

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL RUMPUT LAUT
(*Gracilaria* sp.) SEBAGAI OVISIDA NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR
DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**

(Skripsi)

Oleh

DEVANKA SALSABILA SAVIRA

2117061050



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

ABSTRAK

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI OVISIDA NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)

Oleh

DEVANKA SALSABILA SAVIRA

Demam Berdarah Dengue (DBD) disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Ae. aegypti* betina, terus meningkat di Indonesia. Pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* stadium telur menggunakan ovisida dapat dilakukan sebagai alternatif pengendalian yang lebih optimal karena stadium telur sangat rentan terhadap insektisida. Tanaman dengan metabolit sekunder yang dapat merusak telur dapat digunakan sebagai kandidat ovisida nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) dan menguji efektivitasnya sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti*, serta mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi 1%, 1,2%, 1,4%, 1,6%, kontrol positif (1% azadirachtin), dan kontrol negatif (air keran) dengan empat kali pengulangan menggunakan 25 butir telur nyamuk *Ae. aegypti*. Pengamatan dilakukan setiap enam jam sekali selama 72 jam dengan menghitung jumlah telur nyamuk *Ae. aegypti* yang tidak menetas. Data berupa jumlah telur yang tidak menetas pada tiap konsentrasi dianalisis dengan *one-way* ANOVA, bila terdapat perbedaan jumlah telur yang tidak menetas antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf signifikansi sebesar 0,05. Untuk menentukan nilai LC₅₀ dilakukan uji probit. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenol, steroid, saponin, dan tanin. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan jumlah telur yang tidak menetas antar perlakuan ($p=0,000$). Dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) efektif sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti* vektor DBD dengan nilai LC₅₀ sebesar 1,69%.

Kata Kunci: Demam Berdarah Dengue (DBD), *Ae. aegypti*, Ovisida, *Gracilaria* sp., Ekstrak Metanol

ABSTRACT

Test of the Effectiveness of Seaweed (*Gracilaria* sp.) Methanol Extract as an Ovicide Against the *Aedes aegypti* Mosquito, the vector of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF)

By

DEVANKA SALSABILA SAVIRA

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), caused by the dengue virus which is transmitted through the bite of female *Ae. aegypti* mosquitoes, continues to increase in Indonesia. Control of mosquitoes *Ae. aegypti* egg stage using ovicide can be used as a more optimal control alternative because the egg stage is very susceptible to insecticides. Plants containing secondary metabolites that can damage eggs can be used as ovicide candidates for the *Ae. aegypti* mosquito. This research aims to determine the active compounds contained in the methanol extract of seaweed (*Gracilaria* sp.) and test its effectiveness as an ovicide for the *Ae. aegypti* mosquito, as well as determine the *Lethal Concentration* (LC₅₀) value. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with concentrations of 1%, 1.2%, 1.4%, 1.6%, positive control (1% azadirachtin), and negative control (tap water) with four repetitions using 25 *Ae. aegypti* mosquito eggs. Observations were made every six hours for 72 hours by counting the number of *Ae. aegypti* mosquito eggs that did not hatch. Data in the form of the number of eggs that did not hatch at each concentration were analyzed using *one-way* ANOVA, if there was a difference in the number of eggs that did not hatch between treatments, it was continued with the Tukey test at a significance level of 0.05. To determine the LC₅₀ value, a probit test is carried out. Phytochemical test results show that the methanol extract of seaweed (*Gracilaria* sp.) contains alkaloids, flavonoids, phenols, steroids, saponins and tannins. The results of this study showed a difference in the number of unhatched eggs between treatments ($p = 0.000$). It can be concluded that the methanol extract of seaweed (*Gracilaria* sp.) is effective as an ovicide for *Ae. aegypti* mosquitoes, a dengue vector, with an LC₅₀ value of 1.69%.

Key words: Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), *Ae. aegypti*, ovicide, *Gracilaria* sp., Methanol Extract

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL RUMPUT LAUT
(*Gracilaria* sp.) SEBAGAI OVISIDA NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR
DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**

Oleh

DEVANKA SALSABILA SAVIRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS**

Pada

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



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

LEMBAR PENGESAHAN

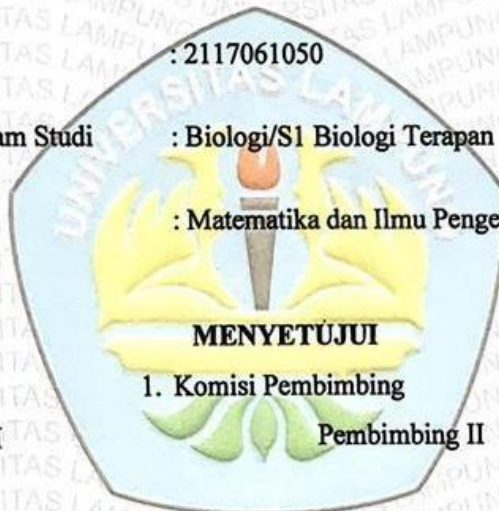
Judul Skripsi : **UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI OVISIDA NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**

Nama Mahasiswa : **Devanka Salsabila Savira**

NPM : **2117061050**

Jurusan/Program Studi : **Biologi/S1 Biologi Terapan**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.
NIP. 196603051991032001

Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed
NIP. 196405171988032001

2. Ketua Jurusan Biologi

FMIPA Unila

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.

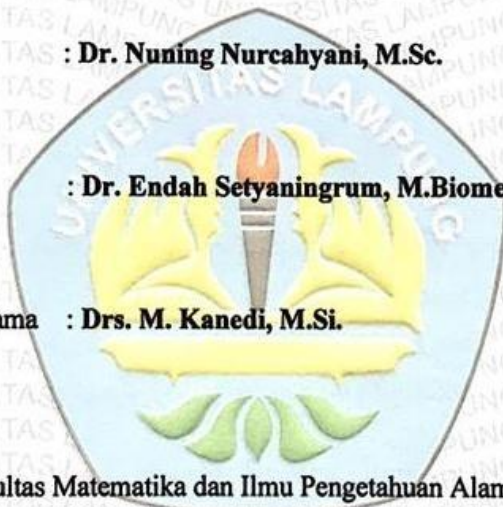
Sekretaris : Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed

Penguji Utama : Drs. M. Kanedi, M.Si.

.....
9.

.....
Em

.....
MKan



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Maret 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devanka Salsabila Savira
NPM : 2117061050

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 19 Maret 2025

Yang Menyatakan



Devanka Salsabila Savira

NPM. 2117061050

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, pada tanggal 23 Agustus 2003. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Datu Noplanol dan Ibu Dewi Sari Agustini.

Penulis memulai jenjang pendidikannya di Taman Kanak-kanak Kartika II-31 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2009. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di SD Muhammadiyah 1 Bandar Lampung dan berhasil

menyelesaikannya pada tahun 2015. Pendidikan tingkat menengah pertama ditempuh di MTs Negeri 1 Bandar Lampung hingga lulus pada tahun 2018. Selanjutnya, penulis melanjutkan ke jenjang menengah atas di SMA Al-Kautsar Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik dan organisasi. Penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Parasitologi Klinis dan Entomologi Kesehatan. Di luar kegiatan akademis, penulis juga terlibat dalam organisasi kemahasiswaan, salah satunya Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila. Sebagai bagian dari pengembangan keterampilan dan pengalaman lapangan, penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) Periode 1 selama 30 hari di Balai Karantina Hewan Ikan dan Tumbuhan (BKHIT) Lampung, dari 27 Desember 2023 hingga 3 Februari 2024, dengan mengusung judul penelitian

“Pemeriksaan Melalui Sistem *Inline Inspection* pada Ekspor Buah Pisang Segar (*Musa acuminata* L.)”. Selain itu, penulis juga mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 2 selama 40 hari di Desa Negeri Tua, Kecamatan Marga Tiga, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung, pada Juli–Agustus 2024.

MOTTO

“Cukuplah Allah menjadi Penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik Pelindung.”

(Q.S Ali-Imran: 173)

“Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan sholat. Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(Q.S Al-Baqarah: 153)

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya.”

(Q.S Al Baqarah: 286)

“Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang bertakwa dan orang-orang yang berbuat kebaikan.”

(Q.S An-Nahl: 128)

“Barang siapa bertakwa kepada Allah dalam segala urusan, niscaya Dia akan membukakan jalan keluar baginya dari segala kesulitan.”

(Q.S At-Talaq: 2)

“Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.”

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

“Jika kamu berbuat baik, sesungguhnya kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri.”

(Q.S Al-Isra: 7)

“Sesungguhnya perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan (dosa) perbuatan-perbuatan yang buruk.”

(Q.S Hud: 114)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Maka skripsi saya persembahkan kepada:

Papa dan Mama tercinta, terima kasih atas setiap perjuangan tanpa lelah, atas dukungan yang tak pernah pudar. Kalian adalah pilar kekuatanku. Dan untuk adikku tersayang, kau adalah cahaya kecil yang selalu memberi semangat dan harapan. Aku bersyukur dan berterima kasih atas cinta dan dukungan kalian yang tiada henti. Kalian adalah alasan aku terus melangkah.

Bapak dan Ibu dosen serta dosen pembimbing, yang telah memberi saran, masukan, dan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat.

Teman-teman seperjuangan, yang selalu memberi semangat, dukungan, dan bantuan selama masa kuliah.

Serta almamater tercinta, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim, Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menjalankan perkuliahan, penelitian, dan menyelesaikan penulisan naskah skripsi dengan judul "Uji Efektivitas Ekstrak Metanol Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD)" yang merupakan bagian dari HETI Project Riset Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi S1-Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi para pembaca.

Penulis menyadari, selama penulisan skripsi ini adanya keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, sehingga penulisan skripsi ini tidak lepas dari perhatian, bimbingan, arahan, nasihat, serta motivasi yang tiada henti selama proses penelitian, penulisan, serta proses penyelesaian studi. Pada kesempatan yang sangat berharga ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan terhadap penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini, diantaranya yaitu:

1. Ibu Prof. Dr. 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, Universitas Lampung.

3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
4. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku dosen pembimbing I yang telah sabar dan ikhlas dalam memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, kritik/saran, dan bantuan baik secara moril maupun materil selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., selaku dosen pembimbing II yang telah sabar dan ikhlas dalam memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, kritik/saran, dan bantuan baik secara moril maupun materil selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si., selaku dosen pembahas yang telah sabar dan senantiasa memberikan masukan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu Prof. Dr. Emantis Rosa, M.Biomed., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi dalam pembelajaran di Universitas.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menambah wawasan yang menjadi landasan untuk mencapai cita-cita.
10. Karyawan, staff dan laboran di lingkungan Jurusan Biologi dan FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
11. Papa dan Mama, dua sosok luar biasa yang dengan penuh cinta dan ketulusan telah bekerja keras mengasuh, membesarkan, dan mencurahkan kasih sayang tanpa batas. Setiap doa yang kalian panjatkan, dengan namaku terselip di dalamnya, menjadi cahaya dalam setiap langkahku menuju kesuksesan. Untuk adikku tercinta, terima kasih atas doa, bantuan, serta semangat yang kau berikan juga.
12. Dede Karmawati, Dera Apriani, Kharisma Purnama Agustin, Syifa Fariyah Nufus, Natalia Rumondang Simanjuntak, Lisa Sunia dan Puza Widia Ningsih

terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, pelipur lara di kala penat, serta sumber dukungan, motivasi, dan doa yang tulus. Kebersamaan dan kehangatan kalian menjadi kekuatan yang mengiringi setiap langkahku. Kalian bukan hanya teman seperjuangan, tetapi keluarga yang selalu ada dalam setiap suka dan duka. Setiap tantangan terasa lebih ringan karena kita saling menguatkan, dan setiap pencapaian menjadi lebih indah karena kita lalui bersama.

13. Teman-teman seperjuangan Biologi 2021, terimakasih atas kebersamaan, pengalaman, bantuan, dukungan, dan kisah yang telah kalian berikan selama di jurusan Biologi. Semoga kita semua bisa sukses sesuai cita-cita masing-masing dan bermanfaat bagi lingkungan sekitar.
14. Terakhir, kepada diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan meski sering menghadapi cobaan dan tantangan dalam proses penyusunan skripsi ini. Meskipun ada saat-saat ingin menyerah, namun tetap bisa melangkah hingga saat ini. Semua perjuangan, baik kekurangan maupun kelebihan, patut untuk dirayakan.

