINS:Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 7(1):130-138.

- Winandasari, R., Udiyani, R., Dewy, T.S., Kusumaningtyas, H., dan Rahayu, N. (2021). Uji Efektivitas Infusa Daun Sirih Merah *Piper crocatum ruiz* terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit*. 13(1):61-6.
- Wulansari, R. (2022). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Aktivitas Larvasida Alami pada Ekstrak Etanol Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) terhadap Larva *Aedes aegypti*. (Doctoral dissertation) Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Yu, K.X., Wong, C.L., Ahmad, R. dan Jantan, I. (2015). Larvicidal Activity, Inhibition Effect on Development, Histopathological Alteration and Morphological Aberration Induced By Seaweed Extracts In *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 8(2):1006-1012.
- Yudiawati, E. (2019). Efektivitas Insektisida Nabati Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Larva *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Sains Agro*. 4(2).
- Yuliana, A., Rinaldi, R. A., Rahayuningsih, N., dan Gustaman, F. (2021). Efektivitas Larvasida Granul Ekstrak Etanol Daun Pisang Nangka (*Musa x paradisiaca* L.) terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *ASPIRATOR-Journal of Vector-borne Disease Studies*. 13(1):69-78.
- Yuliana, E. (2022). Pertumbuhan dan Kualitas Rumput Laut *Gracilaria Verrucosa* Dengan Jarak Ikatan Berbeda di Tambak Udang Supra Intensif. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Yuliany, E., dan Fitriani. (2020). Daya Larvasida Ekstrak Daun Tahi Kotok (*Tagetes erecta* L.) Terhadap Mortalitas Larva *Culex quinquefasciatus*. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 11(1):43-50.
- Yulianti, E., Juherah², dan Abdurrivai. (2020). Perilaku Bertelur dan Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti* Pada Berbagai Media Air (Studi Literatur). *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat* 20(2):227-239.
- Yulianti, L., Supriadin, A., dan Rosahdi, T.D. (2017). Efek Larvasida Hasil Fraksinasi Ekstrak N-Heksana Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) terhadap Larva *Ae. aegypti*. *al-Kimiya*. 4(1):38-44.
- Zahroh., Ulmiyatul, A., Dwi, W. dan Mochammad, I. (2022). Toksisitas Ekstrak Terpurifikasi Daun Buas-Buas (*Premna serratifolia* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Culex* sp. *Jurnal Saintika*. 24(1): 10-19.