

**UJI BIOINSEKTISIDA EKSTRAK AIR DAN EKSTRAK METANOL
Gracilaria sp. TERHADAP *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN
METODE SPRAY**

(Skripsi)

Oleh

**Widya Ratna Pertiwi
2117061028**



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

ABSTRAK

UJI BIOINSEKTISIDA EKSTRAK AIR DAN EKSTRAK METANOL *Gracilaria* sp. TERHADAP *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN METODE SPRAY

Oleh

WIDYA RATNA PERTIWI

Upaya pengendalian vektor DBD telah banyak dilakukan, salah satunya menggunakan insektisida kimiawi. Namun, penggunaan insektisida kimiawi dalam jangka waktu panjang dapat menimbulkan bahaya ke lingkungan serta menyebabkan resistensi nyamuk terhadap insektisida karena mengandung bahan aktif kimia seperti *transfluthrin*. Oleh karena itu, penggunaan insektisida kimiawi dapat digantikan dengan bioinsektisida yang berasal dari rumput laut *Gracilaria* sp.. *Gracilaria* sp. mempunyai kandungan metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin, dan tanin yang dapat bersifat toksik terhadap serangga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* serta mengetahui nilai LC₅₀ ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. sebagai bioinsektisida. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan yang terdiri dari 3 konsentrasi (10%, 15%, dan 20%) ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp, dan *transfluthrin* sebagai kontrol positif, serta dilakukan 3 kali ulangan menggunakan metode *spray*. Analisis *One Way ANOVA* menunjukkan perbedaan signifikan terhadap jumlah kematian nyamuk dengan nilai *p-value* = 0,00 ($P \leq 0,05$). Uji LSD menunjukkan perbedaan signifikan antara ekstrak air *Gracilaria* sp. konsentrasi 20% terhadap ekstrak air *Gracilaria* sp. konsentrasi 10%, 15%, ekstrak metanol *Gracilaria* sp. konsentrasi 10%, 15%, dan 20%, serta *transfluthrin*. Nilai LC₅₀ pada ekstrak air *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 33,01%, sedangkan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. sebesar 22,96%. Ekstrak air *Gracilaria* sp. konsentrasi 15% dan 20% serta ekstrak metanol *Gracilaria* sp. konsentrasi 10%, 15%, dan 20% tidak efektif digunakan sebagai bioinsektisida dan memiliki potensi yang rendah sebagai bioinsektisida karena hanya mampu membunuh nyamuk *Ae. aegypti* sebesar 13,33% - 40%.

Kata kunci : DBD, *Ae. aegypti*, Bioinsektisida, dan *Gracilaria* sp.

ABSTRACT

BIOINSECTICIDA TEST OF WATER EXTRACT AND METHANOLIC EXTRACT OF *Gracilaria* sp. AGAINST *Aedes aegypti* USING SPRAY METHODS

By

WIDYA RATNA PERTIWI

Many efforts to control dengue vectors have been made, one of which uses chemical insecticides. However, the use of chemical insecticides in the long term can cause harm to the environment and cause mosquito resistance to insecticides because they contain chemical active ingredients such as transfluthrin. Therefore, the use of chemical insecticides can be replaced with bioinsecticides derived from *Gracilaria* sp. seaweed. *Gracilaria* sp. has secondary metabolites in the form of alkaloids, flavonoids, terpenoids, steroids, saponins, and tannins that can be toxic to insects. The purpose of this study was to determine the effectiveness of water extract and methanol extract of *Gracilaria* sp. on the mortality of *Ae. aegypti* mosquitoes and to determine the LC₅₀ value of water extract and methanol extract of *Gracilaria* sp. as bioinsecticide. This study was conducted experimentally using a Randomized Group Design (RAK) with 7 treatments consisting of 3 concentrations (10%, 15%, and 20%) of *Gracilaria* sp. aqueous extracts and methanol extracts, and transfluthrin as a positive control, and 3 replicates using the spray method. One Way ANOVA analysis showed significant differences in the number of mosquito deaths with a p-value = 0,00 ($P \leq 0,05$). LSD test showed significant differences between aqueous extract of *Gracilaria* sp. concentration 20% against aqueous extract of *Gracilaria* sp. concentration 10%, 15%, methanol extract of *Gracilaria* sp. concentration 10%, 15%, and 20%, and transfluthrin. The LC₅₀ value of the aqueous extract of *Gracilaria* sp. was obtained at 33,01%, while the methanol extract of *Gracilaria* sp. was 22,96%. The aqueous extract of *Gracilaria* sp. concentrations of 15% and 20% and the methanol extract of *Gracilaria* sp. concentrations of 10%, 15%, and 20% are not effective as bioinsecticides and have low potential as bioinsecticides because they can only kill *Ae. aegypti* mosquitoes by 13,33% - 40%.

Keywords : DHF, *Ae. aegypti*, Bioinsecticide, and *Gracilaria* sp.

**UJI BIOINSEKTISIDA EKSTRAK AIR DAN EKSTRAK METANOL
Gracilaria sp. TERHADAP *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN
METODE SPRAY**

Oleh

**Widya Ratna Pertiwi
2117061028**

(Skripsi)

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

Pada

**Program Studi S1 Biologi Terapan
Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

Judul Skripsi

UJI BIOINSEKTISIDA EKSTRAK AIR DAN
EKSTRAK METANOL *Gracilaria* sp.
TERHADAP *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN
METODE SPRAY

Nama Mahasiswa

Widya Ratna Pertiwi

NPM

2117061028

Jurusan/Program Studi

Biologi/S1 Biologi Terapan

Fakultas

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.

NIP. 198804222015042001

NIP. 196405171988032001

2. Ketua Jurusan Biologi

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

NIP. 198301312008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

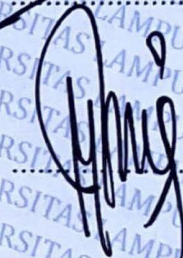
Ketua : Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.



Sekretaris : Dr. Endah Setyaningum, M.Biomed.



Penguji Utama : Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Februari 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Widya Ratna Pertiwi

NPM : 2117061028

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis di skripsi saya dengan judul “ Uji Bioinsektisida Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp. terhadap *Aedes aegypti* menggunakan Metode *Spray*” baik gagasan, data, dan ide yang diperoleh serta pembahasan yang ditulis adalah benar hasil dari karya pribadi berdasarkan pengetahuan, informasi, serta arahan yang telah saya dapatkan dan disusun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Skripsi ini tidak berisi material yang telah dipublikasi sebelumnya atau plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam skripsi ini, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 13 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '3000', 'METERAI TEMPEL', and the alphanumeric code '0801AMX185345529'.

Widya Ratna Pertiwi

NPM. 2117061028

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bandar Lampung pada tanggal 03 Agustus 2002. Penulis merupakan putri dari Bapak Irwan Gunadi dan Ibu Sri Ariyanti sebagai anak kedua dari dua bersaudara. Penulis mulai menempuh pendidikan pertama di Taman Kanak-kanak Mentari pada tahun 2006, pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Beringin Raya Bandar Lampung pada tahun 2009, pendidikan tingkat Sekolah Menengah Pertama di SMPN 14 Bandar Lampung pada tahun 2015, Sekolah Menengah Atas di SMAN 7 Bandar Lampung pada tahun 2018.

Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjadi asisten praktikum Teknik Biomolekuler, penulis juga aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Bidang Komunikasi, Informasi, dan Hubungan Masyarakat (KOMINHUM), sekretaris Hubungan Masyarakat (Humas) pada acara Pekan Konservasi Sumber Daya Alam (PKSDA) ke-XXVI. Pada Bulan Desember 2023, penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Bandar Lampung dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sindang Anom, Kecamatan Sekampung Udik, Lampung Timur pada bulan Juni 2024. Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Oktober-November 2024 sebagai tugas akhir di Laboratorium Botani dan MIPA Terpadu, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 5)

“Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tetapi ketakutanlah yang membuat kita sulit”

(Ali bin Abi Thalib)

“Jangan menyerah hanya karena satu episode buruk yang terjadi, teruslah melangkah karena kisahmu belum berakhir disini”

(Seiuzi)

“Sekali menyebur harus basah, sekali berjuang harus dituntaskan. Jika menyerah untuk apa memulainya dengan jatuh bangun?”

PERSEMBAHAN



“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Segala puji bagi Allah SWT atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dimudahkan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Karya tulis ini penulis persembahkan kepada orang-orang tersayang.

Kedua orang tua tercinta dan kakak yang selalu menyertai dan mendoakan dalam setiap langkah penulis, serta memberikan motivasi mendukung.

Bapak dan Ibu Dosen Biologi Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan membimbing penulis selama di bangku perkuliahan.

Sahabat dan teman terdekat penulis yang selalu setia menemani, berbagi suka duka dalam menjalani masa perkuliahan.

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya penulis diberi kelancaran serta kemudahan dalam menyelesaikan skripsi dengan judul

“Uji Bioinsektisida Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp. terhadap *Aedes aegypti* Menggunakan Metode *Spray*” yang merupakan bagian dari HETI Project Batch III Tahun 2024 Riset Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.

Dengan terselesaikannya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
4. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi Terapan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung sekaligus dosen pembimbing I yang telah membimbing dengan tulus dan memberi semangat yang membangun bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Drs. Suratman Umar, M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik.