Akhir kata, semoga kebaikan kita semua menjadi amalan yang diridhoi dan diberkahi oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini yang jauh dari kata sempurna, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 19 Maret 2025

Penulis,

Devanka Salsabila Savira

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	v
MENGESAHKAN	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO.....	x
PERSEMBAHAN	xi
SANWACANA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pikir	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	8
2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	8
2.1.2 Kandungan Senyawa Kimia Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	12
2.1.3 Ekstraksi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	13
2.2 Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	15

2.2.1	Klasifikasi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	15
2.2.2	Morfologi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	16
2.2.3	Siklus Hidup Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	17
2.3	Pengendalian Vektor Infeksi Virus Dengue	27
2.4	Ovisida.....	30
2.4.1	Deskripsi Ovisida	30
2.4.2	Mekanisme Ovisida Terhadap Telur <i>Ae. aegypti</i>	31
III.	METODE PENELITIAN.....	33
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.2	Alat dan Bahan	33
3.3	Rancangan Penelitian	35
3.4	Prosedur Penelitian.....	35
3.4.1	Persiapan Telur <i>Ae. aegypti</i>	35
3.4.2	Pembuatan Ekstrak Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	36
3.4.3	Uji Fitokimia Ekstrak Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	37
3.4.4	Uji Efektivitas Ekstrak Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.) Sebagai Ovisida <i>Ae. aegypti</i>	38
3.4.5	Pengamatan	39
3.5	Analisis Data	40
3.6	Diagram Alir.....	41
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Hasil Pengamatan	42
4.1.1	Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	42
4.1.2	Analisis Data	44
4.1.2.1	Uji Normalitas Data Berdasarkan Pengaruh Konsentrasi Perlakuan.....	44
4.1.2.2	Uji Homogenitas Data Berdasarkan Pengaruh Konsentrasi Perlakuan	45
4.1.2.3	Analisis <i>One way</i> ANOVA	46
4.1.2.4	Pengaruh Konsentrasi Perlakuan Ekstrak Metanol Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.) Sebagai Ovisida Terhadap Telur Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	47
4.2	Pembahasan	49
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
	DAFTAR PUSTAKA	57
	LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jumlah telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang digunakan	36
Tabel 2. Hasil uji fitokimia Ekstrak Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	44
Tabel 3. Hasil uji normalitas data jumlah telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas setelah perlakuan ekstrak rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.) berdasarkan konsentrasi perlakuan	45
Tabel 4. Hasil uji homogenitas data jumlah telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas setelah perlakuan ekstrak rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.) berdasarkan konsentrasi perlakuan.....	46
Tabel 5. Hasil uji <i>one way</i> ANOVA.....	46
Tabel 6. Hasil uji Tukey rata-rata telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas setelah 72 jam perlakuan ekstrak rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.) berdasarkan konsentrasi dan nilai probit LC ₅₀	48
Tabel 7. Data jumlah telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas setelah perlakuan ekstrak rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	66
Tabel 8. Data pengukuran suhu selama pengamatan.....	68
Tabel 9. Data pengukuran pH selama pengamatan	68
Tabel 10. Analisis deskriptif jumlah telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas setelah perlakuan ekstrak rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.) berdasarkan pengaruh konsentrasi.	69
Tabel 11. Rata-rata telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas berdasarkan konsentrasi perlakuan.....	69
Tabel 12. Probit LC ₅₀ 24 jam	70
Tabel 13. Probit LC ₅₀ 48 jam	72

Tabel 14. Probit LC ₅₀ 72 jam	74
--	----

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 18. Proses maserasi ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	77
Gambar 19. Penyaringan filtrat ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	77
Gambar 20. Filtrat ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	77
Gambar 21. Proses evaporasi ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	77
Gambar 22. Pasta rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	77
Gambar 23. Uji fitokimia ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	77
Gambar 24. Telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	78
Gambar 25. Penyortiran telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> layak pakai	78
Gambar 26. Perlakuan larutan uji (1%, 1,2%, 1,4%, 1,6%) ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.) pada telur <i>Ae. aegypti</i>	78
Gambar 27. Kontrol positif (1% Azadirachtin)	78
Gambar 28. Perhitungan jumlah telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas	78
Gambar 29. Pengukuran suhu media telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	78
Gambar 30. Pengamatan jumlah telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas.....	79
Gambar 31. Telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang masih utuh sebelum diberi perlakuan ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	79
Gambar 32. Telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i> setelah diberi perlakuan ekstrak metanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	79
Gambar 33. Surat keterangan hasil determinasi rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	80
Gambar 34. Surat keterangan hasil determinasi rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	81
Gambar 35. Surat keterangan hasil uji fitokimia rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	82
Gambar 36. Surat keterangan pembelian telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	83

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) salah satu penyakit yang tersebar di sebagian besar wilayah dunia dengan iklim tropis dan subtropis, termasuk Indonesia. Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi virus dengue yang mempunyai 4 serotipe yaitu (DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4) dari Famili *Flaviviridae* dan Genus *Flavivirus*. Penyebab utama infeksi virus dengue ke manusia yaitu melalui gigitan nyamuk *Aedes* sp. betina yang terinfeksi virus, terutama nyamuk *Ae. aegypti* yang biasanya menggigit di waktu pagi dan sore hari. Manifestasi klinis pada penyakit DBD yaitu berupa demam tinggi, perdarahan yang disertai dengan hepatomegali, gangguan sirkulasi darah, dan syok hipovolemik yang diakibatkan oleh kebocoran plasma darah (Handayani dkk., 2023).

Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) terus melonjak di tingkat global, diperkirakan 390 juta orang terinfeksi virus dengue setiap tahunnya, dengan 70% di antaranya berasal dari kawasan Asia (WHO, 2022). Di Indonesia, Demam Berdarah Dengue (DBD) menjadi isu kesehatan yang serius, ditandai dengan penyebaran yang kian meluas, penularan yang cepat, dan risiko kematian yang mengkhawatirkan. Menurut Kementerian Kesehatan RI (2024), jumlah kasus DBD di Indonesia pada minggu ke-17 tahun 2024 sebanyak 88.593 kasus dan jumlah kematian sebanyak 621 kasus. Berdasarkan laporan, dari 456 kabupaten/kota di 34 provinsi, kematian akibat DBD terjadi di 174 kabupaten/kota di 28 provinsi.

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan infeksi berbasis lingkungan yang dapat terjadi sepanjang tahun dan menyerang berbagai kalangan usia. Kemunculannya erat kaitannya dengan kondisi lingkungan dan perilaku masyarakat, di mana manusia berperan sebagai inang (*host*) dan nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor pembawa virus (Sabira dkk., 2024). Risiko penularan meningkat saat musim hujan akibat bertambahnya tempat perindukan nyamuk, genangan air di wadah seperti bak mandi, drum air, ember, vas, dan barang bekas menjadi habitat ideal bagi nyamuk *Ae. aegypti* untuk berkembang biak. Urbanisasi dan tingginya mobilitas penduduk, kondisi ini mempercepat siklus hidup nyamuk dan meningkatkan risiko penularan DBD (Aran dkk., 2021).

Penanggulangan DBD di Indonesia difokuskan pada pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor utama, terutama melalui PSN (Pemberantasan Sarang Nyamuk) 3M+ (Menutup, Menguras, Mengubur barang bekas). Pengendalian juga dilakukan secara mekanik dengan mencegah kontak antara manusia dengan vektor nyamuk DBD (pemakaian kawat kassa pada pintu, jendela, dan lubang ventilasi) dan secara kimiawi umumnya dilakukan dengan penggunaan insektisida karena lebih instan dan murah, salah satunya dari golongan organofosfat seperti malathion dan temephos. Penggunaan insektisida kimia secara berlebihan dapat membunuh hewan non-target, merusak lingkungan, memicu resistensi nyamuk *Ae. aegypti*, serta membahayakan kesehatan manusia akibat residu yang sulit terurai (Fuadzy dan Hendri, 2015).

Telur nyamuk *Ae. aegypti* memiliki kemampuan bertahan dalam kondisi kering selama berbulan-bulan dan akan menetas jika lingkungannya mendukung, memungkinkan pemulihan dan peningkatan populasi, meskipun upaya pemberantasan telah

dilakukan pada stadium larva dan nyamuk dewasa. Kelembapan berperan penting dalam penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*, di mana air diserap melalui pori-pori telur, mempercepat perkembangan embrio hingga menjadi larva, meningkatkan risiko penularan DBD. Ketahanan telur terhadap kekeringan dipengaruhi oleh struktur cangkangnya yang terdiri dari tiga lapisan *exochorion*, *endochorion*, dan *serosal cuticle*. Lapisan *serosal cuticle* dapat meningkatkan impermeabilitas cangkang telur, sehingga dapat menghalangi air untuk keluar dari embrio yang menyebabkan telur *Ae. aegypti* dapat bertahan terhadap kondisi kering (Farnesi *et al.*, 2015).

Upaya pengendalian yang ada belum optimal karena hanya menargetkan larva dan nyamuk dewasa, sementara telur tetap bertahan dan menetas saat kondisi mendukung, memperpanjang siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti*. Diperlukan suatu penanganan yang dapat mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti* pada stadium telur menggunakan bahan yang lebih aman, tidak berbahaya bagi lingkungan, residu yang mudah terurai, tidak menimbulkan efek negatif terhadap manusia, serta dapat mencegah terjadinya resistensi terhadap nyamuk *Ae. aegypti*. Penggunaan ovisida alami dapat menjadi alternatif untuk mengurangi penyebaran populasi nyamuk *Ae. aegypti* (Maretta dkk., 2019).

Rumput laut (*Gracilaria* sp.), jenis makroalga merah yang banyak ditemukan di perairan pantai Indonesia berpotensi sebagai ovisida alami nyamuk *Ae. aegypti* vektor DBD. Potensi ini didukung oleh kandungan senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, fenol, saponin, dan tanin yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, antivirus, dan antikarsinogenik (Widowaty dkk., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti* vektor DBD.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) dan menguji efektivitasnya sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Untuk mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida terhadap telur nyamuk *Ae. aegypti*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat digunakan sebagai insektisida ramah lingkungan dalam pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* pada stadium telur sebagai salah satu vektor infeksi virus dengue dan menjadi sumber informasi bagi pembaca mengenai cara pengendalian nyamuk *Ae. aegypti*.

1.4 Kerangka Pikir

DBD merupakan penyakit yang menyebabkan masalah serius pada kesehatan masyarakat di dunia, termasuk Indonesia. Penyakit DBD disebabkan oleh infeksi virus dengue yang ditularkan melalui vektor utama yaitu nyamuk *Ae. aegypti* betina yang menyerang manusia tanpa memandang umur. Setiap tahunnya terjadi peningkatan jumlah kasus dan kematian di dunia terkait infeksi virus dengue, karena perilaku hidupnya yang berdampingan dengan manusia dan menjadikan genangan air bersih pada kontainer atau bejana dalam rumah sebagai tempat perindukan. Perubahan iklim, urbanisasi yang tidak terkendali, mobilitas penduduk yang tinggi, dan rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pemberantasan sarang nyamuk memperluas habitat nyamuk *Ae. aegypti*, sehingga meningkatkan risiko penularan virus

dengue. Oleh karena itu, upaya pencegahan dan pengendalian vektor menjadi kunci utama dalam menekan angka kejadian DBD.

Pencegahan infeksi Demam Berdarah Dengue (DBD) dilakukan melalui pengendalian vektor nyamuk *Ae. aegypti* untuk mengurangi penyebaran penyakit. Di Indonesia, upaya pengendalian ini meliputi pengendalian lingkungan dengan PSN (Pemberantasan Sarang Nyamuk) 3M+ (Menutup, Menguras, dan Mengubur barang bekas). Pengendalian juga dilakukan secara mekanik dengan mencegah kontak antara manusia dengan vektor nyamuk DBD (pemakaian kawat kassa pada pintu, jendela, dan lubang ventilasi) serta secara kimiawi umumnya dilakukan dengan penggunaan insektisida malathion dari golongan organofosfat melalui *space spraying*, baik dengan pengabutan (*thermal fogging*) maupun *Ultra Low Volume (cold fogging)* untuk memberantas nyamuk dewasa. Selain itu, pemberantasan larva dilakukan dengan menaburkan abate (temephos) di tempat penampungan air untuk memutus rantai penularan penyakit DBD. Namun, penggunaan insektisida secara terus-menerus menyebabkan resistensi nyamuk terhadap beberapa bahan insektisida, kematian serangga non-target, serta hilangnya musuh alami. Hal ini tidak hanya merusak keseimbangan ekosistem, tetapi juga berpotensi mencemari lingkungan serta membahayakan kesehatan manusia akibat residu yang sulit terurai.

Telur nyamuk *Ae. aegypti* dapat bertahan dalam kondisi kering selama berbulan-bulan, memungkinkan populasinya pulih dan meningkat, meskipun pemberantasan telah dilakukan pada stadium larva dan dewasa. Terputusnya siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* pada stadium telur dapat menekan penetasan telur menjadi larva. Berbagai upaya pengendalian yang telah dilakukan belum optimal, karena hanya menargetkan larva dan nyamuk dewasa, sementara telur nyamuk *Ae. aegypti* mampu bertahan dan menetas saat

terendam air, sehingga siklus hidupnya terus berlanjut. Oleh karena itu, penggunaan ovisida berbahan alami menjadi alternatif yang aman, ramah lingkungan, residu yang mudah terurai, mencegah resistensi, dan tidak membahayakan manusia maupun organisme non-target lainnya untuk menekan populasi vektor penyakit.

