

**UJI EFEKTIFITAS OVISIDA EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT
(*Gracilaria* sp.) TERHADAP TELUR NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR
INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)**

(Skripsi)

**Oleh
Annisa Syifa Mahira
2217021063**



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

**UJI EFEKTIFITAS OVISIDA EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT
(*Gracilaria* sp.) TERHADAP TELUR NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR
INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)**

**Oleh
Annisa Syifa Mahira
2217021063**

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

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



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

ABSTRAK

UJI EFEKTIFITAS OVISIDA EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) TERHADAP TELUR NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)

Oleh

Annisa Syifa Mahira

Infeksi Virus Dengue (IVD) merupakan salah satu masalah kesehatan global yang serius di Indonesia. Vektor utama penularan penyakit ini adalah nyamuk *Aedes aegypti*. Upaya pengendalian dengan insektisida kimia, seperti temefos, seringkali tidak efektif terhadap stadium telur dan menimbulkan resistensi, sehingga dibutuhkan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah rumput laut (*Gracilaria* sp.), karena memiliki senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, alkaloid, steroid dan saponin yang berpotensi sebagai ovisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas ekstrak etanol *Gracilaria* sp. terhadap daya tetas telur *Aedes aegypti*. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. (2%; 2,4%; 2,6%; 2,8%) kontrol negatif (air keran) dan kontrol positif (1% azadirachtin). Pengaruh ekstrak etanol *Gracilaria* sp. dianalisis dengan *one-way* ANOVA, sedangkan uji efektivitasnya ditentukan melalui analisis probit untuk memperoleh nilai LC_{50} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 2,8% mampu menyebabkan telur tidak menetas sebesar 92%. Nilai LC_{50} diperoleh sebesar 2,430% yang mampu menghambat penetasan telur hingga 50%.

Kata Kunci: *Aedes aegypti*, Ekstrak Etanol, *Gracilaria* sp., Ovisida.

ABSTRACT

EFFECTIVENESS TEST OF SEAWEED (*Gracilaria* sp.) ETHANOL EXTRACT OVICIDE AGAINST *Aedes Aegypti* MOSQUITO EGGS, VECTOR OF DENGUE VIRUS INFECTION (IVD)

By

Annisa Syifa Mahira

Dengue Virus Infection is a serious global health issue in Indonesia. The primary vector for the transmission of this disease is the *Aedes aegypti* mosquito. Control efforts using chemical insecticides, such as temephos, are often ineffective against the egg stage and lead to resistance, necessitating more environmentally friendly control alternatives. One potential alternative is seaweed (*Gracilaria* sp.), which contains active compounds such as flavonoids, tannins, alkaloids, steroids, and saponins that have the potential to act as ovicides. This study aims to determine the effect and efficacy of *Gracilaria* sp. ethanol extract on the hatching rate of *Aedes aegypti* eggs. The study was conducted experimentally using a completely randomized design (CRD) with *Gracilaria* sp. extract concentrations (2%; 2.4%; 2.6%; 2.8%) with a negative control (tap water) and a positive control (1% azadirachtin). The effect of *Gracilaria* sp. ethanol extract was analyzed using *one-way* ANOVA, while its efficacy was determined through probit analysis to obtain the LC50 value. The results showed that a 2.8% concentration was able to prevent 92% of the eggs from hatching. The LC50 value obtained was 2.430%, which was able to inhibit egg hatching by 50%.

Keywords: *Aedes aegypti*, Ethanol Extract, *Gracilaria* sp., Oviside.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Uji Efektivitas Ovisida Ekstrak Etanol Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Terhadap Telur *Aedes aegypti* Vektor Infeksi Virus Dengue (IVD)

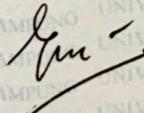
Nama Mahasiswa : Annisa Syifa Mahira
Nomor Pokok Mahasiswa : 2217021063
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


Bandar Lampung, 03 Juni 2026

Menyetujui,

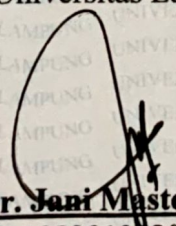
Pembimbing I

Pembimbing II


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


Primasari Pertiwi, S.Pd, M.Si.
NIP. 199307212022032007

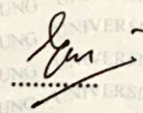
Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi FMIPA
Universitas Lampung


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

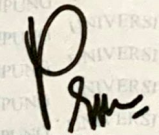
MENGESAHKAN

1. Tim Pengujji

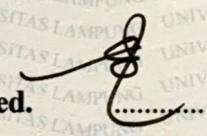
Ketua : Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.