8. Kedua orangtua tercinta papa, mama, dan kakak yang selalu mendukung, mendoakan, memberi semangat, dan mendengar keluh kesah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat perjuangan penulis Wana Puspita, Utami Sri Wulansari, Rhifana Yuandarru, Ihya Khoiril Ummah Masri, dan Mutiah Hamida yang selalu memberikan semangat, bantuan dikala penelitian, dan berbagi suka duka dalam menjalani bangku perkuliahan.
10. Diri saya sendiri, Widya Ratna Pertiwi terima kasih karena telah berusaha hingga berada di titik ini. Terima kasih sudah bertanggungjawab serta menyelesaikan segala hal yang telah dimulai.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini jauh dari kata sempurna. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat serta menjadi sumber informasi yang bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 13 Februari 2025

Penulis,

Widya Ratna Pertiwi

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	v
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Kerangka Teoritis	4
1.4 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.	6
2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.	6
2.1.2 Morfologi Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.	6
2.1.3 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder <i>Gracilaria</i> sp.	7
2.2 Ekstraksi	8
2.3 Pelarut.....	8
2.3.1 Pelarut Air	9
2.3.2 Pelarut Metanol	10

2.4 Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
2.4.1 Klasifikasi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
2.4.2 Morfologi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
2.4.3 Siklus Hidup Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	13
2.5 Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD).....	14
2.6 Pengendalian Vektor Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	16
2.6.1 Bioinsektisida dalam Sediaan <i>Spray</i>	17
2.7 <i>Transfluthrin</i>	18
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat.....	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat Penelitian	19
3.2.2 Bahan Penelitian	20
3.3 Rancangan Penelitian	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian	21
3.4.1 <i>Rearing</i> Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	21
3.4.2 Identifikasi Sampel Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.....	21
3.4.3 Pengeringan Sampel Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.	21
3.4.4 Pembuatan Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	22
3.4.5 Uji Fitokimia Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.....	22
3.4.5.1 Uji Alkaloid	23
3.4.5.2 Uji Flavonoid	23
3.4.5.3 Uji Terpenoid.....	23
3.4.5.4 Uji Steroid.....	23
3.4.5.5 Uji Saponin	24
3.4.5.6 Uji Tanin.....	24
3.4.6 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.....	24
3.4.7 Uji Efektivitas Bioinsektisida Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	25
3.4.8 Pengamatan Mortalitas Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	25
3.5 Analisis Data	26

3.6 Diagram Alir Penelitian	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil	27
4.1.1 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> <i>sp.</i>	27
4.1.2 Pengamatan Mortalitas Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	30
4.1.3 Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA, Uji Lanjut <i>Least Significant Difference</i> (LSD), dan Analisis Probit <i>Lethal Concentration 50 (LC₅₀)</i> Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria sp.</i>	32
4.2 Pembahasan.....	34
4.2.1 Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria sp.</i>	34
4.2.2 Pengaruh <i>Transfluthrin</i> (Kontrol Positif) Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria sp.</i> terhadap Mortalitas Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> menggunakan Metode <i>Spray</i>	35
4.2.3 Efektivitas Bioinsektidisa Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria sp.</i> terhadap Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> menggunakan Metode <i>Spray</i>	39
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Simpulan.....	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Volume Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	25
2. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	27
3. Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA berdasarkan Data Mortalitas Nyamuk setelah Pemaparan Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	32
4. Hasil Uji <i>Least Significant Difference</i> (LSD) Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp. serta Analisis Probit LC ₅₀	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Gracilaria</i> sp.....	7
2. Struktur Kimia Metanol	10
3. Morfologi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	12
4. Perbedaan Antena, Probosis, dan <i>Maxillary Palpus Ae. aegypti</i>	12
5. Siklus Hidup Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	14
6. Diagram Alir Penelitian.....	26
7. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.....	28
8. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	29
9. Histogram Persentase Mortalitas <i>Ae. aegypti</i> Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.	30
10. Histogram Persentase Mortalitas <i>Ae. aegypti</i> Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp	31
11. Penjemuran <i>Gracilaria</i> sp.	58
12. Simplisia <i>Gracilaria</i> sp.	58
13. Maserasi Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.	58
14. Maserasi Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	58
15. Proses Evaporasi Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.....	58
16. Proses Evaporasi Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.....	58
17. Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.....	59
18. Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	59
19. Uji Fitokimia Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.	59
20. Uji Fitokimia Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	59
21. Proses Pengenceran Ekstrak <i>Gracilaria</i> sp.	59
22. Larutan Uji Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.	59

23. Larutan Uji Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.	59
24. Kontrol Positif (<i>Transfluthrin</i>).....	59
25. Telur Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	60
26. Proses <i>Rearing</i> Nyamuk.....	60
27. Pemberian Pakan Nyamuk.....	60
28. Pemisahan Nyamuk Jantan dan Betina	60
29. Pengamatan Nyamuk Jantan dan Betina	60
30. Pengujian Ekstrak Air <i>Gracilaria</i> sp.....	60
31. Pengujian Ekstrak Metanol <i>Gracilaria</i> sp.....	60
32. Pengujian Kontrol Positif (<i>Transfluthrin</i>)	60
33. Proses Pengamatan Selama 1 Jam	61
34. Proses <i> Holding</i> Selama 24 Jam.....	61
35. Proses Pengamatan Jumlah Kematian Tiap Perlakuan	61

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi iklim tropis di Indonesia mampu menjadikan lingkungan yang ideal untuk perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* penyebab penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) (Chandra dan Hamid, 2019). DBD merupakan penyakit menular yang masih menjadi suatu permasalahan di Indonesia. Menurut data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2024) menyatakan bahwa, kasus DBD pada minggu ke-17 tahun 2024 tercatat sebanyak 88.593 kasus dengan 621 kasus kematian di Indonesia. Kematian yang terjadi akibat DBD terjadi di 174 kabupaten/kota di 28 provinsi. Menurut data Badan Pusat Statistika Bandar Lampung tahun 2024, kasus DBD mengalami peningkatan sebanyak 1.048 kasus tahun 2020, pada tahun 2021 tercatat sebanyak 624 kasus, tahun 2022 tercatat sebanyak 1.440, sedangkan pada tahun 2023 tercatat sebanyak 202 kasus (Badan Pusat Statistika Bandar Lampung, 2024).

Upaya pencegahan terhadap vektor DBD telah banyak dilakukan, salah satunya dengan menggunakan insektisida kimiawi. Pemberantasan vektor menggunakan insektisida merupakan cara yang sering digunakan karena dapat menurunkan populasi vektor dengan cepat dalam waktu yang singkat (Agustina dkk., 2019). Namun, penggunaan insektisida kimiawi dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan tubuh maupun lingkungan, serta dapat menimbulkan resistensi terhadap nyamuk *Ae. aegypti* karena residu yang ditimbulkan tidak dapat terurai (Subashini *et al.*, 2017). Selain itu, insektisida kimiawi yang umumnya digunakan seperti obat anti nyamuk semprot mengandung bahan aktif kimia kelompok *pyrethroid*

seperti *transfluthrin*, *allethrin*, dan *sifluthrin*. *Pyrethroid* seperti *transfluthrin* dikelompokkan ke dalam insektisida sintesis kelas menengah yang dapat menyebabkan iritasi kulit, mata dan dapat menyebabkan asma (Permatasari dkk., 2020). Oleh sebab itu, bahaya penggunaan dari insektisida kimiawi dapat diminimalisir dengan menggunakan bioinsektisida. Bioinsektisida merupakan salah satu insektisida alami berbahan dasar tumbuhan yang mempunyai potensi sebagai insektisida karena mengandung beberapa senyawa bioaktif, seperti saponin, flavonoid, alkaloid, tanin, dan alkenil fenol (Kasturi, 2024).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti insektisida kimiawi yaitu dengan memanfaatkan penggunaan bioinsektisida yang berasal dari ekstrak air dan ekstrak metanol rumput laut *Gracilaria* sp. Penggunaan bioinsektisida yang berasal dari ekstrak air dan ekstrak metanol rumput laut *Gracilaria* sp. dapat digunakan dengan menggunakan metode *spray*. Penggunaan bioinsektisida dengan metode *spray* memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu, penggunaan yang lebih praktis, relatif lebih aman untuk lingkungan karena residunya mudah terurai, tidak meninggalkan abu, tidak menyebabkan asap berbau menyengat, tidak menyebabkan iritasi kulit, tidak mudah terhirup karena bioinsektisida berupa larutan semprot (*spray*) mempunyai ukuran 10-500 mikron (Fiyanza dkk., 2017).

Hasil penelitian Akuba dkk. (2019) menunjukkan, ekstrak metanol daun seledri (*Apium graveolens* Linn.) sebagai insektisida menggunakan metode semprot pada konsentrasi 15% efektif dapat membunuh 10 ekor nyamuk *Ae. aegypti* dari keseluruhan total nyamuk pada menit ke-16. Penelitian Armayanti dan Rasjid (2019) menunjukkan, ekstrak daun mengkudu yang digunakan sebagai insektisida terhadap *Ae. aegypti* dengan metode *spray* pada konsentrasi 15%, 20%, dan 25%, diperoleh hasil bahwa konsentrasi 25% dapat mematikan nyamuk sebesar 72%. Menurut penelitian Deo dkk. (2023), ekstrak kulit lemon pada konsentrasi 40% dalam waktu 1 jam mampu membunuh nyamuk *Ae. aegypti* sebesar 86,66%.

Gracilaria sp. atau biasa dikenal sebagai rumput laut termasuk salah satu organisme yang berada di laut serta memiliki peranan dalam rantai makanan sebagai produsen primer (Sinurat dkk., 2019). *Gracilaria* sp. termasuk ke dalam kelas *Rhodophyceae* (ganggang merah) yang dikenal sebagai jenis rumput laut penghasil agar-agar dan memiliki nilai ekonomis tinggi (Fidyansari dan Anitasari, 2017). Soamole dkk. (2018) menyatakan bahwa, rumput laut *Gracilaria* sp. memiliki kandungan metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, terpenoid (steroid), saponin dan tanin, sehingga dapat dijadikan sebagai bioinsektisida. Menurut Zanardi *et al.* (2015) kandungan senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan fenolik yang berasal dari ekstrak tumbuhan dipercaya dapat bersifat toksik terhadap serangga. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Uji Bioinsektisida Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp. terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Menggunakan Metode *Spray*” dan diharapkan ekstrak air dan metanol dari *Gracilaria* sp. mampu menjadi bioinsektisida yang efektif terhadap mortalitas (kematian) nyamuk *Ae. aegypti*.

1.2 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui efektivitas ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. sebagai bioinsektisida terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dengan menggunakan metode *spray*.
2. Mengetahui nilai *Lethal Concentration 50* (LC₅₀) ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. sebagai bioinsektisida terhadap nyamuk *Ae. aegypti*.

1.3 Kerangka Teoritis

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) termasuk salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh virus *dengue* yang diperantarai oleh nyamuk *Ae. aegypti* betina. Kasus DBD pada tahun 2024 di Indonesia dilaporkan mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya, dimana kasus DBD pada minggu ke-17 tahun 2024 tercatat sebanyak 88.593 kasus dengan 621 kasus kematian di Indonesia. Penyakit DBD disebabkan oleh infeksi virus *dengue* yang ditularkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* betina. Infeksi virus *dengue* ditularkan nyamuk *Ae. aegypti* betina dengan cara menghisap darah manusia, kemudian darah tersebut digunakan sebagai sumber protein untuk menetasakan telurnya.

Pengendalian penyakit DBD telah dilakukan dengan berbagai upaya, salah satunya menggunakan insektisida kimiawi. Insektisida kimiawi sering digunakan dalam membunuh nyamuk *Ae. aegypti* karena dapat menurunkan populasi vektor penyakit DBD dengan waktu yang singkat dan cepat. Akan tetapi, penggunaan insektisida kimiawi dalam jangka panjang dapat menyebabkan terjadinya resistensi nyamuk terhadap insektisida kimiawi serta dapat membahayakan lingkungan karena residu yang ditimbulkan sulit untuk terurai, serta mengandung bahan aktif kimia kelompok *pyrethroid* seperti *transfluthrin*, *allethrin*, dan *sifluthrin* yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif untuk meminimalisir bahaya dari insektisida kimiawi berupa pemanfaatan bioinsektisida dari ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. menggunakan metode *spray*.