Rumput laut (*Gracilaria* sp.), jenis makroalga merah yang banyak ditemukan di perairan pantai Indonesia. *Gracilaria* sp. diketahui mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenol, saponin dan tanin yang memiliki aktifitas sebagai antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, antivirus dan antikarsinogenik. Senyawa-senyawa tersebut memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan alami pembunuh telur (ovisida) nyamuk *Ae. aegypti* vektor DBD yang mampu menghambat penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti* menjadi larva karena memiliki kemampuan merusak membran telur, mengganggu perkembangan telur (*embryogenesis*), dan mengganggu kelangsungan hidup larva di dalam telur atau menghalangi penetasan telur.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida dalam mengendalikan populasi nyamuk *Ae. aegypti* vektor penyebab Demam Berdarah Dengue (DBD) pada stadium telur. Dari penelitian ini diharapkan ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat memberikan hasil yang efektif dalam menghambat penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*, sehingga ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai ovisida dalam mengendalikan stadium telur nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor penyakit DBD.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu ekstrak metanol dari rumput laut (*Gracilaria* sp.) efektif dapat menghambat perkembangan telur dan

mencegah penetasan larva nyamuk *Ae. aegypti* vektor Demam Berdarah Dengue (DBD).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah, terutama pada biota lautnya. Salah satu organisme yang dapat ditemukan di hampir setiap pantai di Indonesia adalah makroalga, yang juga disebut rumput laut. Makroalga adalah organisme mirip tumbuhan yang tidak memiliki fitur pembeda seperti akar, batang, dan daun. Sebaliknya, mereka memiliki karakteristik unik yang dikenal sebagai *thallus*, yang membedakannya dari tumbuhan lain. Makroalga ini tersedia dalam berbagai bentuk, ukuran, dan warna, yang menjadi dasar klasifikasinya. Makroalga terbagi menjadi tiga divisi utama yaitu alga hijau (*Chlorophyta*), alga merah (*Rhodophyta*), dan alga cokelat (*Phaeophyta*) sangat dipengaruhi oleh tipe substrat dasar perairan (Cyntya dkk., 2018).

Rumput laut (*Gracilaria* sp.) salah satu jenis rumput laut alga merah yang telah dikembangkan di Indonesia. Rumput laut atau *seaweed* merupakan salah satu tumbuhan laut yang termasuk dalam kelompok makro alga *benthic* atau *benthic algae* yang habitat hidupnya di dasar perairan dengan cara melekat. Rumput laut (*Gracilaria* sp.) ini sangat potensial untuk dibudidayakan karena dapat tumbuh di pesisir pantai,

baik di perairan laut maupun payau. *Gracilaria* sp. merupakan jenis rumput laut yang paling banyak dibudidayakan dan diperdagangkan karena mempunyai nilai ekonomis yang tinggi serta memiliki prospek pasar baik didalam negeri maupun diluar negeri (Safrini dkk., 2022).

Keanekaragaman jenis makroalga, yang juga disebut rumput laut ditentukan oleh habitat (substrat) yang terdapat didaerah pasang surut (intertidal) antara lain disebabkan oleh heterogenitas substratnya. Pada pantai-pantai yang memiliki dasar perairan berupa karang, pasir pecahan karang dan batu mati, yang lebih stabil mempunyai keragaman rumput laut yang tinggi dibandingkan dengan tempat pasir dan lumpur (Wulandari dkk., 2015). Keanekaragaman merupakan sifat yang memperlihatkan tingkat beragamnya jenis organisme pada suatu komunitas. Salah satu aspek yang mempengaruhi komposisi jenis dan kepadatan rumput laut alam adalah tipe substrat dasar perairan. Variasi biomassa dan komposisi spesies rumput laut alam juga sangat dipengaruhi oleh musim yang umumnya terkait dengan toleransi spesies rumput laut terhadap suhu dan kekeringan (Ferawati dkk., 2014).

Rumput laut di alam hidup menempel pada substrat yang stabil untuk menjaga posisinya agar tidak hanyut terbawa oleh arus, gelombang, dan pasang surut. Dua tipe substrat utama yang digunakan sebagai tempat hidup rumput laut yaitu substrat lunak yang meliputi lumpur, pasir atau campuran pasir dan lumpur, dan substrat keras yang meliputi karang mati, karang hidup dan batuan (Irwandi dkk., 2017). Alga hijau (*Chlorophyta*) ditemukan pada habitat dasar dengan tipe substrat yang didominasi oleh pasir, karang hidup, dan batu karang. Alga merah (*Rhodophyta*) banyak ditemukan di kawasan dengan substrat dasar yang dominan berlumpur dan

juga ditemukan berasosiasi dengan ekosistem lamun, sedangkan alga coklat (*Phaeophyta*) lebih banyak ditemukan di daerah dengan substrat dasar yang didominasi oleh pecahan karang (Yudasmara, 2011).

Makroalga berperan penting dalam ekosistem perairan laut, baik secara biologis, ekologis maupun ekonomis, serta dapat menjaga keanekaragaman hayati sumber daya laut (Ayhuan dkk., 2017). Dari segi biologis, makroalga memiliki andil yang besar dalam meningkatkan produktifitas primer, penyerap bahan polutan dan karbon, penghasil bahan organik dan sumber produksi oksigen bagi organisme akuatik. Dari segi ekologis, makroalga memberikan dampak terhadap keseimbangan ekosistem laut dan secara tidak langsung memberikan dampak terhadap manusia terutama dalam bidang perikanan. Dari segi ekonomis, makroalga merupakan sumber hayati laut yang jika diproses lebih lanjut, maka menghasilkan senyawa hidrokoloid. Hidrokoloid merupakan produk dari proses metabolisme primer rumput laut. Hidrokoloid adalah suatu polimer larut dalam air yang mampu mengentalkan larutan atau membentuk gel dari larutan tersebut. Tiga macam hidrokoloid yang dihasilkan rumput laut yaitu agar, karaginan dan alginat. Tiga hidrokoloid tersebut biasanya dipakai sebagai bahan penyuspensi, pengemulsi, stabilisator, pengikat, pembentuk gel dan lain-lainnya. Fungsi tersebut hampir semuanya sangat terkait dalam proses produksi pada berbagai industri seperti industri makanan, minuman, farmasi, kosmetik, cat, dan fotografi (Festi dkk., 2022).

Kondisi lingkungan dan aktivitas yang terjadi di pantai dapat berpengaruh terhadap distribusi rumput laut. Komponen yang berpengaruh dari faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik terdiri dari arus, substrat, suhu, kedalaman, pH air, salinitas dan

kandungan bahan organik di perairan. Faktor biotik seperti aktivitas manusia di pantai sering merugikan bagi kehidupan biota perairan yang dapat menyebabkan perubahan distribusi dari rumput laut (Arfat dan Patty, 2016). Rumput laut (*Gracilaria* sp.) termasuk dalam Divisi Rhodophyta (ganggang atau alga merah) merupakan salah satu rumput laut yang tersusun atas zat warna atau pigmentasinya. Rhodophyta (ganggang atau alga merah) mengandung pigmen fikobiliprotein, terutama fikoeritrin, yang memberikan warna merah pada alga (Herlinawati dkk., 2022).

Rumput laut (*Gracilaria* sp.) memiliki ciri morfologi yang khas, yaitu *thallus* berbentuk silindris atau pipih, panjang *thallus* dapat bervariasi tergantung pada spesies, permukaannya licin dan agak kenyal, berwarna merah kecoklatan atau kuning hijau, percabangan tidak beraturan, memusat ke arah pangkal, dan cabang lateral memanjang menyerupai rambut dengan ukuran panjang berkisar 15-30 cm, struktur tubuh alga laut terdiri dari tiga bagian utama, pertama dikenal dengan sebutan blade struktur yang menyerupai daun utama, yaitu struktur menyerupai daun pipih yang biasanya lebar, kedua stipe, yaitu struktur yang menyerupai batang yang lentur dan berfungsi sebagai penahan goncangan ombak, dan ketiga holdfast, yaitu bagian yang menyerupai akar dan berfungsi untuk melekatkan tubuhnya pada substrat di dasar perairan (Kepel dkk., 2018). Rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 1. Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)
(Dokumentasi Pribadi)

Menurut Prescott (1954), klasifikasi rumput laut (*Gracilaria* sp.) adalah sebagai berikut:

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

2.1.2 Kandungan Senyawa Kimia Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut (*Gracilaria* sp.) memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan alami pembunuh jentik (ovisida) nyamuk *Ae. aegypti*, vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) karena *Gracilaria* sp. diketahui mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenol, saponin dan tanin yang memiliki aktifitas sebagai antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, antivirus dan antikarsinogenik (Widowaty dkk., 2023). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. yang diberikan terhadap telur, maka semakin besar penurunan

presentase penetasan telur. Hal ini disebabkan, karena semakin tinggi ekstrak, maka kandungan metabolit sekunder juga semakin banyak (Idris, 2021).

Senyawa alkaloid dan flavonoid berpengaruh terhadap perkembangan embrio telur nyamuk *Ae. aegypti* dengan menyerupai hormon juvenil dan sebagai *ecdysone blocker*. Hal tersebut menyebabkan terganggunya keseimbangan hormonal yang menyebabkan perkembangan embrio telur nyamuk *Ae. aegypti* menjadi abnormal (Suman *et al.*, 2011). Senyawa fenol dapat menghambat perkembangan telur menjadi larva dengan cara merusak membran telur nyamuk *Ae. aegypti*, senyawa ini dapat mendenaturasi protein pada membran, mengganggu permeabilitas, dan menyebabkan kebocoran isi sel, menyebabkan senyawa aktif lainnya masuk ke dalam telur dan mengganggu proses perkembangan telur nyamuk *Ae. aegypti* (Martini dkk., 2018).

Senyawa saponin dapat menghambat perkembangan telur menjadi larva dengan cara merusak membran telur. Rusaknya membran telur dapat menyebabkan zat aktif lain lebih mudah masuk ke dalam telur nyamuk *Ae. aegypti* dan mengganggu perkembangan embrio pada telur nyamuk *Ae. aegypti* (Mayangsari dkk., 2015). Senyawa tanin bertindak sebagai ovisida dengan cara mengikat protein pada lapisan *exochorion* telur nyamuk *Ae. aegypti* sehingga sirkulasi oksigen ke dalam telur terganggu yang berpengaruh terhadap perkembangan embrio (Wirawan dkk., 2015).

2.1.3 Ekstraksi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Proses ekstraksi pelarut perlu dilakukan untuk mendapatkan senyawa aktif dari rumput laut (*Gracilaria* sp.). Prinsip dari ekstraksi ini adalah memisahkan komponen yang ada dalam

bahan yang diekstraksi dengan menggunakan pelarut tertentu. Pemilihan pelarut diperlukan dalam proses ekstraksi, karena pelarut yang digunakan harus dapat memisahkan atau mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan zat-zat lainnya yang tidak diinginkan (Prayudo dan Novian, 2018). Ekstraksi dengan pelarut dilakukan dengan mempertemukan bahan yang akan diekstrak dengan pelarut selama waktu tertentu, diikuti pemisahan filtrat terhadap residu bahan yang diekstrak. Ekstraksi dengan menggunakan pelarut seperti etanol, metanol, etil asetat, heksana dan air mampu memisahkan senyawa-senyawa yang penting dalam suatu bahan. Pemilihan pelarut yang akan dipakai dalam proses ekstraksi harus memperhatikan sifat kandungan senyawa yang akan diisolasi (Septiana dan Asnani, 2012).

Sifat yang penting adalah polaritas dan gugus polar dari suatu senyawa. Pada prinsipnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya (Yulianthi dkk, 2017) sehingga akan mempengaruhi sifat fisikokimia ekstrak yang dihasilkan. Terdapat beberapa faktor dalam proses ekstraksi yang memengaruhi hasil ekstraksi diantaranya jenis pelarut, rasio berat bahan dengan volume pelarut, suhu, pengadukan, waktu ekstraksi, dan ukuran sampel (Savitri dkk, 2017).

Metanol merupakan pelarut dengan sifat universal, karenanya metanol dapat menarik senyawa pada tanaman seperti alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, dan tanin yang berasal dari tanaman (Agustina dkk., 2018). Metanol merupakan filtrat yang mudah menembus sel melalui dinding sel tanaman, kandungan metabolit sekunder pada sitoplasma larut melalui pelarut dan menghasilkan senyawa yang terdegradasi secara sempurna (Maulidya dkk, 2017). Menurut penelitian yang dilakukan Suryani dkk (2016), diketahui bahwa pelarut

metanol dapat mengeluarkan senyawa lebih baik karena kesamaan polaritas antara pelarut dan ekstrak.

Salah satu metode ekstraksi yang umum digunakan yaitu metode maserasi. Metode maserasi dipilih karena mampu mengekstraksi senyawa dengan baik melalui perendaman tanpa pemanasan sehingga menghindari kerusakan pada senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014). Ekstraksi dengan cara maserasi adalah metode sederhana yang paling banyak digunakan. Metode ekstraksi secara maserasi merupakan metode pemisahan zat aktif dengan pengadukan dan penyaringan yang digunakan untuk membuat ekstrak tumbuhan. Hasil dari penyaringan yang mengandung senyawa metabolit sekunder, selanjutnya dihilangkan pelarutnya dengan *rotary evaporator*. Metode maserasi bertujuan untuk menghindari rusaknya senyawa aktif pada sampel yang tidak tahan panas. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri (Amelinda dkk, 2018).