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



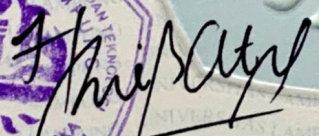
Pengujji Utama : Prof. Dr. Emantis Rosa, M.Biomed.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 19711001200011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: Rabu, 13 Mei 2026.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Syifa Mahira

NPM : 2217021063

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

**“UJI EFEKTIFITAS OVISIDA EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT
(*Gracilaria* sp.) TERHADAP TELUR NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR
INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)”**

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.

Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 03 Juni 2026
Yang Menyatakan



Annisa Syifa Mahira
2217021063

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Tanggamus, pada tanggal 02 Agustus 2004. Penulis adalah anak ketiga dari lima bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Ahmad Fitri Jaya dan Ibu Pariyah.

Penulis memulai pendidikannya di Madrasah Ibtidaiyah Negeri 2 Tanggamus dan lulus pada tahun 2016, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Gisting dan lulus pada tahun 2019. Pendidikan menengah atas

ditempuh di SMA Negeri 1 Sumberejo hingga selesai pada tahun 2022. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

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 Zoologi Invertebrata dan Biologi Perkembangan Hewan. Penulis juga terlibat dalam organisasi kemahasiswaan, salah satunya Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO). Pada tahun 2025, penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Tirta Investama (Aqua) Tanggamus, dari tanggal 30 Desember 2024 hingga 7 Februari 2025, dengan mengusung judul penelitian "Uji Cemaran *Escherichia Coli* Dan *Coliform* Pada Sumber Air Menggunakan Metode Filtrasi." Selain itu, penulis juga mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Korpri Jaya, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, pada Juli-Agustus 2025.

MOTTO

“Barangsiapa bertakwa kepada Allah dalam segala urusan, niscaya Dia akan memberinya jalan keluar baginya dari segala kesulitan, dan memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka.”

(QS. At-Talaq: 2-3)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sampai mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”

(QS. Ar-Ra'd: 11)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa syukur, karya ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua tercinta, Ayah Ahmad Fitri Jaya dan Ibu Pariyah, yang selalu menjadi alasan terbesar penulis untuk terus melangkah dan berjuang sampai di titik ini. Terima kasih atas segala cinta, kasih sayang, perhatian, pengorbanan, dan doa yang tidak pernah putus diberikan kepada penulis. Setiap dukungan yang diberikan, baik dalam keadaan senang maupun sulit, menjadi kekuatan terbesar bagi penulis untuk tetap bertahan dan menyelesaikan pendidikan ini.

Bapak dan Ibu Dosen, khususnya Dosen Pembimbing, yang dengan penuh kesabaran telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi, serta ilmu yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi ini.

Almamater tercinta, Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, yang telah menjadi tempat penulis belajar, berkembang, dan memperoleh banyak pengalaman berharga dalam perjalanan menempuh pendidikan

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim, Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menjalankan perkuliahan, penelitian, dan menyelesaikan penulisan naskah skripsi dengan judul "Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Infeksi Virus Dengue (IVD)" 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 Kusuma Handayani, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., 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 Primasari Pertiwi, S.Pd, M.Si., 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. Ibu Prof. Dr. Emantis Rosa, M.Biomed., selaku dosen pembahas yang telah sabar dan senantiasa memberikan masukan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu Rochmah Agustrina S.U., Ph.D., 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 PLP (Pranata Laboratorium Pendidikan) di lingkungan Jurusan Biologi dan FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
11. Kedua orang tua tersayang Bapak Ahmad Fitri Jaya dan Ibu Pariyah yang telah menjadi sumber kekuatan, doa, dan kasih sayang tanpa batas. Setiap langkah dalam perjalanan ini tidak lepas dari pengorbanan, kesabaran, serta dukungan tulus yang senantiasa mengiringi setiap langkahku menuju kesuksesan.
12. Adik dan kakakku tersayang Dina Nadya Ahmad, Dini Nadya Ahmad, Raisa Najwa Aulia, Daffa Dhiya Ulhaq Rozin, dan Laviza Leonor Aghnia Meca yang selalu menjadi penawar lelah, sumber kebahagiaan, serta penyemangat dalam setiap langkah penulis hingga karya ini dapat terselesaikan.