Rumput laut *Gracilaria* sp. mempunyai kandungan senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, terpenoid (steroid), saponin, dan tanin. Senyawa metabolit sekunder pada *Gracilaria* sp. dipercaya dapat bersifat toksik pada serangga, sehingga rumput laut *Gracilaria* sp. dapat dijadikan sebagai bioinsektisida. Selain itu, penggunaan bioinsektisida dengan metode *spray* memiliki beberapa kelebihan yaitu penggunaan

yang lebih praktis, relatif lebih aman untuk lingkungan karena residu yang ditimbulkan mudah untuk terurai, tidak meninggalkan abu, tidak menyebabkan asap berbau menyengat, dan tidak menyebabkan iritasi kulit.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. efektif sebagai bioinsektisida terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* menggunakan metode *spray*.
2. Diperoleh nilai LC_{50} ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *Gracilaria* sp.

2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Gracilaria sp. termasuk ke dalam rumput laut merah dari golongan *Florideophyceae*. Menurut Prescott (1954) rumput laut *Gracilaria* sp. diklasifikasikan sebagai berikut :

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

2.1.2 Morfologi Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Morfologi rumput laut *Gracilaria* sp. biasanya terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan antara akar, batang dan daun. Rumput laut *Gracilaria* sp. meskipun memiliki struktur tubuh yang sama, akan tetapi terdapat bagian yang menjadi pembeda atau yang biasa disebut dengan thallus. Thallus yang dimiliki oleh *Gracilaria* sp. berbentuk seperti silinder, licin, mempunyai warna coklat atau kuning kehijauan, serta memiliki percabangan tidak beraturan yang berpusat di bagian pangkal dan bercabang lateral memanjang menyerupai rambut dengan ukuran berkisar 15-30 cm (Gambar 1) (Purwatama, 2017). Habitat *Gracilaria* sp. pada perairan dengan salinitas air berkisar 15-30 per mil dengan suhu air berkisar antara

25-28°C serta mampu hidup dengan cara melekatkan diri dengan *hold fast* pada benda padat seperti kayu maupun batu karang mati yang digunakan sebagai alat bantuan cengkeram (Mauli, 2019).



Gambar 1. *Gracilaria* sp.

2.1.3 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder *Gracilaria* sp.

Metabolit sekunder merupakan suatu senyawa yang dihasilkan atau dikeluarkan sebagai adaptasi biokimia pada tumbuhan. Metabolit sekunder pada tumbuhan akan dihasilkan ketika metabolit primer telah terpenuhi dan terbentuk pada saat tumbuhan tidak mampu membuang sisa metabolisme metabolit primer di dalam sel (Saidi dkk., 2018). Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tumbuhan, pada umumnya secara fungsional tidak berperan langsung dalam proses pertumbuhan. Akan tetapi, metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan akan digunakan sebagai perlindungan diri dan membantu tumbuhan untuk beradaptasi pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Julianto, 2019).

Menurut Soamole dkk. (2018) hasil uji fitokimia *Gracilaria* sp. terdeteksi memiliki metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, terpenoid (steroid), saponin dan tanin. Kandungan senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin pada tumbuhan telah terbukti berpotensi sebagai larvasida serta

dapat dijadikan sebagai insektisida terhadap nyamuk (Zeinab, 2014). Metabolit sekunder berupa saponin dan alkaloid mampu bekerja sebagai racun karena dapat menghambat kerja enzim kolinesterase pada larva, sedangkan flavonoid berperan sebagai racun pernapasan (Akuba dkk., 2019).

2.2 Ekstraksi

Ekstraksi termasuk salah satu cara atau suatu proses pemisahan bahan campuran dengan menggunakan pelarut yang sesuai pada kandungan tanaman yang akan diekstrak. Proses ekstraksi pada tanaman dilakukan dengan tujuan untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada tanaman. Ekstraksi didasarkan pada prinsip perpindahan massa komponen zat terlarut ke dalam pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi memerlukan beberapa persyaratan agar memperoleh hasil ekstrak yang maksimal, salah satunya yaitu penggunaan serta pemilihan pelarut (Agustina, 2017). Anggitha (2012) menyatakan bahwa, pada proses ekstraksi efektivitas suatu senyawa tergantung dengan kelarutan senyawa di dalam pelarut. Pemilihan jenis pelarut atau kekuatan ion suatu pelarut akan memengaruhi hasil rendemen senyawa yang dihasilkan.

2.3 Pelarut

Pelarut merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh hasil ekstrak yang maksimal. Penggunaan pelarut pada proses ekstraksi akan mempengaruhi kandungan kimia (kualitatif) maupun kadar senyawa kimia (kuantitatif) dalam suatu ekstrak (Rizki, 2020). Ekstrak suatu tanaman akan menghasilkan kandungan senyawa metabolit sekunder dengan maksimal karena adanya pemilihan pelarut yang tepat. Menurut Wulandari dkk. (2021), tingkat kepolaran suatu pelarut pada tahap ekstraksi akan mempengaruhi proses standarisasi ekstrak, dimana proses tersebut akan menghasilkan ekstrak yang berkualitas.

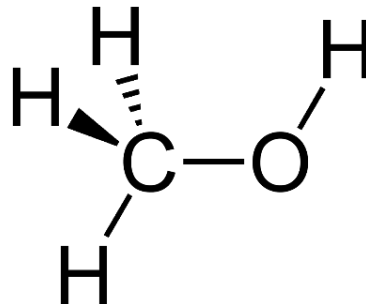
Berdasarkan prinsipnya suatu pelarut akan melarutkan senyawa pada tanaman sesuai dengan kepolaran pelarut tersebut atau biasa dikenal dengan istilah *like dissolved like*. Kandungan senyawa polar umumnya akan mudah ditarik dengan pelarut yang bersifat polar, dan sebaliknya pelarut non polar atau semi polar akan menarik kandungan senyawa yang bersifat non polar atau semi polar. Etanol termasuk salah satu pelarut organik bersifat polar, sedangkan n-heksan dan etil asetat merupakan jenis pelarut semi polar. Penggunaan pelarut dengan jenis yang berbeda umumnya akan menghasilkan karakteristik ekstra yang berbeda, sehingga terdapat optimalisasi kandungan senyawa metabolit. Etanol merupakan pelarut yang lebih polar dibandingkan dengan n-heksan dan etil asetat, dimana senyawa yang bersifat lebih polar akan mudah tertarik (Sayuti, 2017). Ritna dkk. (2016) menyatakan bahwa, etanol termasuk salah satu jenis pelarut yang memiliki tingkat kepolaran tinggi, sedangkan etil asetat merupakan pelarut dengan tingkat kepolaran sedang, dan n-heksan termasuk jenis pelarut dengan tingkat kepolaran rendah. Selain itu, Kartikasari dkk. (2022) menyatakan bahwa, berdasarkan perbedaan tingkat kepolarannya antara etanol dan metanol, metanol diketahui memiliki sifat yang lebih polar dibandingkan etanol.

2.3.1 Pelarut Air

Pelarut air bersifat sebagai pelarut paling polar dibandingkan dengan pelarut lain, serta efektif dalam mengekstrak komponen polar seperti karbohidrat (Septiana dan Asnani, 2012). Penggunaan pelarut air dalam proses ekstraksi memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu, harganya relatif murah, mudah diperoleh, stabil, tidak beracun, tidak mudah menguap, dan tidak mudah terbakar. Menurut Sa'adah dan Nurhasnawati (2015), penggunaan air sebagai pelarut dapat menghasilkan rendemen terbesar dibandingkan dengan pelarut lainnya. Hal ini disebabkan karena air memiliki kemampuan yang sangat baik dalam melarutkan senyawa ion.

2.3.2 Pelarut Metanol

Pelarut metanol termasuk jenis pelarut organik dengan rumus CH_3OH yang cenderung larut dalam air karena bersifat polar (Harianingsih dkk., 2017). Padmasari dkk. (2013) menyatakan bahwa metanol mempunyai kemampuan dalam menarik suatu senyawa pada tanaman seperti alkaloid, steroid, saponin, dan flavonoid. Hal ini terjadi karena pada pelarut metanol terdapat gugus polar (-OH) dan gugus non polar (- CH_3). Ekstrak tanaman dengan pelarut metanol menurut beberapa penelitian dapat bertindak sebagai antimalaria, antioksidan dan insektisida (Fitriah dkk., 2017). Metanol sering digunakan dalam proses ekstraksi karena pelarut metanol mudah untuk diperoleh, tidak terlalu berbahaya, tidak bereaksi dengan sampel serta memiliki titik didih yang rendah yaitu 65°C (Gambar 2) (Saidi dkk., 2018).



Gambar 2. Struktur Kimia Metanol (Wolayan dkk., 2022).

Pemilihan pelarut memiliki peranan yang sangat penting untuk menentukan larutan polar, non polar, atau semi polar dalam melakukan tahapan ekstraksi. Penggunaan pelarut yang tepat dapat mempengaruhi dan menentukan senyawa aktif dari tumbuhan yang akan diekstrak. Pemilihan pelarut yang tepat juga akan mempengaruhi hasil ekstraksi, hal ini terjadi karena penggunaan suatu pelarut memiliki karakteristik dan kapasitas yang berbeda dalam mengikat senyawa metabolit dari bagian tumbuhan yang akan diekstrak. (Anwar, 2023). Sa'adah dan Nurhasnawati (2015) menyatakan bahwa, dalam pemilihan pelarut terdapat beberapa hal

yang harus diperhatikan seperti sifat pelarut, selektivitas, kemampuan untuk mengekstraksi, tidak bersifat racun, mudah diuapkan serta memiliki harga yang relatif murah.