2.2 Nyamuk *Ae. aegypti*

2.2.1 Klasifikasi Nyamuk *Ae. aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus *dengue* penyebab penyakit demam berdarah yang menyerang manusia tanpa memandang umur. Hal ini dikarenakan nyamuk *Ae. aegypti* lebih dekat kehidupannya dengan lingkungan kehidupan manusia. Sehingga, manusia merupakan sasaran utama dari nyamuk *Ae. aegypti*. Tempat yang berpotensi untuk meletakkan telur dan perkembangbiakan stadium pradewasa *Ae. aegypti* yaitu tempat penampungan air bersih seperti bak mandi, drum air, ember, vas, dan barang-barang bekas yang pada waktu hujan akan terisi air hingga menggenang yang menyebabkan populasi nyamuk *Ae. aegypti*

meningkat dan berkembang lebih cepat, sehingga memungkinkan meningkatnya penularan penyakit DBD. Tindakan pencegahan utama untuk mengurangi infeksi demam berdarah adalah pengendalian populasi nyamuk. Karena penularan DBD memerlukan nyamuk sebagai vektornya, maka penyebaran DBD dapat dibatasi dengan mengurangi populasi nyamuk (Nurmumpuni dkk., 2024).

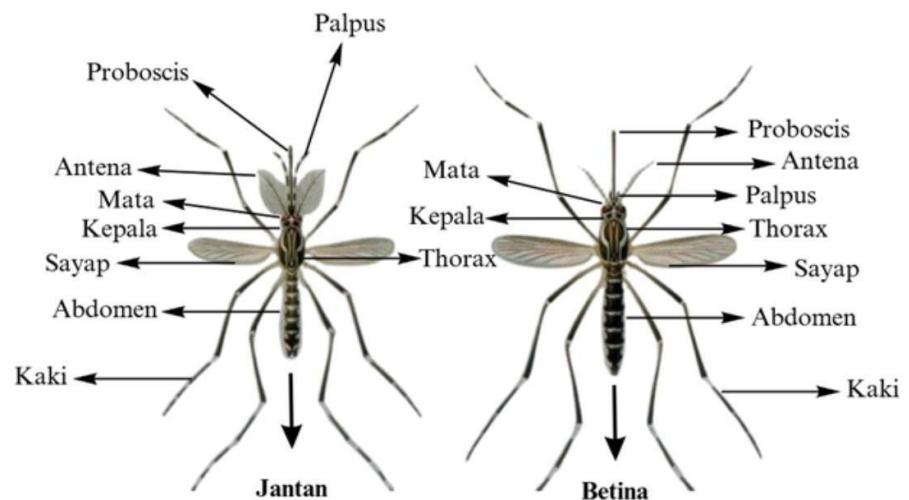
Menurut Borror *et al.* (1989), klasifikasi nyamuk *Ae. aegypti* adalah sebagai berikut:

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

2.2.2 Morfologi Nyamuk *Ae. aegypti*

Tubuh nyamuk *Ae. aegypti* terdiri dari 3 bagian, yaitu kepala, *thorax* dan abdomen. Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki ukuran yang beragam, bergantung pada kondisi lingkungan hingga nutrisi yang diperolehnya selama perkembangan. Nyamuk jantan umumnya berukuran lebih kecil dari nyamuk betina. Warna tubuh nyamuk *Ae. aegypti* hitam dengan belang putih di sekujur tubuhnya. Pada tubuh dan tungkainya, terdapat garis-garis putih keperakan yang menutupinya. Selain itu dapat ditemukan juga dua garis yang melengkung vertikal di bagian *thorax* yang menjadikan ciri spesies ini. Pada bagian kepala terpasang sepasang mata majemuk, sepasang antena berbulu dan sepasang palpus maxilaris serta terdapat alat tusuk yang disebut *proboscis*. Ukuran palpus maxilaris lebih pendek dari pada *proboscis*. Pada nyamuk betina, antena berbulu pendek

dan jarang disebut dengan *plumose*, sedangkan pada nyamuk jantan, antena berbulu panjang dan lebat disebut dengan *pilose*. Pada nyamuk *Ae. aegypti*, *proboscis* nya memiliki permukaan yang halus dan panjang. Nyamuk betina menggunakan *proboscis* untuk menghisap darah, dibutuhkan oleh nyamuk betina untuk perkembangan telurnya, sedangkan nyamuk jantan menggunakannya untuk menghisap nektar dan sari buah-buahan, memiliki 3 pasang kaki dan memiliki sepasang sayap yang digunakan untuk terbang (Purwatiningsih dkk., 2021). Morfologi nyamuk *Ae. aegypti* dewasa dapat dilihat pada Gambar 2.

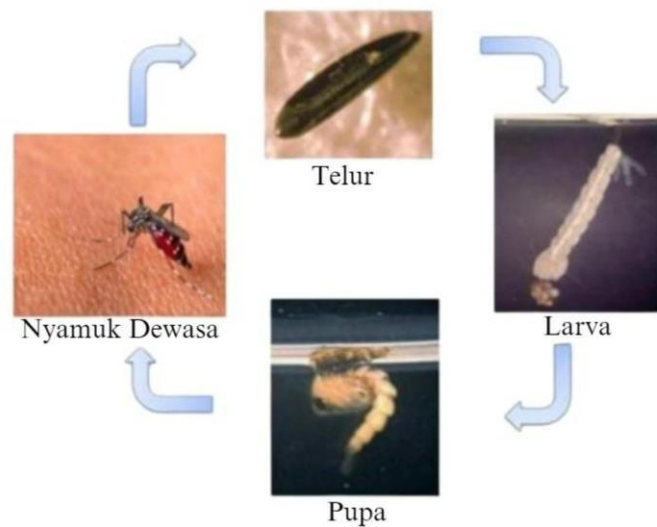


Gambar 2. Morfologi Nyamuk *Ae. aegypti* (Purwatiningsih dkk., 2021)

2.2.3 Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti*

Siklus hidup nyamuk berawal dari telur sampai menjadi dewasa biasanya memerlukan waktu selama 8 hingga 10 hari, namun bisa lebih lama jika kondisi lingkungan tidak mendukung. Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai siklus hidup sempurna yaitu mengalami metamorfosis sempurna (holometabola) yang terdiri dari 4 (empat) stadium yaitu telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa. Stadium merupakan lamanya

waktu (periode) antara pergantian kulit selama pertumbuhan dan perkembangan, sedangkan fase adalah jumlah waktu yang diperlukan nyamuk untuk menyelesaikan satu stadium (Hikmawati dan Huda, 2021). Nyamuk betina bertelur satu per satu di atas permukaan air bersih, dengan telurnya menempel pada dinding tempat perindukannya. Stadium telur, larva, dan pupa berlangsung di air. Telur yang terendam air akan menetas menjadi larva dalam waktu dua hari. Larva kemudian berkembang melalui empat tahap instar yang memakan waktu sekitar lima hari untuk mencapai instar keempat. Setelah mencapai tahap ini, larva berubah menjadi kepompong dan memasuki fase istirahat. Pupa dapat bertahan hidup selama dua hari sebelum nyamuk dewasa keluar dari pupa. Siklus hidup yang lengkap ini memungkinkan nyamuk berkembang biak secara efisien dalam lingkungan yang mendukung (Susanti dan Suharyo, 2017).



Gambar 3. Siklus Hidup Nyamuk *Ae. aegypti* (Denysiuk *et al.*, 2016)

1. Telur Nyamuk *Ae. aegypti*

Telur nyamuk *Ae. aegypti* di letakkan secara memisah antara satu dengan yang lain dan menempel pada wilayah perindukannya yang lembab dan tidak terpapar sinar matahari. Nyamuk *Ae. aegypti* dapat menghasilkan telur sebanyak 100-300 butir setiap sekali bertelur. Jumlah telur yang dihasilkan oleh nyamuk betina bisa berubah-ubah tergantung banyak darah yang diisap. Telur *Ae. aegypti* berwarna hitam, berbentuk oval, bilateral simetris, dan pipih. Telur nyamuk *Ae. aegypti* berwarna keputihan pada saat oviposisi, dan dengan cepat berubah menjadi hitam mengkilat. Telur nyamuk *Ae. aegypti* memiliki panjang berkisar 1 mm dan berat berkisar 0,01 mg (Pombo *et al.*, 2021). Telur nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 4.

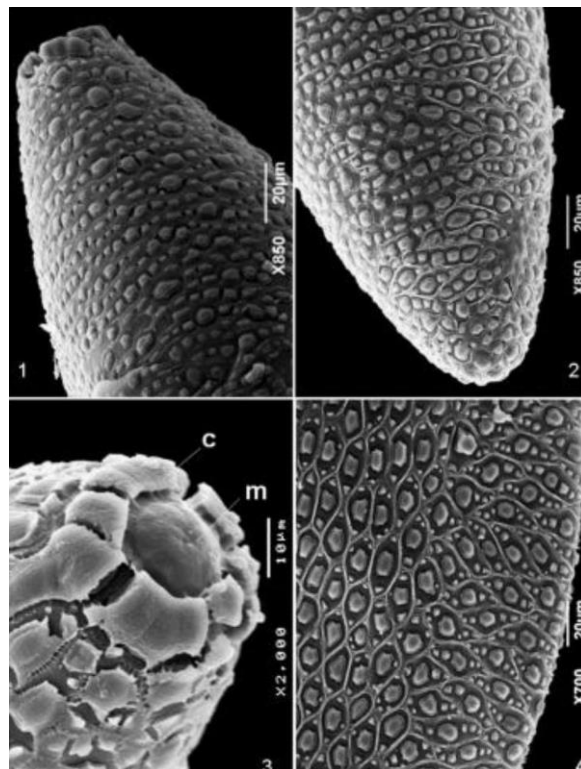


Gambar 4. Telur Nyamuk *Ae. aegypti* (Pombo *et al.*, 2021)

Bagian luar telur *Ae. aegypti* terdiri dari lapisan cangkang telur. Cangkang telur berfungsi untuk melindungi embrio yang sedang berkembang dari tekanan biotik dan abiotik, serta membantu menjaga keseimbangan air. Cangkang telur *Ae. aegypti* terdiri dari tiga lapisan yaitu *exochorion*, *endochorion*, dan *serosal cuticle*. Lapisan *exochorion* dan *endochorion* sudah terbentuk pada saat telur diletakkan, karena kedua

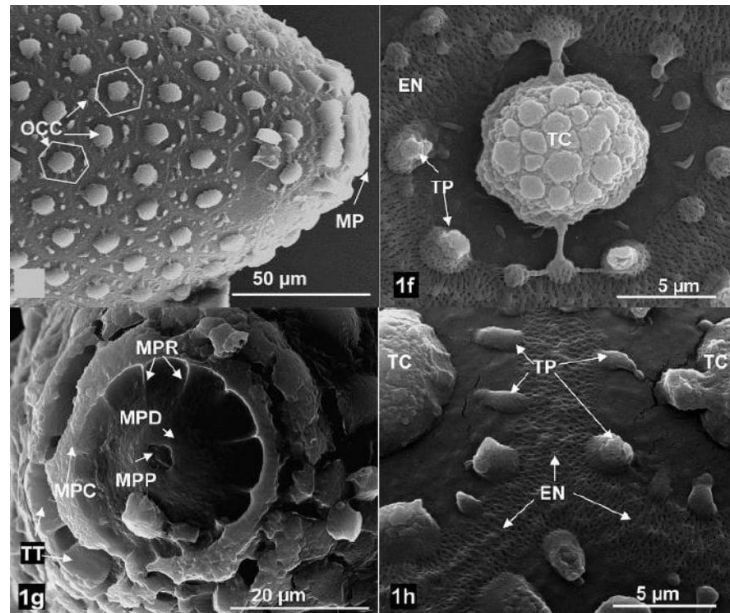
lapisan tersebut diproduksi oleh sel folikel betina selama *choriogenesis* di ovarium. Sedangkan *serosal cuticle* merupakan lapisan terdalam yang diproduksi selama sepertiga pertama *embryogenesis* nyamuk oleh *extraembryonic serosa* setelah sepenuhnya membungkus embrio (Farnesi *et al*, 2015).

Telah dilakukan beberapa penelitian mengenai *scanning electron* pada telur *Ae. aegypti* untuk mengetahui struktur telur secara spesifik, seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Scanning Electron* telur *Ae. aegypti*: (1) wilayah anterior-micropyle dan ornament khas *chorionic* luar dengan 2 jenis *tubercle*, (2) daerah posterior telur menunjukkan *tubercle*, (3) bagian anterior menunjukkan (c) *collar*, dan (m) *micropyle*, (4) bagian lateral telur menunjukkan ornamen dari dorsal (kanan) dan ventral (kiri) (Mallet *et al.*, 2010)

Lapisan *exochorion* tersusun atas *outer chorionic cell* (OCC) yang merupakan sekumpulan dari *tubercle central* dan *tubercle peripheral*. *Tubercle central* dikelilingi oleh *tubercle peripheral* yang membentuk bidang heksagonal yang dihubungkan oleh *exochorionic network*. Struktur *exochorion* telur nyamuk *Ae. aegypti* terdiri atas *tubercle central* (TC), *tubercle peripheral* (TP), dan *exochorionic network* (EN), sedangkan *endochorion* merupakan lapisan homogen yang padat akan elektron. Pada salah satu ujung telur *Ae. aegypti* terdapat poros yang disebut *micropyle*. Keberadaan *micropyle* menandakan kutub anterior telur. *Micropyle* berupa lubang berfungsi sebagai tempat masuknya spermatozoa ke dalam telur sehingga terjadi proses pembuahan. *Micropyle* terdiri dari beberapa struktur, yaitu *micropyle corolla* (MPC), *micropyle disc* (MPD), *micropyle pore* (MPP), *micropyle ridge* (MPR), dan *tooth-like tubercle* (TT) (Suman *et al.*, 2011), seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur *Exochorion* dan *Micropyle* telur *Ae. aegypti*: (OCC) *Outer Chorionic Cell*, (MP) *Micropyle*, (TC) *Central Tubercle*, (TP) *Peripheral Tubercle*, (EN) *Exochorion Network*, (MPC) *Micropyle Corolla*, (MPD) *Micropyle Disc*, (MPP) *Micropyle Pore*, (MPR) *Micropyle ridge* (Suman *et al.*, 2011).