13. Sahabat seperjuangan, Fiska Amelia dan Putri Atiqoh Djhabiyah yang senantiasa kebersamai, memberi uluran tangan, dukungan, semangat, serta kebersamaan dalam setiap proses yang dilalui.
14. Faisal Armadhani selaku orang terdekat penulis yang selalu kebersamai dalam setiap proses, memberikan dorongan, semangat, serta uluran bantuan, dan dengan tulus menjadi tempat bersandar bagi penulis dalam menghadapi kesulitan.
15. Sahabat-sahabatku: Atsil Qhina Valeria, Aulia Azzahra, Fina Sekar Agustin, Syifa Nabila, Windarni, dan Hersilia Salsabila yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, serta keceriaan yang menjadi penguat bagi penulis dalam setiap proses.
16. Teman-teman seperjuangan Biologi C dan Biologi 2022, 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.
17. Terakhir, kepada diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan meski sering menghadapi cobaan dan tantangan dalam proses penyusunan skripsi ini.. Semua perjuangan, baik kekurangan maupun kelebihan, patut untuk dirayakan.

Akhir kata, semoga segala kebaikan yang telah diberikan menjadi amal yang diridhai dan diberkahi oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 03 Juni 2026
Penulis

Annisa Syifa Mahira

DAFTAR ISI

ABSTRAK	3
MENGESAHKAN	6
RIWAYAT HIDUP	7
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	8
MOTTO	9
PERSEMBAHAN	10
SANWACANA	11
DAFTAR ISI	14
DAFTAR GAMBAR	16
DAFTAR TABEL	17
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Manfaat	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	6
2.1.1 Morfologi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	6
2.1.2 Klasifikasi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.).....	8
2.1.3 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder (<i>Gracilaria</i> sp.)	9
2.2 Ekstraksi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	11
2.2.1 Maserasi ekstrak etanol rumput laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	11
2.2.2 Pelarut Etanol.....	12
2.3 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	12

2.3.1 Habitat Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	12
2.3.2 Klasifikasi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	13
2.3.3 Morfologi <i>Aedes aegypti</i>	13
2.3.4 Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i>	15
2.4 Pengendalian Vektor Infeksi Virus Dengue	21
2.5 Ovisida	24
2.5.1 Deskripsi Ovisida	24
2.5.2 Mekanisme Ovisida <i>Aedes aegypti</i>	25
III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.3 Rancangan Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	27
3.4.3 Uji Efektivitas Ekstrak Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>)	28
3.4.4 Pengamatan	29
3.5 Analisis Data	29
3.6 Diagram Alir	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Penelitian	31
4.1.1 Pengaruh Ekstrak Etanol <i>Gracilaria sp.</i> Sebagai Ovisida	31
4.1.2 Efektivitas Ekstrak Etanol <i>Gracilaria sp.</i> Sebagai Ovisida.	33
4.2 Pembahasan	34
4.2.1 Pengaruh ekstrak <i>Gracilaria sp.</i> sebagai ovisida.	34
4.2.2 Efektivitas Ekstrak Etanol <i>Gracilaria sp.</i> Sebagai ovisida.	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	8
2. Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	14
3. Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i>	15
4. Morfologi Telur Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	16
5. Telur <i>Aedes aegypti</i>	16
6. Struktur <i>Exochorion</i> dan <i>Micropyle</i> telur <i>Aedes aegypti</i>	18
7. Morfologi Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	19
8. Morfologi Pupa Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	20
9. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	21
10. Rumput Laut setelah pencucian.....	61
11. Proses Pengeringan.....	61
12. <i>Simplisia Gracilaria</i> sp.	61
13. Perendaman rumput laut dengan pelarut etanol	61
14. Proses pengadukan	61
15. Proses maserasi.....	61
16. Perlakuan larutan uji.....	62
17. Penyaringan filtrat	62
18. Perhitungan telur yang tidak menetas.....	62
19. Pengukuran suhu media.....	62
20. Telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	62
21. Telur nyamuk layak pakai (tidak rusak).....	62
22. Telur tidak layak pakai (rusak).....	63
23. Azadirachtin 1%	63
24. Surat pembelian telur <i>Aedes aegypti</i>	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data jumlah telur yang tidak menetas.....	31
2. Hasil uji <i>one way</i> ANOVA.	32
3. Hasil uji Tukey	33
4. Hasil analisis probit LC50.	34
5. Data jumlah telur yang tidak menetas.....	52
6. Data pengukuran suhu.....	52
7. Data pengukuran pH	53
8. Uji normalitas.....	53
9. Uji homogenitas	54
10. Analisis deskriptif ANOVA.....	54
11. Uji ANOVA jumlah telur <i>Aedes aegypti</i> yang tidak menetas	55
12. Rata rata telur <i>Aedes aegypti</i> yang tidak menetas.....	55
13. Probit LC50 24 jam.....	57
14. Probit LC50 48 jam.....	58
15. Probit LC50 72 jam.....	59