2.4 Nyamuk *Ae. aegypti*

2.4.1 Klasifikasi Nyamuk *Ae. aegypti*

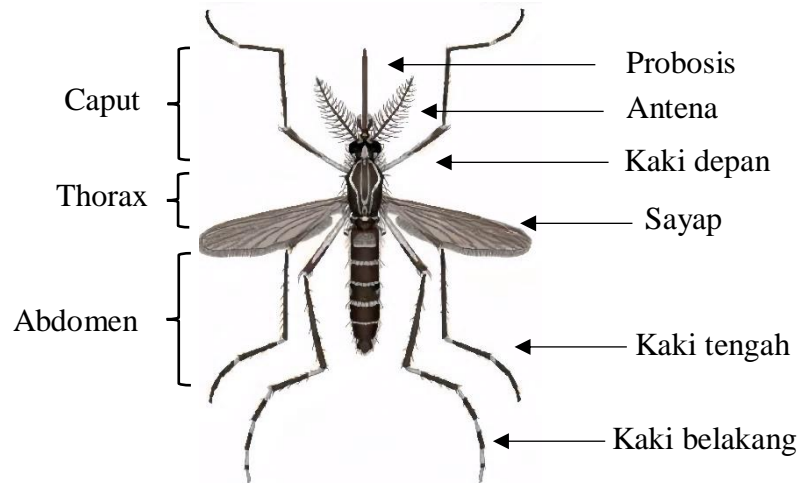
Nyamuk *Ae. aegypti* dikenal sebagai vektor penyebab penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD). *Ae. aegypti* umumnya berkembangbiak di air jernih yang terdapat di dalam rumah, maupun di tempat yang gelap. Jarak terbang maksimal nyamuk *Ae. aegypti* hanya berkisar antara 100-200 m (Utami dan Cahyati, 2017). Manusia menjadi sasaran utama karena kehidupan nyamuk *Ae. aegypti* berkaitan erat dengan manusia (WHO, 2020). Menurut Borror *et al.* (1989) nyamuk *Ae. aegypti* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Bangsa	: Diptera
Suku	: Culicidae
Marga	: Aedes
Jenis	: <i>Aedes aegypti</i>

2.4.2 Morfologi Nyamuk *Ae. aegypti*

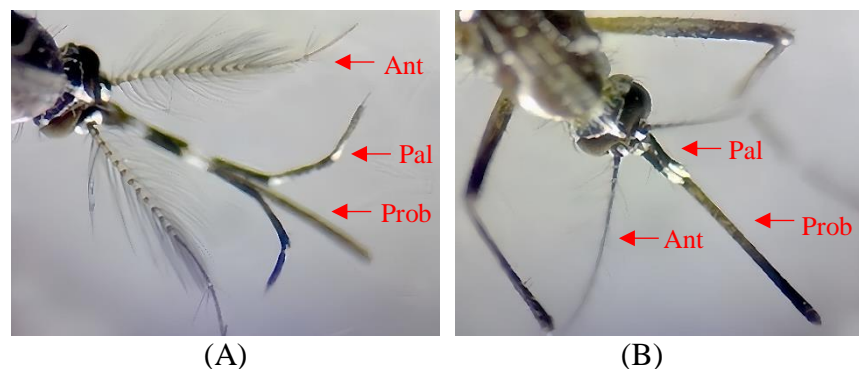
Nyamuk *Ae. aegypti* merupakan salah satu nyamuk yang menjadi vektor penyebab penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Nyamuk *Ae. aegypti* umumnya dikenal dengan sebutan *black-white mosquito* karena memiliki garis putih keperakan pada tubuhnya. Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki panjang tubuh sekitar 3-4 mm. *Ae. aegypti* memiliki ciri morfologi berupa bintik bintik putih di tubuh dan *ring* putih pada kakinya. Bagian dorsal dari *thorax* terdapat

bercak putih keperakan membentuk 2 garis melengkung dan 2 buah garis putih sejajar di garis median dari punggungnya berwarna dasar hitam (Gambar 3) (Kodi dkk., 2024).



Gambar 3. Morfologi Nyamuk *Ae. aegypti* (Rueda, 2004).

Secara umum, nyamuk jantan berukuran lebih kecil daripada nyamuk betina, serta tubuh dominan berwarna hitam kecoklatan dengan bercak putih di bagian badan dan kaki (Handiny dkk., 2020). Morfologi nyamuk *Ae. aegypti* betina mempunyai bentuk abdomen yang lancip serta memiliki *cerci* yang panjang dibandingkan jenis nyamuk lainnya (Aji dkk., 2022). Nyamuk *Ae. aegypti* jantan dan betina secara morfologi terdapat ciri khas yang berbeda. Perbedaan tersebut terletak pada bagian antena, *proboscis*, dan *maxillary palpus* yang dapat dilihat pada Gambar 4.

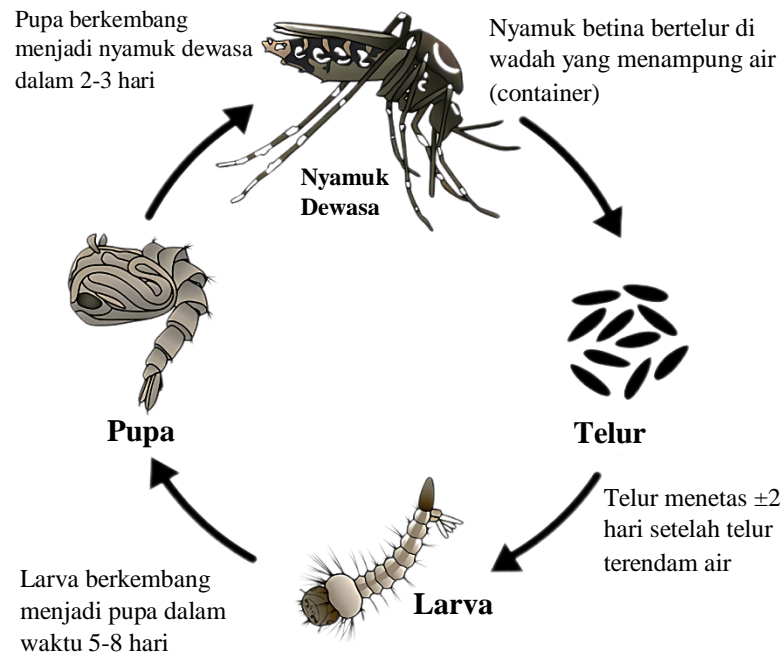


Gambar 4. Perbedaan Antena (ant), Probosis (prob), dan *Maxillary Palpus* (pal) *Ae. aegypti* Jantan (A) dan *Ae. aegypti* Betina (B) (Wathon dkk., 2020).

Antena pada nyamuk jantan memiliki ukuran yang lebih panjang dan terdapat rambut-rambut antena yang lebat (*plumose*), sedangkan antena pada nyamuk betina berukuran lebih pendek serta mempunyai rambut antena yang lebih sedikit (*pilose*). Selain itu, perbedaan pada bagian *proboscis* nyamuk betina memiliki bentuk silindris, berwarna hitam dan ukurannya lebih panjang dibandingkan dengan *maxillary palpus*. Ukuran *proboscis* pada nyamuk jantan memiliki panjang yang relatif sama dengan *maxillary palpus*. *Maxillary palpus* nyamuk *Ae. aegypti* jantan memiliki jumlah 5 segmen dengan warna bercak warna putih pada setiap segmen. *Maxillary palpus* pada nyamuk *Ae. aegypti* betina memiliki ukuran yang lebih pendek dibandingkan nyamuk jantan, serta terdapat bercak putih pada bagian ujung *maxillary palpus* (Andrew and Bar 2013).

2.4.3 Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti*

Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorfosis sempurna (holometabola). Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* diawali dari telur, larva instar I, larva instar II, larva instar III, larva instar IV, pupa, kemudian berkembang menjadi nyamuk dewasa (Gambar 5). Nyamuk betina *Ae. aegypti* umumnya akan bertelur setelah mengisap darah dalam kurun waktu 3 hari, kemudian setelah 24 jam bertelur nyamuk betina *Ae. aegypti* akan mengisap darah kembali (berulang) dan kembali bertelur. Nyamuk betina *Ae. aegypti* akan menghasilkan telur ± 100 butir dalam sekali bertelur. Selanjutnya, dalam jangka waktu ± 2 hari setelah telur nyamuk terendam air, kemudian telur akan menetas menjadi larva (jentik) (Febritasari dkk., 2016). Larva nyamuk kemudian akan berubah menjadi pupa dalam waktu 5-8 hari. Rata-rata waktu yang diperlukan dalam stadium larva nyamuk *Ae. aegypti* pada suhu 27°C berkisar sekitar 6,4 hari dan pada suhu $23-26^{\circ}\text{C}$ terjadi dalam kurun waktu 7 hari dewasa (Yulianti dan Abdurrivai, 2020).



Gambar 5. Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti* (Centers for Disease Control and Prevention, 2024).

Setelah fase pupa selesai selama 1-2 hari lalu pupa berkembang menjadi nyamuk. Stadium pupa yang berlangsung 2 hari pada suhu 25-27°C, selanjutnya menjadi nyamuk dewasa. Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* umumnya dapat dipengaruhi oleh faktor suhu lingkungan, kelembaban udara, dan pH air (Lema dkk., 2021). Selain itu, ketersediaan air menjadi faktor terpenting bagi nyamuk, hal ini dikarenakan air berperan sebagai media perkembangbiakan nyamuk (Mugiyanto dan Marsaoly, 2024). Siklus hidup pada nyamuk *Ae. aegypti* betina membutuhkan protein yang terdapat di dalam darah manusia, dimana protein tersebut akan digunakan untuk mematangkan telurnya (Frida, 2020).

2.5 Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan salah satu penyakit yang disebabkan karena infeksi virus *dengue* akibat gigitan vektor nyamuk *Ae. aegypti* betina (Trovancia dkk., 2016). Virus *dengue* ditularkan ke tubuh

manusia melalui vektor nyamuk *Ae. aegypti*. *Ae. aegypti* menjadi vektor utama dari infeksi virus *dengue*, dimana *Ae. aegypti* mempunyai sifat antropofilik (menyukai darah manusia) (Ekwudu *et al.*, 2020 ; Medley *et al.*, 2019). Nyamuk *Ae. aegypti* betina yang berperan sebagai vektor DBD umumnya akan menghisap darah dengan mengambil protein pada darah untuk proses pematangan telur. Menurut Sumekar dan Nurmaulina (2016), *Ae. aegypti* betina menularkan virus *dengue* dengan cara menghisap darah dan mengeluarkan air liur. Air liur yang dikeluarkan melalui saluran probosis nyamuk membantu mencegah darah tidak menggumpal.

Infeksi virus *dengue* yang ditularkan oleh nyamuk *Ae. aegypti* betina dapat menyebabkan 2 tipe infeksi, diantaranya yaitu infeksi primer dan infeksi sekunder. Manifestasi yang terjadi pada infeksi primer biasanya ditandai dengan demam akut (demam *dengue*) yang akan dinetralisir dalam 7 hari oleh respon imun. Kompilasi yang terjadi pada infeksi sekunder cenderung lebih berat hingga mengakibatkan DBD atau Sindrom Renjatan *Dengue* (SRD) (Nugraheni dkk., 2023). Tansil dkk. (2021), menyatakan bahwa SRD merupakan suatu keadaan yang dapat mengakibatkan gagal jantung kongestif atau edema paru hingga berujung dengan kematian, hal ini dapat terjadi karena ketidakseimbangan elektrolit yang memicu hiponatremia, hipokalsemia dan overhidrasi.