Karena *micropyle* berupa lubang, maka zat ovisida dapat dengan mudah masuk ke dalam telur *micropyle*. Selain itu, apabila *micropyle* rusak atau tersumbat, pertukaran oksigen embrio akan terganggu sehingga dapat menyebabkan kematian dan mengganggu perkembangan embrio (Younoussa *et al.*, 2016).

Menurut Nugraheni (2017), nyamuk *Ae. aegypti* betina akan meletakkan telurnya di air yang jernih dan tenang, seperti di tempat penampungan air yang terbuka atau wadah-wadah yang tergenang sesaat setelah ia menghisap darah. Telur nyamuk *Ae. aegypti* dapat menetas menjadi jentik (larva) hingga menjadi pupa dan terus berkembang sampai stadium imago disebabkan karena perindukan memiliki faktor lingkungan yang

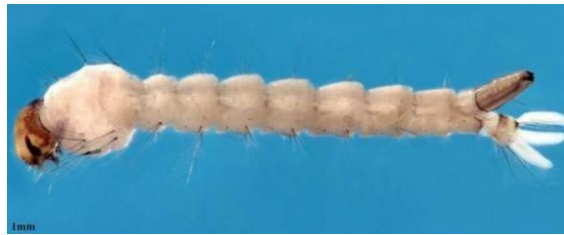
memungkinkan untuk berkembangnya nyamuk stadium pradewasa. Suhu, pH, intensitas cahaya, serta kandungan oksigen pada media menjadi faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup nyamuk pradewasa (Agustin dkk., 2017).

2. Larva Nyamuk *Ae. aegypti*

Larva *Ae. aegypti* berwarna transparan ketika baru menetas dari telur. Terdapat empat tahap pertumbuhan dalam stadium larva yaitu larva instar I, larva instar II, dan larva instar III, larva instar IV. Larva *Ae. aegypti* memiliki panjang sekitar 8 mm pada saat tahap larva instar IV dan bagian tubuh larva dapat terlihat lebih jelas. Larva *Ae. aegypti* memiliki empat bagian tubuh, yaitu kepala, leher, *thorax*, dan abdomen. Bagian kepala terdiri atas sepasang antena, mata, *palatum*, *mouth brush*, *fenestrae*, *mental sclerite*, *hypostomal area*, *labium*, dan *cervical collar*. Bagian kepala dan *thorax* dihubungkan oleh leher. Bagian *thorax* larva terbagi atas segmen *prothorax*, *mesothorax*, dan *metathorax* yang terdapat rambut-rambut pada bagian lateralnya. Bagian abdomen larva terdiri atas delapan segmen yang masing-masing segmen terdapat rambut yang jumlahnya bervariasi pada bagian lateralnya. Abdomen larva *Ae. aegypti* berbentuk panjang, pipih dorsoventral, dan silindris. Pada segmen terakhir abdomen terdapat deretan duri jengger yang jumlahnya bertambah selama perkembangan larva (Bar and Andrew, 2013).

Siphon pada larva nyamuk berfungsi sebagai alat untuk bernapas yang terletak pada bagian posterior. Siphon pada *Ae. aegypti* berukuran pendek dan gemuk yang menjadi pembeda dengan larva nyamuk spesies lain

(Andrew dan Bar, 2013; Haidah dkk, 2022). Ketika larva naik ke permukaan air, siphon berada di atas permukaan air, sedangkan tubuh larva yang lain menggantung secara vertikal (Zettel and Kaufman, 2019). Larva nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Larva Instar IV *Ae. aegypti*
(Farajollahi and Price, 2013)

3. Pupa Nyamuk *Ae. aegypti*

Setelah larva instar IV, *Ae aegypti* berkembang menjadi pupa. Pupa *Ae aegypti* memiliki ciri-ciri, yaitu mempunyai bentuk yang menyerupai koma, kepalanya menyatu dengan *thorax* yang disebut dengan *cephalothorax*, serta merupakan stadium *non feeding* (tidak makan), sering ada di permukaan air, memiliki gerakan lambat, namun pupa akan bergerak cepat ke dalam air jika pupa diganggu oleh gerakan, kemudian akan kembali lagi ke permukaan air. Pupa bernapas menggunakan *breathing tube* yang berada di sisi dorsal *thorax*. Bagian abdomen pupa terdapat segmen-segmen. Pada segmen terakhir abdomen terdapat sepasang *paddles* yang berfungsi untuk berenang. Posisi pupa pada waktu istirahat sejajar dengan bidang permukaan air karena memiliki alat apung pada bagian *thorax*. Stadium pupa lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk meski tidak makan (Haidah dkk, 2022). Pupa nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pupa Nyamuk *Ae. aegypti*
(Rao, 2019)

4. Nyamuk Dewasa *Ae. aegypti*

Secara umum tubuh nyamuk *Ae. aegypti* terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala, *thorax*, dan abdomen. Bagian kepala merupakan pusat sensorik bagi nyamuk, terdapat mata majemuk, *proboscis* dan sepasang antena berbulu. *Proboscis* pada nyamuk betina berfungsi untuk menusuk dan menghisap darah, sedangkan pada nyamuk jantan berfungsi untuk menghisap nektar bunga. Pada nyamuk betina, antena berbulu pendek dan jarang disebut dengan *plumose*, sedangkan pada nyamuk jantan, antena berbulu panjang dan lebat disebut dengan *pilose*. Pada bagian kepala juga terdapat palpus maksilaris yang terdiri dari empat ruas dengan sisik berwarna putih keperakan dan ujung berwarna hitam. Palpus maksilaris memiliki ukuran lebih pendek dibanding dengan *proboscis* (Frida, 2019).

Pada bagian *thorax*, abdomen, dan kaki terdapat bercak putih. *Thorax Ae. aegypti* memiliki bentuk agak membengkok dan terdapat skutelum yang berbentuk tiga lobus, *thorax Ae. aegypti* berwarna gelap keabu-abuan dengan dua garis lurus dan dua garis lengkung berwarna putih yang disebut *lyre*. Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki sepasang sayap pada bagian *mesothorax* dan sepasang

penyeimbang (*halter*) pada bagian *metathorax* (Wahyuni, 2016).

Pada bagian sayap nyamuk *Ae. aegypti* terdapat saluran *trakea longitudinal* yang terdiri dari zat kitin yang disebut *venasi*. Sayap *Ae. aegypti* terdiri dari *vena costa*, *vena subcosta*, dan *vena longitudinal*. Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai tiga pasang kaki yang masing-masing kaki terdiri dari *coxa*, *trochanter*, *femur*, *tibia*, dan *tarsus*. Pada pembatas antara *prothorax* dan *mesothorax*, serta antara *mesothorax* dan *metathorax* terdapat alat pernapasan nyamuk *Ae. aegypti* yang disebut dengan stigma (Dinata, 2016).

Bagian abdomen *Ae. aegypti* berbentuk panjang dan ramping, namun pada keadaan kenyang darah (*gravid*) abdomen akan mengembang. Abdomen terdiri dari sepuluh ruas, ruas terakhir dari abdomen merupakan alat kelamin. Alat kelamin betina disebut *sersi*, sedangkan alat kelamin jantan disebut *hypopygium*. Bagian dorsal abdomen *Ae. aegypti* berwarna hitam dan bergaris putih, sedangkan pada bagian ventral dan lateral berwarna hitam dan terdapat bintik-bintik putih (Dinata, 2016). Nyamuk dewasa *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Nyamuk Dewasa *Ae. aegypti*
(Zettel and Kaufman, 2019)

2.3 Pengendalian Vektor Infeksi Virus Dengue

Virus adalah mikroorganisme patogen parasit yang hanya dapat bereplikasi di dalam sel hidup, karena tidak memiliki struktur seluler seperti membran atau organel. Sebagai gantinya, virus bergantung sepenuhnya pada sel inang untuk berkembang biak. Virus terdiri dari materi genetik, baik DNA maupun RNA, yang dilindungi oleh kapsid berupa selubung protein. Mereka dapat menginfeksi berbagai bentuk kehidupan, termasuk hewan, tumbuhan, dan bakteri. Begitu menginfeksi sel inang, virus memaksa sel tersebut untuk memproduksi ribuan salinan virus baru secara cepat. Selain itu, virus memiliki kemampuan untuk bermutasi dan beradaptasi, menjadikannya sulit diatasi oleh sistem kekebalan tubuh (Usmar dkk., 2021).

Virus dengue memiliki genom berupa RNA untai tunggal positif (*positive single-stranded RNA*) yang dapat menyebabkan infeksi dengan berbagai manifestasi klinis, mulai dari demam dengue ringan hingga bentuk berat seperti demam berdarah dengue (DBD) dan sindrom syok dengue (SSD). Termasuk dalam famili Flaviviridae dan genus Flavivirus, virus dengue terdiri dari empat serotipe, yaitu DENV-1, DENV-2, DENV-3, dan DENV-4, yang semuanya dapat memicu spektrum penuh penyakit DBD. Setiap

serotipe dapat menginfeksi manusia lebih dari sekali, karena kekebalan terhadap satu serotipe tidak memberikan perlindungan terhadap serotipe lainnya. Virus dengue (DENV) ditularkan melalui gigitan nyamuk dan merupakan penyebab utama penyakit demam berdarah dengue (Santi dkk., 2023).

Nyamuk merupakan vektor utama penyebaran berbagai penyakit di daerah tropis, salah satunya *Ae. aegypti*, yang dikenal sebagai vektor utama Demam Berdarah Dengue (DBD). Penyakit DBD disebabkan oleh infeksi virus dengue yang ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Ae. aegypti*. Di Indonesia, DBD menjadi salah satu masalah kesehatan serius karena kasusnya terus meningkat setiap tahun, terutama saat musim penghujan. Penyakit ini tidak hanya menyerang orang dewasa, tetapi juga anak-anak di bawah 15 tahun. Terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kasus infeksi virus dengue, baik dari agent (vektor/nyamuk), host (pejamu/ perilaku manusia), maupun *environment* (lingkungan yang mendukung perkembangbiakan nyamuk) yang bilamana tanpa pengendalian dan penanganan yang cepat dapat menyebabkan kejadian luar biasa (KLB) maupun wabah dan berisiko tinggi meningkatkan angka kematian (Setiati dkk., 2014; Kemenkes RI, 2017b; Purnama, 2017).

Nyamuk *Ae. aegypti* merupakan serangga yang mengalami metamorfosis sempurna dalam siklus hidupnya, yang terdiri dari empat tahap: telur, larva, pupa, dan dewasa. Nyamuk *Ae. aegypti* mudah hidup dan berkembang biak dekat dengan lingkungan manusia. Tempat potensial untuk perindukan nyamuk ini terbagi menjadi *natural container* (tempat perindukan alami), seperti lubang pohon, batok kelapa, dan celah pada batu, serta *artificial container* (tempat perindukan buatan), seperti bak mandi, ember, dispenser, kulkas, ban bekas, pot/vas bunga, kaleng bekas, dan botol plastik (Widada dan Gazali, 2020). Iklim merupakan salah

satu faktor lingkungan yang memengaruhi penularan DBD, karena perubahan suhu udara, curah hujan, dan kelembaban berdampak pada perkembangan nyamuk *Ae. aegypti*. Peningkatan suhu dan curah hujan, terutama tanpa drainase yang memadai, memicu terbentuknya genangan air sebagai tempat ideal bagi nyamuk bertelur dan berkembang biak. Siklus hidup nyamuk, dari telur hingga dewasa, sangat bergantung pada ketersediaan air serta suhu dan kelembaban yang mendukung (Fadly dkk., 2015). Kondisi ini mempercepat peningkatan populasi nyamuk, yang pada akhirnya meningkatkan risiko penularan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), terutama jika tidak disertai upaya pemberantasan sarang nyamuk secara rutin dan menyeluruh (Rompis dkk., 2020).

Penanggulangan Demam Berdarah Dengue (DBD) difokuskan pada pencegahan penyebaran penyakit dengan mengendalikan populasi nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor utama, guna memutus rantai penularan dan mengurangi risiko infeksi. Surveilans dan pengendalian vektor adalah dua operasi utama pengendalian vektor secara nasional. Surveilans vektor mencakup pengamatan dan penelitian bioekologi, status kevektoran, status resistensi vektor terhadap insektisida, dan efikasi insektisida. Sementara itu, pengendalian vektor mencakup pengendalian vektor secara menyeluruh melalui pengelolaan lingkungan menggunakan metode fisik/mekanik, biologis, maupun kimiawi. Saat ini salah satu program yang pemerintah lakukan dalam upaya pengendalian vektor adalah Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M Plus melalui Gerakan 1 Rumah 1 Jumantik (GIRIJ). Salah satu kegiatan dalam program 3M Plus adalah memberantas jentik nyamuk dan nyamuk dewasa dengan menggunakan insektisida kimiawi, seperti larvasida yaitu dengan memberikan temephos yang biasanya berupa abate. Selain itu, metode *fogging* (pengasapan) juga diterapkan untuk mengendalikan vektor DBD. Penggunaan insektisida kimiawi dinilai efektif karena mampu membasmi

nyamuk dengan cepat, biaya aplikasinya relatif terjangkau, dan hasilnya dapat terlihat dalam waktu singkat dibandingkan dengan metode lainnya (Budiman dan Oetami, 2020).

Upaya pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* yang telah dilakukan masih belum optimal, karena sebagian besar hanya menargetkan larva dan nyamuk dewasa, sementara telur nyamuk mampu bertahan dalam kondisi kering dan menetas saat terendam air, memungkinkan siklus hidupnya terus berlanjut. Penggunaan insektisida kimiawi memang efektif, namun berisiko menimbulkan efek toksik pada organisme non-target dan memicu resistensi nyamuk, seperti yang terjadi di hampir semua daerah endemik infeksi virus dengue di Indonesia (Kemenkes RI, 2021).

Pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* vektor utama penularan virus dengue, perlu dilakukan secara terpadu dengan menargetkan seluruh tahap siklus hidupnya, mulai dari telur hingga nyamuk dewasa. Sebagai langkah alternatif yang lebih ramah lingkungan, pemanfaatan ekstrak tumbuhan sebagai insektisida botani dinilai lebih aman karena memiliki residu yang pendek dan minim efek samping (Sari, 2022). Salah satu sumber daya alam yang berpotensi dimanfaatkan sebagai ovisida alami untuk membunuh telur nyamuk *Ae. aegypti* vektor utama penyebar penyakit DBD, adalah rumput laut (*Gracilaria* sp.). Kandungan senyawa aktif dalam rumput laut ini diyakini mampu menghambat daya tetas telur nyamuk *Ae. aegypti*.

2.4 Ovisida

2.4.1 Deskripsi Ovisida

Ovisida berasal dari bahasa latin yaitu *ovum* dan *cide* yang memiliki arti telur dan pembunuh, sehingga dapat diartikan sebagai pembunuh telur. Ovisida termasuk insektisida yang

memiliki mekanisme kerja dengan mematikan atau membuat proses perkembangbiakan telur terhambat. Ovisida yang baik menurut standar WHO yaitu memiliki kandungan zat nya tidak membahayakan (Putri, 2015). Ovisida alami merupakan ovisida yang memanfaatkan metabolit sekunder yang terdapat pada beberapa bagian tumbuhan. Beberapa bagian tumbuhan tersebut dapat diolah dalam bentuk ekstrak, rendaman, atau rebusan (Oktafiana, 2018).

Ovisida dapat dikatakan efektif untuk membunuh telur jika memiliki tiga syarat yaitu: (1) Telur harus berada di tempat yang terpapar oleh ovisida sehingga konsentrasi racun yang mematikan dapat mencapainya, (2) Telur harus memiliki kerentanan terhadap jenis racun tersebut, dan (3) Sejumlah besar telur harus mati akibat paparan racun tersebut untuk membenarkan penggunaan ovisida (Campbell dkk., 2016).

2.4.2 Mekanisme Ovisida Terhadap Telur Nyamuk *Ae. aegypti*

Mekanisme kerja ovisida sebagai penghambat daya tetas telur nyamuk *Ae. aegypti* diduga terjadi karena zat aktif pada ovisida masuk ke dalam telur melalui titik *polygonal* di permukaan cangkang. Masuknya zat aktif melalui proses difusi, yang berarti zat aktif mengalir dari lingkungan luar (larutan hipertonis) ke dalam telur (larutan hipotonis). Setelah senyawa aktif ovisida masuk ke dalam permukaan cangkang telur, permukaan *exochorion* yang terdiri dari sel *chorionic* luar, *micropyle*, *tubercle sentral*, dan *tubercle peripheral* yang menjadi lapisan pelindung telur dari lingkungan luar dan zat toksik mengalami kerusakan. Kemudian zat aktif masuk ke bagian lebih dalam lagi, tepatnya pada *endochorion* dan *serosal cuticle*. Zat aktif ini menghentikan perkembangan telur atau *embryogenesis*, hingga akhirnya gagal menetas (Chinthia, 2016).

Ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) mengandung zat yang bersifat juvenil hormon yang mampu mempengaruhi titer hormon juvenil dalam tubuh *Ae. aegypti* sehingga menyebabkan waktu perkembangan yang abnormal dan dapat pula mempengaruhi penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*. Selain itu, pengaruh terhadap kemampuan menetas telur diduga terjadi karena kandungan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik berperan sebagai *ecdysion blocker* atau zat yang dapat menghambat kerja hormon ecdison (hormon yang berfungsi dalam metabolisme serangga), sehingga serangga akan terganggu dalam proses perubahan telur menjadi larva (Andesfha, 2004).

Penghambatan penetasan telur juga diduga terjadi karena senyawa yang terkandung dalam rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat merubah struktur dinding sel dari telur yang tersusun oleh lapisan lilin dan lipid. Akibat dari perubahan struktur lapisan dinding telur terjadi perubahan permeabilitas dinding sel yang mengakibatkan cairan sel keluar tak terkendali. Jika cairan sel keluar terus menerus maka telur akan kekurangan cairan sehingga telur menjadi tidak berkembang dengan baik, dan menghambat penetasan telur tersebut bahkan dapat menyebabkan telur tidak menetas, karena dalam perkembangannya telur memerlukan cairan sel yang berisi nutrisi untuk perkembangan (Ulfah dkk., 2018).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober - Desember 2024. Pembuatan ekstrak dan uji fitokimia rumput laut (*Gracilaria* sp.) dilaksanakan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, sedangkan pengujian ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida terhadap telur *Ae. aegypti* dilaksanakan di Laboratorium MIPA Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penyiapan telur nyamuk *Ae. aegypti* berikut alat yang digunakan antara lain mikroskop stereo digunakan untuk mengamati telur nyamuk *Ae. aegypti*, kuas digunakan untuk memisahkan antara telur yang layak dan tidak layak pakai, dan cawan petri digunakan untuk meletakkan telur nyamuk *Ae. aegypti*, sedangkan bahan yang digunakan adalah 600 butir telur nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Pembuatan ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) berikut alat yang digunakan antara lain baskom digunakan untuk menampung rumput laut (*Gracilaria* sp.), blender digunakan untuk menghaluskan rumput laut (*Gracilaria* sp.), ayakan

digunakan untuk menyaring serbuk rumput laut (*Gracilaria* sp.), plastik digunakan untuk menyimpan serbuk rumput laut (*Gracilaria* sp.), timbangan analitik digunakan untuk menimbang serbuk rumput laut (*Gracilaria* sp.), beaker glass digunakan untuk proses maserasi, erlenmeyer digunakan sebagai wadah filtrat rumput laut (*Gracilaria* sp.), kertas saring dan corong digunakan untuk menyaring filtrat rumput laut (*Gracilaria* sp.), *rotary evaporator* digunakan untuk membuat pasta rumput laut (*Gracilaria* sp.), botol sampel digunakan sebagai wadah pasta, sedangkan bahan yang digunakan antara lain rumput laut (*Gracilaria* sp.), dan metanol sebagai pelarut.

3. Uji fitokimia rumput laut (*Gracilaria* sp.) berikut alat yang digunakan antara lain tabung reaksi digunakan untuk wadah, lemari pendingin digunakan untuk menyimpan pasta rumput laut (*Gracilaria* sp.), sedangkan bahan yang digunakan antara lain ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) berupa pasta, azadirachtin, air sumur, serbuk Mg, HCL pekat, aquades, larutan FeCl₃, Asam Asetat Glasial, HCl 2N, H₂SO₄, dan pereaksi (bouchardat, dragendorf, mayer).
4. Uji efektivitas ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti* berikut alat yang digunakan antara lain gelas ukur digunakan untuk mengukur air media telur nyamuk *Ae. aegypti*, tabung reaksi digunakan sebagai wadah, timbangan analitik digunakan untuk menimbang pasta rumput laut (*Gracilaria* sp.), batang pengaduk digunakan untuk menghomogenkan larutan, mikroskop digunakan untuk mengamati morfologi telur nyamuk *Ae. aegypti*, pH meter digunakan untuk mengukur pH air dan termometer digunakan untuk mengukur suhu air, sedangkan bahan yang digunakan antara lain telur nyamuk *Ae. aegypti*, ekstrak rumput laut

(*Gracilaria* sp.), air keran (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif).

3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental, menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan menggunakan ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) dengan konsentrasi 1%, 1,2%, 1,4%, 1,6%, kontrol positif (1% azadirachtin), dan kontrol negatif (air keran) pada telur nyamuk *Ae. aegypti*. Masing-masing perlakuan menggunakan empat kali pengulangan dan menggunakan 25 butir telur nyamuk *Ae. aegypti*. Pengamatan dilakukan setiap enam jam sekali selama 72 jam.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Persiapan Telur *Ae. aegypti*

Telur nyamuk *Ae. aegypti* yang diperoleh berasal dari Loka Labkesmas Baturaja, Sumatera Selatan. Telur yang diperoleh diletakkan pada cawan petri, kemudian diamati menggunakan mikroskop stereo. Telur nyamuk *Ae. Aegypti* dipisahkan antara telur yang layak dan yang tidak layak digunakan menggunakan kuas. Telur yang layak digunakan yaitu telur nyamuk fertil yang memiliki ciri-ciri berbentuk bulat panjang, lonjong (oval) dan utuh (tidak pecah).

Telur nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 25 telur pada setiap perlakuan. Sehingga total telur nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan yaitu sebanyak 600 telur. Jumlah telur nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah telur nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan

Konsentrasi	Jumlah telur x jumlah pengulangan	Total
K(-) (air keran)	25 telur x 4	100 telur
1%	25 telur x 4	100 telur
1,2 %	25 telur x 4	100 telur
1,4 %	25 telur x 4	100 telur
1,6 %	25 telur x 4	100 telur
K(+) (1% azadirachtin)	25 telur x 4	100 telur
Jumlah total telur yang digunakan dalam Penelitian		600 telur

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

Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) yang digunakan berasal dari Desa Wanayasa kec. Kramatwatu, kabupaten Serang, Banten. Rumput Laut yang digunakan yaitu rumput laut yang masih segar, dan dalam kondisi baik. Pembuatan ekstrak rumput laut dilakukan dengan metode maserasi. Cara pembuatan ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) yaitu, rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang telah dikumpulkan dibersihkan dengan air mengalir sampai bersih. Kemudian dikering anginkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari dengan ditutupi waring jaring selama 3-7 hari untuk mengoptimalkan proses pengeringan dan mempertahankan kualitasnya. Selanjutnya, rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang telah kering dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk simplisia dan ditimbang sebanyak 500 gram. Serbuk yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam beaker glass, kemudian dilarutkan atau direndam menggunakan pelarut metanol selama 3x24 jam dengan kondisi terlindung dari sinar matahari dan sambil sering dilakukan pengadukan. Selanjutnya, dilakukan pemisahan antara filtrat dan endapan menggunakan kertas saring dan corong, kemudian diambil filtratnya. Filtrat yang diperoleh dilakukan evaporasi dengan menggunakan *rotary evaporator* pada temperatur 40°C selama 1-2 hari, sehingga didapatkan

pasta rumput laut (*Gracilaria* sp.). Hasil ekstraksi tersebut dimasukkan ke dalam botol sampel dan disimpan pada suhu rendah (Sari dkk., 2022).

3.4.3 Uji Fitokimia Ekstrak Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.). Uji fitokimia menurut Kartikasari dkk (2022) dilakukan sebagai berikut:

- a. Uji kandungan alkaloid dilakukan dengan cara dimasukkan 0,5 mL ekstrak rumput laut ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 1 ml HCl 2N. Kemudian dibagi pada tiga tabung reaksi untuk ditambahkan 5 tetes pereaksi bouchardat, pereaksi dragendorff dan pereaksi mayer. Uji positif dengan pereaksi bouchardat ditunjukkan dengan terbentuknya endapan berwarna putih, uji positif dengan pereaksi dragendorff ditunjukkan dengan terbentuknya endapan berwarna jingga, dan uji positif dengan pereaksi mayer ditunjukkan dengan terbentuknya endapan berwarna putih.
- b. Uji kandungan flavonoid dilakukan dengan cara dimasukkan 0,5 mL ekstrak rumput laut ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 0,5 g serbuk Mg dan 5 mL HCl pekat. Uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah atau kuning dan terdapat busa.

- c. Uji kandungan fenol dilakukan dengan cara dimasukkan 1 mL ekstrak rumput laut ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 3 tetes larutan FeCl_3 . Uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna hitam kebiruan.
- d. Uji kandungan saponin dilakukan dengan cara dimasukkan 0,5 mL ekstrak rumput laut ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 5 mL aquades. Kemudian dihomogenkan selama 30 detik. Uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya busa.
- e. Uji kandungan steroid dilakukan dengan cara dimasukkan 0,5 mL ekstrak rumput laut ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 0,5 mL Asam Asetat Glisial. Kemudian ditambahkan 0,5 mL H_2SO_4 . Uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna hijau.
- f. Uji kandungan tanin dilakukan dengan cara dimasukkan 1 mL ekstrak rumput laut ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 3 tetes larutan FeCl_3 . Uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna hijau kehitaman.