Penyakit DBD disebabkan oleh infeksi virus *dengue* yang memiliki 4 jenis serotipe yaitu DENV-1, DENV-2, DENV-3 dan DENV-4. Serotipe DENV-2 termasuk salah satu jenis serotipe virus *dengue* yang sering menginfeksi manusia (Yung *et al.* 2015). Penyakit DBD tergolong penyakit *vector borne diseases* karena hanya ditularkan melalui gigitan nyamuk dan tidak dapat menyebar melalui kontak langsung antara manusia (Benelli *et al.*, 2020). Gejala yang ditimbulkan ketika terinfeksi penyakit DBD yaitu sakit kepala, mual, lemas, nyeri otot dan sendi yang hebat, pembengkakan kelenjar getah bening (limfadenopati), radang gusi, bengkak pada telapak tangan dan kaki, serta ruam pada kulit (Kothai and Arul, 2020).

2.6 Pengendalian Vektor Nyamuk *Ae. aegypti*

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.374/MENKES/PER/III/2010, pengendalian vektor didefinisikan sebagai suatu kegiatan atau tindakan yang dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi populasi vektor, sehingga keberadaannya tidak menimbulkan risiko penularan penyakit yang ditularkan melalui vektor di suatu daerah atau untuk menghindari penularan penyakit menular ke masyarakat (Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2010). Pengendalian vektor nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut.

1. Pengendalian vektor secara fisik

Program 3M *Plus* (menguras, menutup, dan mengubur) termasuk salah satu contoh upaya pengendalian vektor secara fisik dengan tujuan untuk memberantas dan menurunkan populasi nyamuk *Ae. aegypti* dalam mencegah penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) (Nanda dkk., 2023 ; Lusno and Farid, 2023).

2. Pengendalian vektor secara kimiawi

Pengendalian yang paling umum dilakukan yaitu dengan menggunakan insektisida kimiawi. Penggunaan insektisida kimiawi sering digunakan karena dianggap efektif, sehingga lebih praktis karena dapat membunuh nyamuk dalam waktu yang singkat. Akan tetapi, penggunaan insektisida kimiawi dalam jangka waktu yang panjang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, membahayakan kesehatan karena insektisida kimiawi seperti obat anti nyamuk semprot mengandung bahan aktif kimia kelompok *pyrethorid* seperti *transfluthrin*, *allethrin*, dan *sifluthrin*, serta dapat menimbulkan terjadinya resistensi nyamuk terhadap insektisida kimiawi (Permatasari dkk., 2020 ; Syafitri dkk., 2023).

3. Pengendalian vektor secara biologi

Pengendalian vektor secara biologi diartikan sebagai upaya pengendalian dengan menggunakan musuh alami seperti predator,

bakteri, dan cara lainnya seperti pemanfaatan ekstrak tumbuhan yang digunakan sebagai bioinsektisida dalam sediaan *spray*. Penggunaan bioinsektisida dalam sediaan *spray* termasuk salah satu upaya dalam mengendalikan vektor penyebab DBD (Moniharapon dkk., 2019).

2.6.1 Bioinsektisida dalam Sediaan *Spray*

Bioinsektisida atau insektisida nabati merupakan salah satu insektisida yang terbuat dari bahan dasar alami yaitu berasal dari tumbuhan. Kandungan senyawa pada tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai bioinsektisida karena dapat bersifat ramah lingkungan serta tidak menimbulkan terjadi resistensi nyamuk terhadap insektisida kimiawi. Penggunaan bioinsektisida dapat dijadikan sebagai alternatif untuk dalam pemberantasan serta mengendalikan larva maupun nyamuk dewasa yang berperan sebagai vektor penyebab penyakit DBD (Cahyani dan Asngad, 2020).

Penggunaan bioinsektisida untuk membasmi vektor nyamuk *Ae. aegypti* memiliki beberapa keunggulan yaitu relatif aman karena residunya mudah terurai di alam dan meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan dibandingkan insektisida kimia (Cahyati dan Nuryanti, 2021). Bioinsektisida relatif aman karena residunya mudah terurai di alam dan memiliki risiko pencemaran lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan insektisida kimia. Menurut Rahmawati dkk. (2020), bioinsektisida dapat digunakan dalam berbagai bentuk seperti cairan (*spray*), repelent (losion) dan mat (elektrik). Bioinsektisida secara alami mempunyai kandungan yang mampu bersifat toksik terhadap serangga dan mudah terurai di alam (Zen dan Noor, 2016). Penggunaan bioinsektisida dalam bentuk *spray* umumnya lebih praktis dibandingkan jenis lainnya, tidak mudah terhirup karena bioinsektisida berupa larutan semprot (*spray*) mempunyai ukuran 10-500 mikron. Selain itu, penggunaan bioinsektisida dalam bentuk *spray* relatif lebih aman untuk

lingkungan karena tidak meninggalkan meninggalkan residu, sehingga mudah terdegradasi (Fianza dkk., 2017).

2.7 *Transfluthrin*

Transfluthrin termasuk insektisida golongan *pyrethroid* yang mampu membunuh serangga target. *Pyrethroid* mempunyai sifat sintetik yaitu tidak mudah menguap, memiliki potensi insektisida tinggi dan toksisitas rendah terhadap manusia. Selain itu, insektisida kelompok *pyrethroid* memiliki efek membunuh yang cepat bahkan pada dosis rendah.

Transfluthrin bersifat toksik terhadap sistem saraf dan memiliki protein dalam saraf yang disebut VGSC (*Voltage gated sodium channel*) yang mengatur denyut impuls saraf. Protein tersebut akan aktif untuk merangsang saraf dan nonaktif untuk menghentikan sinyal saraf. Hal tersebut menjadi penyebab serangga yang terpapar mengalami keracunan, tremor dan inkoordinasi gerakan, sehingga serangga akan mati (Hasanah dan Wahyuningsih, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober s.d. November 2024. Identifikasi *Gracilaria* sp. serta pembuatan ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Pengujian bioinsektisida ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. terhadap nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan di Laboratorium MIPA Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari blender untuk menghaluskan sampel rumput laut *Gracilaria* sp., timbangan analitik untuk menimbang sampel rumput laut *Gracilaria* sp., tabung reaksi, rak tabung, *beaker glass* sebagai tempat untuk maserasi, spatula untuk mengaduk ekstrak, kertas saring digunakan untuk memisahkan ekstrak, *rotary evaporator* digunakan untuk memekatkan hasil ekstraksi, kandang nyamuk yang digunakan sebagai tempat meletakkan nyamuk saat pengujian, botol *spray* digunakan untuk memaparkan bioinsektisida ke nyamuk, aspirator digunakan untuk menangkap nyamuk, wadah plastik digunakan sebagai media *rearing* nyamuk, *paper cup* yang digunakan sebagai tempat pemeliharaan atau *holding* nyamuk *Ae. aegypti* setelah pemaparan bioinsektisida.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari rumput laut *Gracilaria* sp. yang berasal dari kampung Berangbang, Desa Wanayasa Serang Banten, Kecamatan Tirtayasa, Serang, Banten, Jawa Barat, telur *Ae. aegypti* yang berasal dari Loka Laboratorium Kesehatan Masyarakat (Labkesmas) Baturaja, Sumatera Selatan, pelet ikan sebagai makanan untuk larva nyamuk, larutan gula sebagai makanan nyamuk *Ae. aegypti* dewasa, *transfluthrin* sebagai kontrol positif, bahan pengujian fitokimia berupa serbuk magnesium (Mg), HCl, pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorf, pereaksi Wagner, FeCl₃, kloroform, asetat anhidrat, H₂SO₄, metanol 96%, dan aquades yang digunakan sebagai pelarut.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental terhadap nyamuk *Ae. aegypti* menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 3 kali ulangan. Masing-masing ekstrak menggunakan sebanyak 3 konsentrasi yang sama (10%, 15%, dan 20%), serta bahan aktif insektisida kimiawi berupa *transflutrin* digunakan sebagai kontrol positif (Akuba dkk., 2019 ; Armayanti dan Rasjid 2019). Jumlah serangga uji yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada WHO (2022) mengenai standar operasional prosedur untuk pengujian insektisida terhadap nyamuk dewasa yaitu, 25 ekor nyamuk *Ae. aegypti* untuk setiap perlakuan, sehingga total nyamuk *Ae. aegypti* yang dibutuhkan berjumlah 525 ekor nyamuk. Pengamatan terhadap jumlah kematian nyamuk dilakukan berdasarkan WHOPEPES (2013) dan penelitian Armayanti dan Rasjid (2019) yang telah dimodifikasi yaitu, dilakukan pengamatan selama 1 jam setelah pemaparan ekstrak air dan ekstrak metanol rumput laut *Gracilaria* sp. dengan interval waktu yang berbeda (15-30 menit, 30-45 menit, dan 45-60 menit) serta pengamatan selama 24 jam.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa prosedur diantaranya, *rearing* nyamuk *Ae. aegypti*, identifikasi rumput laut *Gracilaria* sp., pengeringan sampel *Gracilaria* sp., pembuatan ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp., uji fitokimia ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp., pembuatan konsentrasi ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp., uji efektivitas ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. menggunakan metode *spray*, pengamatan mortalitas nyamuk *Ae. aegypti*, dan dilanjutkan dengan analisis data.

3.4.1 *Rearing* Nyamuk *Ae. aegypti*

Telur *Ae. aegypti* yang diperoleh dari Loka Laboratorium Kesehatan Masyarakat (Labkesmas) Baturaja ditetaskan pada wadah plastik yang dilakukan di dalam kandang nyamuk, setelah telur menetas lalu larva dipelihara dengan memberi pakan berupa pelet ikan hingga menjadi stadium nyamuk dewasa. Setelah telur menjadi nyamuk dewasa, nyamuk betina dipilih dari populasi stok untuk memisahkannya dari nyamuk jantan menggunakan aspirator (Medikanto dan Setyaningrum, 2013). Nyamuk dipelihara hingga mencapai usia 2-5 hari, selama waktu tersebut nyamuk diberi makan larutan gula. Menurut Saleh dkk. (2017), umur nyamuk menjadi faktor penting dalam penelitian, dimana umur 2-5 hari pada nyamuk merupakan rentang umur terbaik karena ketahanan tubuh nyamuk masih kuat dan sudah produktif.

3.4.2 Identifikasi Sampel Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Identifikasi *Gracilaria* sp. dilakukan dengan mengamati ciri morfologi secara mikroskopis untuk mengetahui bentuk, warna, dan struktur cabang berdasarkan studi literatur Prescott (1954).