3.4.4 Uji Efektivitas Ekstrak Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Ovisida *Ae. Aegypti*

Uji efektivitas ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti* vektor penyakit DBD dilakukan dengan menggunakan gelas uji sebagai wadah berjumlah 24 buah. Larutan uji yang digunakan yaitu ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) dengan konsentrasi 1%, 1,2%, 1,4%, 1,6%, air keran (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif). Pembuatan larutan uji ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) dilakukan dengan melarutkan ekstrak kental rumput laut

(*Gracilaria* sp.) dengan air keran. Setelah itu, larutan diaduk menggunakan batang pengaduk sampai homogen. Setiap larutan uji dituangkan ke dalam gelas uji sebanyak 100 mL, kemudian dimasukkan 25 butir telur nyamuk *Ae. aegypti* pada masing-masing gelas uji. Pada setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak empat kali (Reegan *et al.*, 2014).

3.4.5 Pengamatan

Untuk mengetahui efektivitas ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida terhadap telur nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan pengamatan dengan menghitung jumlah telur yang tidak menetas setiap enam jam sekali selama 72 jam.

$$\text{Rata-rata telur tidak menetas} = \frac{\text{Jumlah telur yang tidak menetas}}{\text{Banyaknya pengulangan}}$$

$$\text{Rata-rata dalam bentuk persen (\%)} = \frac{\text{Jumlah telur yang tidak menetas}}{\text{Total telur yang digunakan}} \times 100\%$$

Pengukuran suhu dan pH air pada media telur nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan setiap enam jam sekali selama 72 jam.

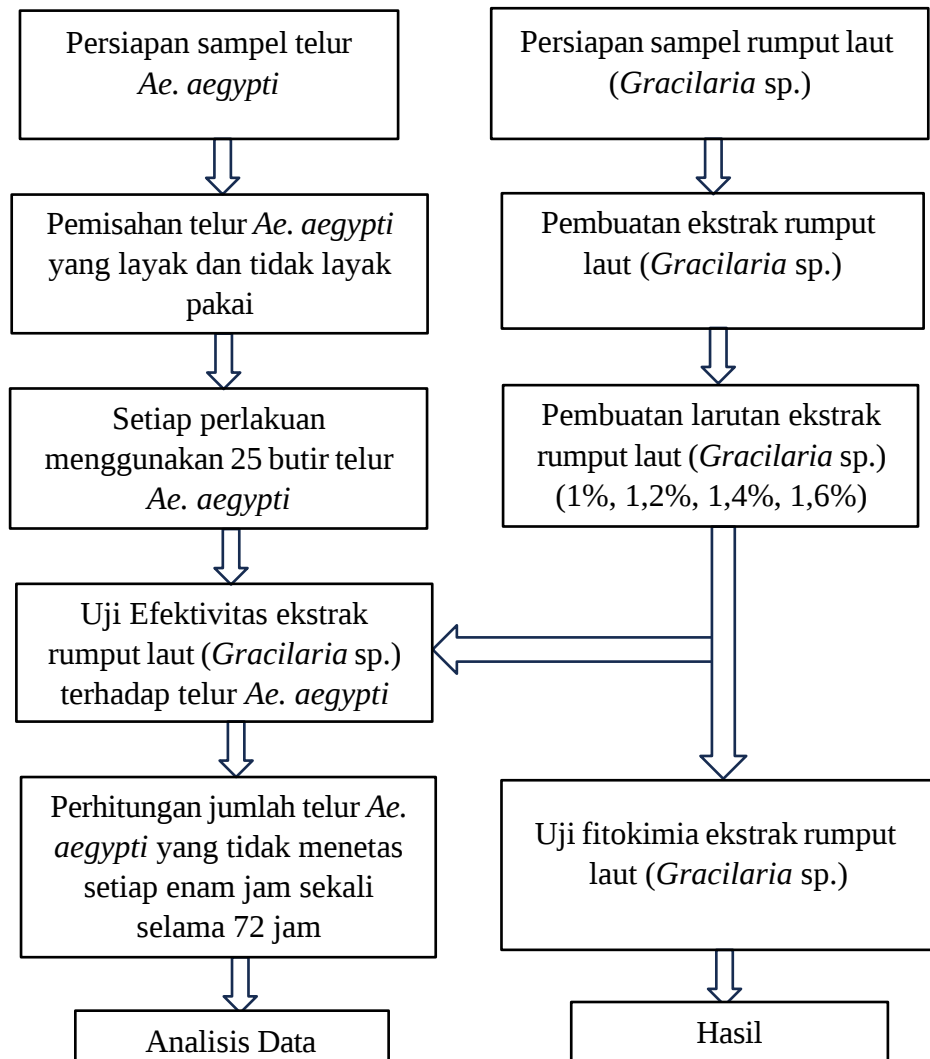
Pengukuran suhu menggunakan termometer dilakukan dengan memasukkan termometer ke dalam air pada media telur nyamuk *Ae. aegypti* selama beberapa saat, kemudian dicatat suhunya. Pengukuran pH dengan pH meter dilakukan dengan memasukkan bagian elektroda ke dalam air pada media telur nyamuk *Ae. aegypti* selama beberapa saat, dan dapat dibaca hasil pengukuran pH nya, kemudian dicatat pH nya (Raveen *et al.*, 2017).

3.5 Analisis Data

Data berupa jumlah telur yang tidak menetas pada tiap konsentrasi dianalisis dengan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA), kemudian bila terdapat perbedaan jumlah telur nyamuk *Ae. aegypti* yang tidak menetas antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf signifikansi 0,05. Selain itu, dilakukan analisis probit untuk menentukan nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti*. Analisis probit dilakukan menggunakan SPSS dengan memodelkan hubungan variabel independen (konsentrasi zat) dan variabel dependen (jumlah telur tidak menetas). Hasil yang didapat merupakan “Parameter Estimates” yang memberikan informasi koefisien regresi probit dan signifikansinya. Estimasi LC₅₀ menunjukkan konsentrasi zat yang diprediksi menyebabkan telur tidak menetas pada 50% populasi uji.

3.6 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram alir penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) efektif sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti* karena mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, fenol, steroid, saponin, dan tanin.
2. Hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) ekstrak metanol rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai ovisida terhadap telur nyamuk *Ae. aegypti* adalah 1,69%.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji efektivitas hasil pemurnian lebih lanjut ekstrak rumput laut sebagai ovisida terhadap nyamuk vektor lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aran, M. L. B., Herminsih, A., dan Pitang, Y. 2021. Faktor Lingkungan dan Perilaku dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Dusun Kampung Baru Desa Magepanda Wilayah Kerja Puskesmas Magepanda Kabupaten Sikka. *Jurnal Keperawatan Dan Kesehatan Masyarakat*. 7(1): 85-92.
- Agustina, E., Andiarna, F., Lusiana, N., Purnamasari, R. dan Hadi, M.I. 2018. Identifikasi Senyawa Aktif Dari Ekstrak Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*) dengan Perbandingan Beberapa Pelarut Pada Metode Maserasi. *Biotropic*. 2(2): 108-118.
- Arfat, H., dan Patty, S. 2016. Kualitas Air dan Komunitas Makroalga di Perairan Pantai Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Ilmiah Palatax*. 4 (2): 109-119.
- Austen, N., Walker, H. J., Lake, J. A., Phoenix, G. K., and Cameron, D. D. 2019. The regulation of plant secondary metabolism in response to abiotic stress: interactions between heat shock and elevated CO₂. *Frontiers in Plant Science*. 10: 1463.
- Ayhuan, H. V., Zamani, N. P., dan Soedharma, D. 2017. Analisis Struktur Komunitas Makroalga Ekonomis Penting Di Perairan Intertidal Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 8(1): 19-38.
- Agustin, I., Tarwotjo, U., dan Rahadian, R. 2017. Perilaku Bertelur dan Siklus Hidup *Aedes aegypti* pada Berbagai Media Air. *Jurnal Akademika Biologi*. 6(4): 71-81.
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., Waritiani. 2013. Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*. 2(4): 1-4.
- Andrew, J., dan Bar, A. 2013. Morphology and morphometry of *Aedes aegypti* adult mosquito. *Annual Review & Research in Biology*. 3(1):52-69.
- Andesfha, E. 2004. *Pengaruh Juvenil Hormon dari Ekstrak Daun Legundi (Vitex negundo) Terhadap Perkembangan Pradewasa Nyamuk Aedes aegypti*. Skripsi Mahasiswa Kedokteran Hewan. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Borror DJ, Tripelhorn CA, Johnson NF. 1989. *An Introduction to The Study of Insects*. USA: Saunders College Publishing.
- Budiman, B., dan Oetami, H. 2020. Surveilans Kesehatan Masyarakat: Program Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Demam Berdarah *Dengue* di Kota Cimahi. *Dimasejati: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(2): 214-233.
- Bar, A. and J. Andrew. 2013. *Morphology and Morphometry of Aedes aegypti Larvae*. *Annual Review & Research in Biology*. 3(1): 1-21.
- 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.
- 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.
- Cahyati, W. H., W. Asmara, S. R. Umniyati, and B. Mulyaningsih. 2017. The Phytochemical Analysis of Hay Infusions and Papaya Leaf Juice as an Attractant Containing Insecticide for *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 12(2): 97-102.
- Campbell, B. E., Pereira, R. M., dan Koehler, P. G. 2016. Complications With Kontrolling Insect Eggs. In S. Trdan, *Insecticides Resistance*. Halaman: 83-96.
- Cyntya, V. A., Santosa, G. W., Supriyanti, E., dan Wulandari, S. Y. 2018. Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. dengan Rasio N: P yang Berbeda. *Journal of Tropical Marine Science*. 1(1): 15-22.
- Chinthia, T. 2016. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Sebagai Ovisida *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Dinata, Y. A. 2016. *Rahasia Daya Tahan Hidup Nyamuk Demam Berdarah: Cara Cerdas Mengenal Aedes aegypti dan Kiat Sukses Pengendalian Vektor DBD*. Deepublish. Yogyakarta.
- Denysiuk, R., H. S. Rodrigues, M. T. T. Monteiro, L. Costa, I. E. Santo, and D. F. M. Torres. 2016. Dengue Disease: A Multiobjective Viewpoint. *Journal of Mathematical Analysis*. 7(1): 1-21.
- Fuadzy, H. dan J. Hendri. 2015. Indeks Entomologi dan Kerentanan Larva *Aedes aegypti* Terhadap Temefos di Kelurahan Karsamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. *Indeks Entomologi dan Kerentanan Larva*. 7(2): 57-64.
- Farnesi, L. C., R. F. S. M. Barreto., A. J. Martins., D. Valle, and G. L. Rezende. 2015. Physical Features and Chitin Content of Eggs from the Mosquitovectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*: Connection with distinct levels of resistance to desiccation. *Journal of Insect Physiology*. 83: 43-52.
- Frida, N. 2019. *Mengenal Demam Berdarah Dengue*. Alprin. Semarang.

- Ferawati, E., Widyartini, D.S., dan Insan, A.I. 2014. Komunitas Rumput Laut pada Berbagai Substrat di Perairan Pantai Permisan Kabupaten Cilacap. *Scripta Biologica*. 1(1): 55-60.
- Festi, F., Jumiati, J., dan Aba, L. 2022. Identifikasi Jenis-Jenis Makroalga Di Perairan Pantai Sombano Kabupaten Wakatobi. *Penalogik: Penelitian Biologi dan Kependidikan*. 1(1): 11-24.
- Faldy, R., Kaunang, W. P., dan Pandelaki, A. J. 2015. Pemetaan kasus demam berdarah dengue di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Kedokteran Komunitas dan Tropik*. 3(2): 73-81.
- Husna, I., Putri, D. F., Triwahyuni, T., dan Kencana, G. B. 2020. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Demam Berdarah Dengue di Wilayah Kerja Puskesmas Way Kandis Bandar Lampung Tahun 2020. *Jurnal Analis Kesehatan*. 9(1): 9-16.
- Handayani, M. T., Raharjo, M., dan Joko, T. 2023. Pengaruh Indeks Entomologi dan Sebaran Kasus Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 22(1): 46-54.
- Haidah. N. Juhgrah, I, dan Rostina 2022. *Book Chapter: Temu Kunci (Boesenbergia Pandurata Roxb) Sebagai Obat Anti Nyamuk Ae. aegypti Dan Culex*. Nas Media Indonesia. Yogyakarta.
- Hidana, R. dan Susilawati. 2017. Efektivitas Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Sebagai Ovisida *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Bakti TunasHusada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*. 17(1): 59-65.
- Hikmawati, I., dan Huda, S. 2021. *Peran Nyamuk Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Melalui Transovarial*. Satria Publisher. Banyumas.
- Herlinawati, L., Ningrumsari, I., Sitawati, R., dan Amelia, E. 2022. Pengaruh Perbandingan Rumput Laut (*Gracilaria* Sp.) Dengan Bawang Putih (*Alium sativum* L.) Terhadap Karakteristik Kaldu Rumput Laut. *AGRITEKH (Jurnal Agribisnis dan Teknologi Pangan)*. 3(1): 11-25.
- Hamaidia, K. and N. Soltani. 2016. Ovicidal Activity of an Insect Growth Disruptor (methoxyfenozide) against *Culex pipiens* L. and Delayed Effect on Development. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 4(4): 1202-1207.
- Hidana, R. 2017. Efektivitas Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Sebagai Ovisida *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*. 17(1): 59-65.
- Irwandi, Salwiyah dan W Nurgayah, 2017. Struktur komunitas makroalga pada substrat yang berbeda di perairan Desa Tanjung Tiram Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawa Selatan Propinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 2 (3): 215-224.