3.4.3 Pengeringan Sampel Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Pengeringan sampel rumput laut *Gracilaria* sp. dilakukan dengan

cara dikeringanginkan selama ± 7 hari dengan ditutupi waring jaring sebagai pelindung terhadap sinar ultraviolet (Rahmawati dkk., 2022).

3.4.4 Pembuatan Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp.

Pembuatan ekstrak *Gracilaria* sp. dilakukan dengan cara menghaluskan sampel rumput laut yang telah dikeringkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk (simplisia). Pembuatan ekstrak air (aquades) *Gracilaria* sp. diawali dengan tahapan maserasi yaitu memasukkan 300 gram simplisia ke *beaker glass*, lalu ditambahkan aquades sebanyak 1500 ml. Kemudian, maserasi dilakukan selama ± 24 jam sambil sesekali diaduk. Maserat kemudian disaring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 70°C untuk memperoleh ekstrak kental (Rustiani dkk., 2017).

Sementara, pembuatan ekstrak metanol dilakukan dengan memasukkan 300 gram simplisia *Gracilaria* sp. ke dalam *beaker glass*, lalu ditambahkan dengan pelarut metanol sebanyak 2000 ml dan dimaserasi selama 3×24 jam, serta dilakukan sesekali pengadukan. Hasil maserat rumput laut *Gracilaria* sp. kemudian disaring dengan kertas saring untuk memisahkan filtratnya. Setelah itu, filtrat yang diperoleh dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C (Saputra dkk., 2018).

3.4.5 Uji Fitokimia Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp.

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan tanin pada *Gracilaria* sp., dimana kandungan senyawa kimia pada tanaman akan berbeda karena faktor lingkungan seperti tempat pengambilan tanaman, umur tanaman, pelarut yang digunakan dalam ekstraksi, metode ekstraksi serta waktu panen tanaman (Fitriani dan Saputra, 2020 ; Kigigha and Zige, 2013). Prosedur uji fitokimia dilakukan dengan

metode menurut Harborne (1996) yaitu, sebagai berikut :

3.4.5.1 Uji Alkaloid

Ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 1 ml, kemudian ditambahkan 5 tetes HCl. Setelah itu, masing-masing ekstrak dipisahkan ke dalam 3 tabung reaksi yang berbeda, lalu ditambahkan pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorff, dan pereaksi Bouchardat. Hasil uji dinyatakan positif, jika pada tabung Mayer terbentuk endapan putih kekuningan, endapan jingga dengan pereaksi Dragendorff, dan endapan jingga kecokelatan pada tabung Bouchardat.

3.4.5.2 Uji Flavonoid

Ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 1 ml, kemudian ditambahkan serbuk magnesium (Mg) dan 5 ml HCl pekat. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya warna hitam kemerahan, kuning, atau jingga.

3.4.5.3 Uji Terpenoid

Ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. masing-masing diambil sebanyak 1 ml, lalu ditambahkan dengan 2 ml kloroform, kemudian dikocok. Selanjutnya, filtrat tersebut ditambahkan asetat anhidrat dan masing-masing ekstrak ditetaskan H₂SO₄ sebanyak 2 tetes. Reaksi positif ditandai dengan perubahan warna merah pada larutan.

3.4.5.4 Uji Steroid

Ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. masing-masing diambil sebanyak 1 ml, lalu ditambahkan dengan 2 ml kloroform, kemudian dikocok. Selanjutnya, filtrat tersebut ditambahkan asetat anhidrat dan masing-masing

ekstrak ditetaskan H₂SO₄ sebanyak 2 tetes. Reaksi positif ditandai dengan perubahan warna menjadi biru dan hijau.

3.4.5.5 Uji Saponin

Ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 1 ml, lalu ditambahkan 10 ml aquades dan dikocok selama 30 detik. Reaksi positif adanya kandungan senyawa saponin ditandai dengan timbulnya busa stabil di dalam tabung.

3.4.5.6 Uji Tanin

Ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 1 ml, kemudian ditambahkan 10 ml aquades dan dididihkan. Selanjutnya, ditambahkan beberapa tetes FeCl₃. Reaksi positif ditandai dengan timbulnya warna hijau kecokelatan atau kehitaman.

3.4.6 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp.

Ekstrak *Gracilaria* sp. yang telah dipekatkan selanjutnya dilakukan pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi yang akan digunakan dalam membuat sediaan *spray* sebagai bioinsektisida (Tabel 1). Pembuatan konsentrasi ekstrak dilakukan pengenceran dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

Keterangan :

V₁ = volume ekstrak yang akan diencerkan (ml)

M₁ = konsentrasi ekstrak yang tersedia (%)

V₂ = volume larutan yang diinginkan (ml)

M₂ = konsentrasi ekstrak yang diinginkan (%)

(Arinda dkk., 2023).

Tabel 1. Volume Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp.

	Konsentrasi (%)	Aquades (ml)	Ekstrak (g)
Ekstrak Air	10%	9 ml	1 g
	15%	8,5 ml	1,5 g
	20%	8 ml	2 g
	Konsentrasi (%)	Aquades (ml)	Ekstrak (g)
Ekstrak Metanol	10%	9 ml	1 g
	15%	8,5 ml	1,5 g
	20%	8 ml	2 g

3.4.7 Uji Efektivitas Bioinsektisida Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp.

Pengujian efektivitas ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. dilakukan menggunakan metode *spray* yaitu dengan cara dipaparkan pada nyamuk yang berada di dalam kurungan. Masing-masing perlakuan dilakukan penyemprotan sebanyak 8x pada nyamuk *Ae. aegypti* yang dilakukan dengan cara menyemprot 2x dari sisi kiri kandang, 2x dari sisi kanan kandang, 2x dari depan kandang dan 2x dari belakang kandang (Akuba dkk., 2019). Cara penyemprotan ekstrak *Gracilaria* sp. pada nyamuk *Ae. aegypti* mengacu pada penelitian (Armayanti dan Rasjid, 2019) yaitu, dilakukan secara mendatar pada setiap sisi kandang dan diberi jarak antara kandang dengan alat semprot agar residu ekstrak dapat menyebar rata.

3.4.8 Pengamatan Mortalitas Nyamuk *Ae. aegypti*

Pengamatan mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan untuk mengetahui jumlah nyamuk yang mati setelah dipaparkan bioinsektisida dari ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. menggunakan metode *spray*. Pengamatan mortalitas nyamuk dilakukan pada setiap perlakuan mencakup beberapa interval waktu setelah pemaparan (15-30 menit, 30-45 menit, dan 45-60 menit). Nyamuk yang mati dan tidak mati dipindahkan ke dalam *paper cup* yang telah disediakan larutan gula sebagai makanan

nyamuk (Saleh dkk.,2017). Setelah dilakukan pengamatan selama 24 jam, kemudian dilakukan perhitungan terhadap jumlah mortalitas nyamuk. Menurut WHO (2022), pengamatan mortalitas nyamuk dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

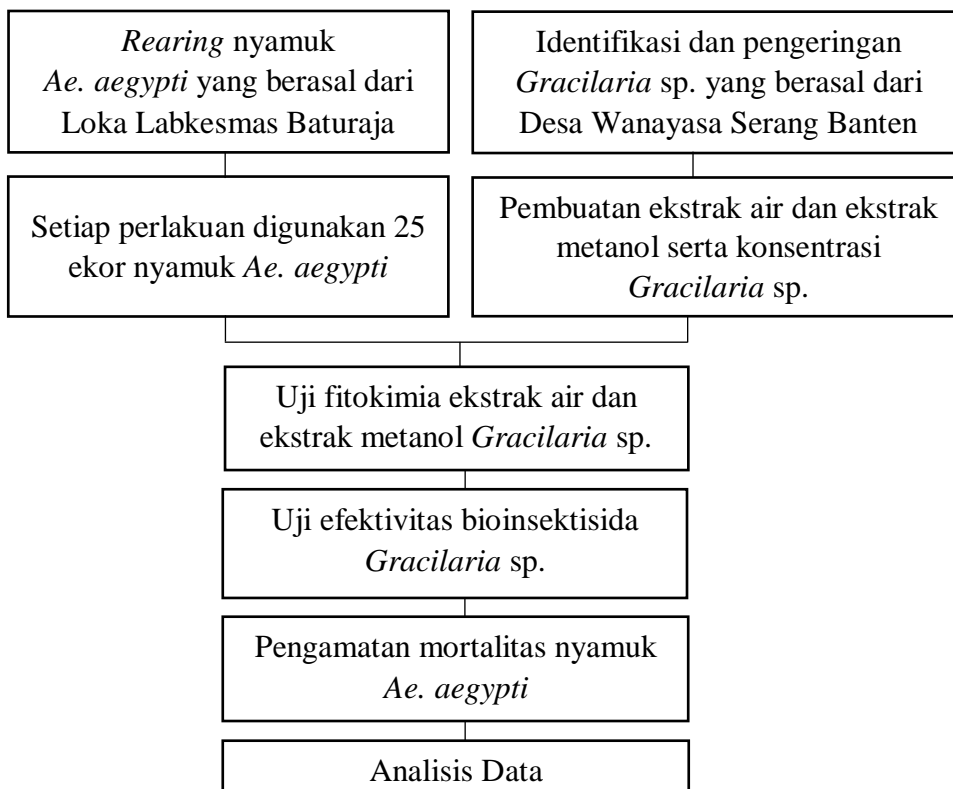
$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{jumlah nyamuk betina yang mati}}{\text{jumlah seluruh nyamuk betina yang uji}} \times 100\%$$