- Idris, S. A. 2021. Uji Efektivitas Ekstrak Buah Balongga (*Cucumis melo L. forma agrestis*) Sebagai Insektisida Alami Terhadap Nyamuk *Aedes* sp. *Meditory: The Journal of Medical Laboratory*. 9(2): 118-128.
- Kepel, R. C., Mantiri, D. M., dan Rumengan, A. 2018. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Desa Blongko, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Platax*. 6(1): 174-187.
- Kemenkes RI. 2017b. *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Demam Berdarah Dengue di Indonesia*. Jakarta: Kemenkes RI Dirjen P2P.
- Kemenkes RI. 2021. *Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Strategi Nasional keenanggulangan Dengue 2021-2025*. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.
- Kemenkes RI. 2024. *Waspada DBD di Musim Kemarau*. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20240616/0045767/waspada-dbd-di-musim-kemarau/>. Diakses pada 05 September 2024 Pukul 15.30 WIB.
- 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.
- Maretta, G., E. Kuswanto, dan N. I. Septikayani. 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Patikan Kebo (*Euphorbia hirta* L.) Sebagai Ovisida Terhadap Nyamuk Demam Berdarah Dengue (*Aedes aegypti*). *BIOSFER: Jurnal Tadris Biologi*. 10(1): 1-9.
- Munusamy, R. G., D. R. Appadurai, S. Kuppusamy, G. P. Michael, and I. Savarimuthu. 2016. Ovicidal and Larvicidal Activities of Some Plant Extracts against *Aedes aegypti* L. and *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 6(6): 468-471.
- Martini, M., Astriana, N., Yuliawati, S., Hestinationsih, R., dan Purwantisari, S. 2018. Keefektifan ekstrak daun kecubung (*Datura metel* L.) dalam menghambat penetasan dan siklus hidup *Aedes aegypti* L. *Indonesian Journal of Entomology*. 15(1): 50-56
- Maulidya, V., Nurrahman, F., dan Rijai, L. 2017. Identifikasi Metabolit Sekunder Uji Toksisitas, dan Uji Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Terap (*Artocarpus odoratissimus blanco*). *Procceding of the 5 Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. Universitas Mulawarman.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2): 361-367.
- Mayangsari, I., T. Umiana, L. Sidharti, and B. Kurniawan. 2015. The Effect Of Krisan Flower (*Chrysanthemum morifolium*) Extract As Ovicide Of *Aedes aegypti*'s Egg. *J Majority*. 4(4): 29-34.

- Nurmumpuni, D., Kurniawan, B., dan Suharmanto, S. 2024. Efektivitas Program Pemberantasan Penyakit Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*. 6(3): 1009-1016.
- Nanda, M., Saragih, P. A., Nasution, D. H., Daulay, A., Sari, D. P., dan Ridho, N. U. 2023. Analisis pengendalian faktor resiko dan vektor kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD). *FLORONA: Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 2(2): 111-116.
- Nugraheni, R. A. 2017. „Identifikasi Morfologi Telur Dan Larva Nyamuk Pembawa Vektor Penyakit Zoonosis Berbasis Citra Mikroskopis“. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Oktafiana. 2018. Efektivitas Ekstrak Daun Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*) Sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Pinem, S. E., Irnawati, M., dan Evi, N. 2015. Efektivitas Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes* sp. Pada Ovitrap. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara*.
- Prescott, G.W.1954. How To Know Fresh-Water Algae. WM. C Brown Company Publisher Dubuque, IOWA
- Putri, A. 2015. Efektivitas Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*, Roxb.) Sebagai Ovisida *Aedes aegypti* (Linn.). *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Purnama, S. G. 2017. *Diktat Kuliah Penyakit Berbasis Lingkungan*. Bali: Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Udayana.
- Purnama, S.G. 2017. *Diktat Pengendalian Vektor*. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Bali.
- Pombo, A. P. M. M., H. J. C. D. Carvalho, R. R. Ribeiro, M. Leon, D. A. Maria, and M. A. Miglino. 2021. *Aedes aegypti*: Egg Morphology and Embryonic Development. *Parasites Vectors*. 14(531): 1-12.
- Prayudo, A. N., dan Novian, O. 2018. Koefisien transfer massa kurkumin dari temulawak. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*. 14(1): 26-31.
- Purwatiningsih, P., Oktarianti, R., Setiawan, R., Agustin, W. T., dan Mursyidah, A. 2021. Keanekaragaman Jenis Nyamuk yang Berpotensi Sebagai Vektor Penyakit (Diptera: Culicidae) di Taman Nasional Baluran, Indonesia. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*. 14(2): 183-194.
- Purwaningsih, N. V., Kardiwinata, M. P., dan Utami, N. W. A. 2015. Daya Bunuh Ekstrak Daun Srikaya (*A. squamosa* L.) terhadap *Aedes aegypti*. *CAKRA KIMIA (Indonesian E-journal of Applied Chemistry)*. Telur dan Larva 3(3): 96-102.

- Pineda, M. R. B., R. J. R. Cabantog, P. M. Cassi, C. A. D. Ching, S. Perez, P. G. M. Godisan, C. M. G. Lattore, D. R. Lucero, and Alonga. 2019. Larvicidal and Ovicidal Activities of *Artocarpus blancoi* extracts against *Aedes aegypti*. *Pharmaceutical Biology*. 57(1): 120-124.
- Rao, M. R. K. 2019. Lethal Efficacy of Phytochemicals Formulations Derived From The Leaf Control Dengue and Zika Vector. *Int. Res. J. Environmental Sci*. 9(2): 1-9.
- Raveen, R., F. Ahmed, M. Pandeewari, D. Reagan, S. Tennyson, S. Arivoli, and M. Jayakumar. 2017. Laboratory Evaluation of A Few Plant Extracts for Their ovicidal, Larvicidal and Pupicidal Activity against Medically Important Human Dengue, Chikungunya and Zika Virus Vector, *Aedes aegypti* Linnaeus 1762 (Diptera: Culicidae). *International Journal of Mosquito Research*. 4(4): 17-28.
- Reegan, A. D., M. R. Gandhi, M. G. Paulraj, and S. Ignacimuthu. 2014. Ovicidal and Oviposition Deterrent Activities of Medicinal Plant Extracts Against *Aedes aegypti* L. and *Culex quinquefasciatus* Say Mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Osong Public Health Res Perspect*. 6(1): 64-69.
- Rompis, C. L., O. J. Sumampouw, dan W. B. S. Joseph. 2020. Apakah Curah Hujan Berpengaruh terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue?. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*. 1(1): 6-11.
- Safrini, D., Adhawati, S. S., Cangara, A. S., and Made, S. 2022. The Study of Seaweed Pond Cultivation (*Gracilaria* sp.) in West Malangke District, North Luwu Regency. *PONGGAWA: Journal of Fisheries Socio-Economic*. 2(1): 1-11.
- Suparyati, T., dan Himam, M. D. 2021. Daya tetas telur nyamuk *Aedes aegypti* pada tiga jenis air perindukan di Kelurahan Medono Kota Pekalongan. *Pena: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 35(1): 61-68.
- Savitri, I., Suhendra, L., Wartini, N.M. 2017. Pengaruh Jenis Pelarut Pada Metode Maserasi Terhadap Karakteristik Ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(3): 93-101.
- Sari, E. R., Setyaningrum, E., Mumtazah, D, F., dan Nukmal, N. 2022. Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Sebagai Ovisida Terhadap Telur *Aedes Aegypti*. Universitas Lampung. 156-162.
- Suryani, N. C., Permana, D. G. M., dan Jambe, A. A. 2016. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Total Flavonoid Dan. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Matoa (*Pometia pinnata*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 5(1): 1-10.
- Septiana, A. T., dan Asnani, A. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumpo Laut Coklat *Sargassum duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. *ARGOINTEK*. 6(11): 22-28.

- Setiati, S., Alwi, I., Sudoyo, A. W., Simadibrata, M., Setiyohadi, B., dan Syam, A. F. 2014. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. In S. Setiati, I. Alwi, A. W. Sudoyo, M. S. K, B. Setiyohadi, & A. F. Syam (Ed.), *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam* (Keenam). Jakarta: Interna Publishing.
- Santos, N. D. L., K. S. Moura, T. H. Napoleao, G. K. N. Santos, L. C. B. B. Coelho, D. M. A. F. Navarro, and P. M. G. Paiva. 2012. Oviposition Stimulant and Ovicidal Activities of *Moringa oleifera* Lectin on *Aedes aegypti*. *Plos One*. 7(9): 1-8.
- Santi, N. E., Anwar, C., dan Sunarsih, E. 2023. Epidemiologi, Biologi, Patogenesis, Manifestasi Klinis, dan Diagnosis Infeksi Virus Dengue di Indonesia: Kajian Literatur Komprehensif. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*. 13(4): 1179-1188.
- Supriatna, D., Mulyani, Y., Rostini, I., dan Agung, M. U. K. 2019. Aktivitas antioksidan, kadar total flavonoid dan fenol ekstrak metanol kulit batang mangrove berdasarkan stadia pertumbuhannya. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 10(2): 35-42.
- Suman, D. S., A. R. Shrivastava, S. C. Pant, and B. D. Parashar. 2011. Differentiation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) With Egg Surface Morphology and Morphometrics Using Scanning Electron Microscopy. *Arthropod Structure & Development*. 40(5): 479-483.
- Susanti, S., dan Suharyo, S. 2017. Hubungan Lingkungan Fisik dengan Keberadaan Jentik *Aedes aegypti* Pada Area Bervegetasi Pohon Pisang. *Unnes Journal of Public Health*. 6(4): 271-276.
- Suryaningrum, T. D., dan Kristiana, H. 2006. Uji aktivitas senyawa antioksidan dari rumput laut *Halymenia harveyana* dan *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 1(1): 51-64.
- 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.
- Ulfah, Y., Gafur, A., dan Pujawati, E. D. 2018. Penetasan telur dan mortalitas pupa nyamuk *Aedes aegypti* pada perbedaan konsentrasi air rebusan serai (*Andropogon nardus* L). *Bioscientiae*. 6(2): 37-48.
- Usmar, U., Fitri, A. M. N., Yuliana, D., dan Nainu, F. 2021. Imunoterapi Penanganan Infeksi Virus. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*. 7(1): 83-111.
- World Health Organization. 2022. *Dengue and severe dengue*. Geneva. Switzerland.
- Wirawan, I. G. K. O., W. Nurcahyo, J. Prastowo, dan Kurniasih. 2015. Daya Ovicidal Ekstrak Kulit Buah Muda (*Calotropis procera*) terhadap *Haemonchus contortus* secara *in vitro*. *Jurnal Sain Veteriner*. 33(2): 167-173.

- Wahyuni, D. 2016. *Toksisitas Ekstrak Tanaman Sebagai Bahan Dasar Biopestisida Baru Pembasmi Larva Nyamuk Aedes aegypti L. (Ekstrak Daun Sirih, Ekstrak Biji Pepaya, dan Ekstrak Biji Srikaya) Berdasarkan Hasil Penelitian*. Media Nusa Creative. Malang.
- Wirawan, I. G. K. O., W. Nurcahyo, J. Prastowo, dan Kurniasih. 2015. Daya Ovicidal Ekstrak Kulit Buah Muda (*Calotropis procera*) terhadap *Haemonchus contortus* secara *in vitro*. *Jurnal Sain Veteriner*. 33(2): 167-173.
- Wahyuni, D., dan Loren, I. (2015). Perbedaan Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa* L.) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Saintifika*. 17(1): 38-46.
- Widowaty, W., Maryam, S., Novianti, N., dan Mulyani, L. 2023. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol *Ulva* sp dan *Gracilaria* sp. dari Pantai Sayang Heulang. *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*. 7 (1): 23-30.
- Wulandari SR, S Hutabarat dan Ruswahyuni. 2015. Pengaruh Arus dan Substrat Terhadap Distribusi Kerapatan Rumput Laut di Perairan Pulau Panjang Sebelah Barat dan Selatan. *Diponegoro Jurnal of Maquaris Management of Aquatic Resources*. 4 (3): 91-98.
- Widada, A., dan Gazali, M. 2020. Pengaruh Konsentrasi Klorin Dalam Menghambat Perkembangan Telur Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal of Nursing and Public Health*. 8(2): 10-15.
- Younoussa, L., E. N. Nukenine, C. and O. Esimone. 2016. Toxicity of *Boswellia dalzielii* (Burseraceae) Leaf Fractions Against Immature Stages of *Anopheles gambiae* (Giles) and *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera: Culicidae). *International Journal of Insect Science* 8: 23-31.
- Yudasmara, G.A. 2011. Analisis Komunitas Makroalga di Perairan Pulau Menjangan Kawasan Taman Nasional Bali Barat. *WIDYATECH Jurnal Sains dan Teknologi*. 11(1): 90-99.
- Yulianthi, N. N. S., Suhendra, L., Wrsiati. 2017. Pengaruh Perbandingan Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Total Fenol, Tokoferol, dan Total Karotenoid Ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(4): 1-10.
- Zettel, C. and P. Kaufman. 2019. *Yellow Fever Mosquito Aedes aegypti (Linnaeus) (Insecta: Diptera: Culicidae)*. University of Florida IFAS Extension. The Institute of Food and Agricultural Sciences.