3.5 Analisis Data

Data pengamatan berupa mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dianalisis menggunakan *One Way ANOVA* pada taraf signifikansi 5%, apabila terdapat perbedaan pada jumlah kematian nyamuk antar perlakuan, maka dilakukan pengujian lanjut menggunakan uji LSD (*Least Significant Difference*). Analisis probit *Lethal Concentration 50 (LC₅₀)* dilakukan untuk menentukan konsentrasi bioinsektisida yang efektif untuk mematikan 50% serangga uji.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Ekstrak air *Gracilaria* sp. konsentrasi 15% dan 20% serta ekstrak metanol *Gracilaria* sp. konsentrasi 10%, 15%, dan 20% tidak efektif digunakan sebagai bioinsektisida dan memiliki potensi yang rendah sebagai bioinsektisida karena hanya mampu membunuh nyamuk *Ae. aegypti* sebesar 13,33% - 40%.
2. Nilai *Lethal Concentration* 50 (LC₅₀) ekstrak air *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 33,01%, sedangkan nilai LC₅₀ dari ekstrak metanol *Gracilaria* sp. sebesar 22,96%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan beberapa hal, sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai efektivitas bioinsektisida ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dengan konsentrasi >20%.
2. Perlu dikaji mengenai penggunaan metode elektrik cair dan waktu kematian tercepat nyamuk *Ae. aegypti* setelah pemaparan ekstrak air dan ekstrak metanol *Gracilaria* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, E. 2017. Uji aktivitas senyawa antioksidan dari ekstrak daun tiin (*Ficus carica* Linn.) dengan pelarut air, metanol dan campuran metanol-air. *Klorofil: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*. 1(1): 38-47.
- Agustina, A., Kurniawan, B., dan Yusran, M. 2019. Efektivitas dari tanaman zodia (*Evodia suaveolens*) sebagai insektisida nabati nyamuk *Aedes aegypti* penyebab demam berdarah. *Medical Profession Journal of Lampung*. 9(2): 351-358.
- Aji, H. R., Agussalim, M. S. N., dan Yamistada, G. 2022. *Model Alat Ovitrap Pengendali Nyamuk Keperawatan Komunitas Efektifitas Modifikasi Ovitrap Perangkap Nyamuk*. Zifatama Jawa. Sidoarjo.
- Akuba, J., Thomas, N., dan Palay, R. D. J. 2019. Efek ekstrak metanol daun seledri (*Apium graveolens* Linn.) sebagai insektisida terhadap nyamuk. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*. 1(1): 1-7.
- Andrew, J., and Bar, A. 2013. Morphology and morphometry of *Aedes aegypti* adult mosquito. *Ann Rev Res Biol*. 3(1): 52-69.
- Anggitha, I. 2012. *Performa Flokulasi Bioflokulan DYT pada Beragam Keasaman dan Kekuatan Ion terhadap Turbiditas Larutan Kaolin*. Jakarta. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Anwar, R. 2023. Aktivitas repelensi ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. *Prosiding Seminar Kesehatan Masyarakat*. 1(1): 11-18.
- Arinda, M. P., Ngadino, N., dan Sulistio, I. 2023. Potensi infusa daun ginseng jawa (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn) sebagai bioinsektisida terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode vaporasi. *Journal Kolegium*. 19(1): 18-26.
- Armayanti, A., dan Rasjid, A. 2019. Efektivitas ekstrak daun mengkudu dengan metode spray dalam pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*. 19(2): 157-161.

- Aseptianova, A., Wijayanti, T. F., dan Nurina, N. 2017. Efektifitas pemanfaatan tanaman sebagai insektisida elektrik untuk mengendalikan nyamuk penular penyakit dbd. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 3(2): 10-19.
- Astarina, N.W.G., Astuti, K.W., dan N.K. Warditiani. 2013. Skrining fitokimia ekstrak metanol rimpang bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*. 2(4): 26- 31.
- Badan Pusat Statistika Bandar Lampung. 2024. Banyaknya Kasus DBD Menurut Kecamatan. <https://bandarlampungkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/Njc1IzI=/banyaknya-kasus-dbd-menurut-kecamatan.html>, diakses pada 28 Agustus 2024.
- Benelli, G., R. Petrelli, and A. Canale. 2020. Arthropod-borne disease control at a glance: what's new on drug development?. *Molecules*. 25(21): 1-8.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson. 1989. *An Introduction to the Study of Insects, 7th edition*. Saunders College Publishing. New York.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2024. Life Cycle of *Aedes* Mosquitoes. <https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html>, diakses pada 8 September 2024.
- Cahyani, D. N., dan Asngad, A. 2020. Efektivitas ekstrak daun tembelekan dengan penambahan daun cengkeh dalam bentuk spray sebagai insektisida nabati terhadap mortalitas nyamuk. *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek)*.
- Cahyati, W. H., dan Nuryanti, S. 2021. Potensi elektrik mat ekstrak daun tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) sebagai upaya pengendalian vektor nyamuk. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*. 5(1): 171-181.
- Chandra, E., dan Hamid, E. 2019. Pengaruh faktor iklim, kepadatan penduduk dan angka bebas jentik (abj) terhadap kejadian demam berdarah dengue (dbd) di Kota Jambi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*. 2(1): 1-15.
- Deo, A. A. P., Wibisono, F. J. Rahmawati, I., Wirjaatmadja, R., dan Sasmita, R. 2023. Efektivitas ekstrak kulit dan perasan jeruk lemon (*Citrus limon* L.) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. 13(2): 128-137.
- Dheasabel, G., dan Azinar, M. 2018. Kemampuan ekstrak buah pare terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*. 2(2): 331-341.
- Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 374/Menkes/*

Per/III/2010 tentang Pengendalian Vektor. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.

- Domithesa, M. C., Putra, I. N. K., Agung, A., dan Sri, I. 2021. Pengaruh jenis pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun kejompot (*Crassocephalum crepidioides*) menggunakan metode maserasi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 10(1): 67-76.
- Ekwudu, O., Marquart, L., Webb, L., Lowry, K.S., Devine, G. J., Hugo, L.E and Frentiu, F.D., 2020. Effect of serotype and strain diversity on dengue virus replication in Australian mosquito vectors. *Pathogens*. 9(8): 1–14.
- Febritasari, T., Hariani, N., dan Trimurti, S. 2016. Mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* (*Culicidae*: diptera) instar iii yang dikoleksi dari Kelurahan Loa Bakung, Dadi Mulya dan Sempaja Timur Kota Samarinda terhadap abate. *Bioprospek: Jurnal Ilmiah Biologi*. 11(2): 25-31.
- Fidyansari, D. dan Anitasari. 2017. Strategi peningkatan produktivitas rumput laut di daerah pesisir pantai Kelurahan Songka Kecamatan Wara Selatan Kota Palopo. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 3(3): 9-24.
- Fitriah, F., Mappiratu, M., dan Prismawiryanti, P. 2017. Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun tanaman johar (*Cassia siamea* Lamk.) dari beberapa tingkat kepolaran pelarut. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 3(3): 242-251.
- Fitriani, S. E., dan Saputra, S. H. 2020. Karakteristik tanaman akar bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk.) dari Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal riset teknologi industri*. 14(2): 365-376.
- Fiyanza, F. F., Cahyati, W. H., dan Budiono, I. 2017. Efek spray limbah tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *Visikes: Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 16(2): 112-119.
- Frida, N. 2020. *Mengenal Demam Berdarah Dengue*. Semarang. Alprin. hlm 6.
- Handiny, N. F., Km, M., Gusni Rahma, S. K. M., Epid, M., Rizyana, N. P., dan Km, M. 2020. *Buku Ajar Pengendalian Vektor*. Ahlimedia Book. Malang. hlm 13.
- Harborne, J. B. 1996. *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*. Chapman & Hall. New York.
- Harianingsih, H., Wulandari, R., Harliyanto, C., dan Andiani, C. N. 2017. Identifikasi gc-ms ekstrak minyak atsiri dari sereh wangi (*Cymbopogon winterianus*) menggunakan pelarut metanol. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*. 18(1): 23-27.
- Hasanah, Y. N., dan N. E. Wahyuningsih. 2015. Perbedaan daya hidup nyamuk

- Aedes aegypti* setelah dipapar LC₅₀ ekstrak bangle (*Zingiber purpureum*) dan anti nyamuk cair berbahan aktif d-allethrin dan transflutrin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 3(1): 599-609.
- Iftita, F. A. 2016. Uji efektivitas rendaman daun singkong (*Manihot utilissima*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode elektrik cair. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(2): 20-29.
- Julianto, T. S. 2019. *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Kasturi, S. 2024. *Kombinasi ekstrak daun jambu biji (Psidium guajava L.) dan ekstrak daun belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.) terhadap kematian nyamuk Anopheles sp.* (Skripsi). Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.
- Kartikasari, D., Rahman, I. R., dan Ridha, A. 2022. Uji fitokimia pada daun kesum (*Polygonum minus* Huds.) dari Kalimantan Barat. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*. 5(1): 35-42.
- Kekang, Y. Y. 2019. *Efektivitas air perasan buah lemon (Citrus limon L.) terhadap kematian nyamuk Culex quinquefasciatus Say.* (Skripsi). Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2024. Waspada DBD di Musim Kemarau. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20240616/0045767/waspada-dbd-di-musim-kemarau/>, diakses pada 22 Agustus 2024.
- Kigigha, L. T., and Zige, D.Y. 2013. Activity of *Chromolaena odorata* on enteric and superficial etiologic bacterial agents. *American Journal of Research Communication*. 1(11): 266-276.
- Kodi, D. M., Azi, D. W., Jato, Y., Shagita, A. P., Jannah, N., dan Hasanah, M. A. L. 2024. Fogging sebagai upaya pencegahan peningkatan kasus demam berdarah. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Cerdas (JAPAKESADA)*. 1(1): 21-30.
- Kothai, R. and B. Arul. 2020. *Dengue Fever: An Overview*. Dengue Fever in A One Health Perspective. London.
- Lema, Y. N., Almet, J., dan Wuri, D. A. 2021. Gambaran siklus hidup nyamuk *Aedes sp.* di Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 4(1): 1-13.
- Luringunusa, E., Sanger, G., Sumilat, D. A., Montolalu, R. I., Damongilala, L. J., dan Dotulong, V. 2023. Qualitative phytochemical analysis of *Gracilaria verrucosa* from North Sulawesi waters. *Jurnal Ilmiah Platax*. 11(2): 551-563.
- Lusno, M. F. D., and Farid, M. R. H. 2023. Knowledge and attitude relationship

- with 3m plus mosquito nest eradication actions in Surabaya: systematic review. *Medical Technology and Public Health Journal*. 7(1): 10-19.
- Mauli, R. S. 2019. *Ekstraksi dan Analisis Agar-Agar dari Rumput Laut Gracilaria sp. Menggunakan Asam Jawa*. (Skripsi). UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Moniharapon, D. D., Ukratalo, A. M., dan Wisnanda, B. 2019. Aktivitas biolarvasida ekstrak etanol kulit batang kedondong (*Spondias pinnata*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Rumphius Pattimura Biological Journal*. 1(1): 12-17.
- Medley, K. A., Westby, K. M., and Jenkins, D. G. 2019. Rapid local adaptation to northern winters in the invasive asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: a moving target. *Journal of Applied Ecology*. 56(11): 2518-2527.
- Medikanto, R. D., dan Setyaningrum, E. 2013. Pengaruh ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia* L.) sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kedokteran*. 2(4): 35-43.
- Mugiyanto, S. K., dan Marsaoly, N. 2024. Pengaruh ekstrak daun serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap perkembangan larva *Aedes aegypti*. *JBES: Journal of Biology Education and Science*. 4(1): 42-45.
- Nanda, M., Berutu, A. N. I., Ash-Shiddiq, M. D., dan Berutu, W. O. 2023. Analisis penerapan manajemen pengendalian vektor demam berdarah dengue (dbd) di lingkungan 19 Kelurahan Belawan Bahagia. *VISA: Journal of Vision and Ideas*. 3(3): 473-482.
- Nugraheni, E., Rizqoh, D., dan Sundari, M. 2023. Manifestasi klinis demam berdarah dengue (dbd). *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*. 10(3): 267-274.
- Nurhudiman, N., Hasibuan, R., Hariri, A. M., dan Purnomo, P. 2018. Uji potensi daun babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) sebagai insektisida botani terhadap hama (*Plutella xylostella* L.) di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6(2): 91-98.
- Padmasari, P. D., Astuti, K. W., dan Warditiani, N. K. 2013. Skrining fitokimia ekstrak etanol 70% rimpang bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*. 2(4): 1-7.
- Permatasari, S., Frethernety, A., dan Shinta, H. E. 2020. Pengaruh obat nyamuk bakar dan semprot terhadap motilitas sperma tikus (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*. 8(1): 946-951.
- Prescott, G. W. 1954. *How to Know Fresh-Water Algae*. WM. C Brown Company Publisher Dubuque, IOWA.

- Purwatama, E. R. 2017. *Pengaruh Jarak Tanam yang Berbeda Terhadap Jumlah Sel dan Kualitas agar Rendemen Rumput Laut (Gracilaria verrucosa) dengan Metode Longline di Tambak*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Qinahyu, W, D., dan Cahyani, W, H. 2016. Uji kemampuan anti nyamuk alami elektrik mat serbuk bunga sukun (*Ariocarpus altilis*) di masyarakat. *Jurnal Care*. 4(3): 9-20.
- Quraisyiyah, S., Yuana, F., dan Widodo, C. S. 2014. Pengukuran konsentrasi partikel dan uji bioefikasi beberapa insektisida one push aerosol terhadap nyamuk *Aedes aegypti* betina. *Malang: Fakultas MIPA Universitas Brawijaya*. 1-6.
- Rahmawati, R., Marcellia, S., dan Nofita, N. 2022. Uji efektivitas formulasi sediaan spray ekstrak daun nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.) sebagai repelan nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*. 9(3): 895-903.
- Rahmawati, U., Gustina, M., dan Mirza, R. 2020. Efektivitas anti nyamuk alami elektrik mat serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dalam mematikan nyamuk *Aedes eegypti*. *Journal of Nursing and Public Health*. 8(2): 100-107.
- Ritna, A., Anam, S., dan Khumaidi, A. 2016. Identifikasi senyawa flavonoid pada fraksi etil asetat benalu batu (*Begonia* sp.) asal Kabupaten Morowali Utara. *Galenika Journal of Pharmacy*. 2(2): 83-89.
- Rizki, M. I. 2020. *Farmakognosi dan Metabolit Sekunder*. CV IRDH. Malang.
- Rueda, M. L. 2004. *Pictorial Keys for the Identification of Mosquitoes (Diptera: Cilicidae) Associated with Dengue Virus Transmission*. Maglonia Press New Zealand. Zootaxa 589. hlm 10.
- Rustiani, E., Rahminiwati, M., dan Mutiara, T. 2017. Perbandingan potensi analgetik ekstrak etanol dan air umbi rumput teki (*Cyperus rotundus* L.) terhadap tikus *Sprague dawley*. *Jurnal Ekologia*. 17(2): 10-17.
- Sa'adah, H., dan Nurhasnawati, H. 2015. Perbandingan pelarut etanol dan air pada pembuatan ekstrak umbi bawang tiwai (*Eleutherine americana* Merr.) menggunakan metode maserasi. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(2): 149-153.
- Safitri, I, A., dan Cahyati, W, H. 2018. Daya bunuh ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dalam bentuk antinyamuk cair elektrik terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Care*. 6(1): 1-14.
- Saidi, N., Ginting, B., Murniana, dan Mustanir. 2018. *Analisis Metabolit Sekunder*. Sylah Kuala University Press. Banda Aceh.

- Saleh, M., Susilawaty, A., Syarfaini, S., dan Musdalifah, M. 2017. Uji efektivitas ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai insektisida hayati terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Higiene: Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 3(1): 30-36.
- Samaniyah, S., Andayani, T., dan ZR, S. Y. K. 2023. Uji efektivitas ekstrak etanol daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) dalam sediaan lotion sebagai repellent nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal Of Healthcare Technology And Medicine*. 9(2): 1-11.
- Saputra, T. R., Ngatin, A., dan Sarungu, Y. T. 2018. Penggunaan metode ekstraksi maserasi dan partisi pada tumbuhan cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) dengan kepolaran berbeda. *Fullerene Journal of Chemistry*. 3(1): 5-8.
- Sayuti, M. 2017. Pengaruh perbedaan metode ekstraksi, bagian dan jenis pelarut terhadap rendemen dan aktifitas antioksidan bambu laut (*Isis hippuris*). *Technology Science and Engineering Journal*. 1(3): 166-174.
- Septiana, A. T., dan Asnani, A. 2012. Kajian sifat fisikokimia ekstrak rumput laut coklat *Sargassum duplicatum* menggunakan berbagai pelarut dan metode ekstraksi. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 6(1): 22-28.
- Setiawati, S. 2017. Efikasi ekstrak daun mengkudu terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* Zell. (Skripsi). Universitas Lampung.
- Sinurat, A. A. P., Renta, P. P., Herliany, N. E., Negara, B. F., dan Purnama, D. 2019. Uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol rumput laut *Gracilaria edulis* terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Enggano*. 4(1): 105-114.
- Soamole, H. H., Sanger, G., Harikedua, S. D., Dotulong, V., Mewengkang, H., dan Montolalu, R. 2018. Kandungan fitokimia ekstrak etanol rumput laut segar (*Turbinaria* sp., *Gracilaria* sp., dan *Halimeda macroloba*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 6(3): 94-98.
- Subashini, K. Sivakkami, R. and Jeyansankar, A. 2017. Phytochemical screening and ovicidal activity of scutellaria violacea leaf extract against vector mosquitoes (*Diptera culicidae*). *International Journal of Advanced Research Biological Sciences*. 4(3): 523-528.
- Sumekar, D. W., dan Nurmaulina, W. 2016. Upaya pengendalian vektor demam berdarah dengue, *Aedes aegypti* L. menggunakan bioinsektisida. *Jurnal Majority*. 5(2): 131-135.
- Syafitri, R. A., Martha, S. A., Ismaniar, N., Puteri, A., Muslim, M., dan Risnawati, R. 2023. Pengaruh kandungan senyawa bioaktif ekstrak daun angsana (*Pterocarpus indicus*) sebagai insektisida nabati terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* (L.) vektor dengue di Banjarmasin. *Jurnal Kajian*

Ilmiah Kesehatan dan Teknologi. 5(1): 18-25.

- Tansil, M. G., Rampengan, N. H., dan Wilar, R. 2021. Faktor risiko terjadinya kejadian demam berdarah dengue pada anak. *Jurnal Biomedik: JBM*. 13(1): 90-99.
- Tarukbua, Y. S. F., Queljoe, E. D., dan Bodhi, W. 2018. Skrining fitokimia dan uji toksisitas ekstrak etanol daun brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Hook F. & T) dengan metode brine shrimp lethality test (bslt). *Pharmakon*. 7(3): 330-337.
- Trovancia, G., Sorisi, A., dan Tuda, J. S. 2016. Deteksi transmisi virus dengue pada nyamuk wild *Aedes aegypti* betina di Kota Manado. *eBiomedik*. 4(2): 1-5.
- Utami, I., dan Cahyati, W. H. 2017. Potensi ekstrak daun kamboja (*Plumeria acuminata*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Higeia : Journal of Public Health Research and Development*. 1(1): 22-28.
- Wathon, S., Muti'ah, F., Oktarianti, R., dan Senjarini, K. 2020. Purifikasi protein imunogenik 31 dan 56 kDa dari kelenjar saliva *Aedes aegypti*. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 7(1): 59-71.
- WHO. World Health Organization. 2016. *Monitoring and Managing Insecticide Resistance in Aedes Mosquito Populations: Interim Guidance for Entomologists*. WHO Press. Geneva.
- WHO. World Health Organization. 2016. *Test Procedures for Insecticide Resistance Monitoring in Malaria Vector Mosquitoes*. WHO Press. Geneva, Switzerland.
- WHO. World Health Organization. 2020. *Ending the Neglect to Attain the Sustainable Development Goals – A road Map for Neglected Tropical Diseases 2021-2030*. World Health Organization. Geneva.
- WHO. World Health Organization. 2022. *Standard Operating Procedure for Testing Insecticide Susceptibility of Adult Mosquitoes in WHO Bottle Bioassays*. World Health Organization. Geneva.
- WHOPES. World Health Organization. 2013. *Guidelines for laboratory and field-testing of long-lasting insecticidal nets* (No.WHO/HTM/NTD/WHOPES/2013.1). Geneva. World Health Organization.
- Wolayan, F. R., Hadju, R., dan Imbar, M. R. 2022. *Kimia Organik (Tatanama, Struktur, Sifat dan Fungsi)*. Patra Media Grafindo. Bandung.
- Wulandari, A. R., Sunnah, I., dan Dianingati, R. S. 2021. Optimasi pelarut terhadap parameter spesifik ekstrak kitolod (*Isotoma longiflora*). *Generics*

Journal of Research in Pharmacy. 1(1): 10-15.

- Yani, N. K. L. P., Nastiti, K., dan Noval, N. 2023. Pengaruh perbedaan jenis pelarut terhadap kadar flavonoid total ekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L.). *Jurnal Surya Medika (JSM)*. 9(1). 34-44.
- Yulianti, E., dan Abdurrivai, A. 2020. Perilaku bertelur dan siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* pada berbagai media air (studi literatur). *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*. 20(2): 227-239.
- Yung, C. F., Lee, K. S., Thein, T. L., Tan, L. K., Gan, V. C., Wong, J. G., and Leo, Y. S. 2015. Dengue serotype-specific differences in clinical manifestation, laboratory parameters and risk of severe disease in adults, Singapore. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 92(5): 999-1005.
- Zanardi, O. Z., do Prado Ribeiro, L., Ansante, T. F., Santos, M. S., Bordini, G. P., Yamamoto, P. T., and Vendramim, J. D. 2015. Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection*. 67(1): 160-167.
- Zeinab, S. H. 2014. Insecticidal bioactivity of eco-friendly plant origin chemicals against *Culex pipiens* and *Aedes aegypti*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2(6): 340-347.
- Zen, S., dan Noor, R. 2016. Inventarisasi tanaman yang berpotensi sebagai bioinsektisida nyamuk *Aedes aegypti* di Kota Metro Provinsi Lampung. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*. 7(2): 139-143.