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi Virus Dengue (IVD) masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang banyak ditemukan di wilayah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia. Kasus IVD di Indonesia mengalami peningkatan sejak awal tahun 2024 dengan jumlah kasus mencapai lebih dari 120.000 kasus dan sekitar 1.000 kematian. Faktor lingkungan seperti curah hujan yang tinggi, sanitasi yang kurang baik, serta banyaknya tempat penampungan air menjadi kondisi yang mendukung perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama dengue. Organisasi Kesehatan Dunia melaporkan bahwa wilayah Asia Tenggara, termasuk Indonesia, masih menjadi daerah dengan kasus dengue tertinggi dan mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya (WHO, 2024). Selain itu, lebih dari 4 miliar penduduk dunia diperkirakan hidup di wilayah yang berisiko mengalami infeksi dengue (Lessa dkk., 2023).

Penyakit dengue disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* betina (Chandra dan Burman, 2024). Nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak pada tempat penampungan air bersih, seperti bak mandi, ember, vas bunga, maupun wadah lain yang dapat menampung air hujan (Samaranayake dkk., 2019). Perkembangan nyamuk dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang mendukung, seperti suhu 25–30°C, pH air 6-8, serta adanya bahan organik dalam jumlah tertentu yang dapat menunjang perkembangan telur menjadi larva (Daswito dan Samosir, 2021). Kondisi lingkungan yang sesuai menyebabkan populasi nyamuk dapat berkembang dengan cepat dan meningkatkan risiko penularan dengue.

Siklus hidup *Aedes aegypti* terdiri atas fase telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa. Stadium telur menjadi tahap awal perkembangan nyamuk yang memiliki kemampuan bertahan hidup cukup tinggi dibandingkan stadium lainnya. Telur *Aedes aegypti* mampu bertahan pada kondisi kering dalam waktu yang lama dan akan menetas ketika terendam air (Grisales dkk., 2013). Kondisi tersebut menyebabkan populasi nyamuk dapat kembali meningkat meskipun pengendalian pada fase larva maupun nyamuk dewasa telah dilakukan. Proses penetasan telur dipengaruhi oleh kelembapan lingkungan dan keberadaan air yang masuk melalui pori-pori telur sehingga merangsang perkembangan embrio menjadi larva (Madona dkk., 2025).

Kemampuan telur *Aedes aegypti* bertahan terhadap kondisi kering berkaitan dengan struktur cangkang telur yang tersusun atas lapisan eksokorion, endokorion, dan kutikula serosa. Lapisan kutikula serosa berperan meningkatkan sifat impermeabel pada telur sehingga mampu mencegah kehilangan air dari embrio dan membuat telur tetap bertahan pada kondisi lingkungan yang kurang mendukung (Farnesi dkk., 2015). Telur *Aedes aegypti* diketahui memiliki kandungan kitin yang lebih tinggi dibandingkan telur *Anopheles aquasalis* dan *Culex quinquefasciatus* sehingga lebih tahan terhadap kekeringan (Farnesi dkk., 2017). Stadium telur menjadi salah satu target penting dalam pengendalian vektor karena berperan dalam mempertahankan keberlangsungan populasi nyamuk.

Pengendalian nyamuk yang banyak dilakukan di masyarakat adalah Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M, yaitu menguras, menutup, dan mengubur tempat-tempat yang berpotensi menjadi habitat perkembangbiakan nyamuk. Metode tersebut bertujuan mengurangi kepadatan populasi *Aedes aegypti* melalui pengelolaan lingkungan (Rachim dkk., 2023). Selain itu, penggunaan insektisida sintetis juga masih sering digunakan karena mampu memberikan efek yang cepat terhadap populasi nyamuk. Akan tetapi, penggunaan insektisida secara terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif, seperti resistensi pada nyamuk, pencemaran

lingkungan, kematian organisme non-target, serta residu yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia (Samsudin, 2017). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih aman, ramah lingkungan, mudah terurai, dan memiliki risiko resistensi yang lebih rendah. metode pengendalian yang dapat dikembangkan adalah penggunaan ovisida alami.

Ovisida suatu senyawa yang bekerja dengan menghambat perkembangan embrio dan proses penetasan telur sehingga telur gagal berkembang menjadi larva. Penggunaan ovisida dinilai lebih efektif dalam menekan populasi nyamuk karena bekerja pada tahap awal siklus hidup nyamuk. Pemanfaatan bahan alami sebagai ovisida juga dinilai lebih aman bagi lingkungan karena residunya lebih mudah terurai dibandingkan insektisida sintesis (Maretta dkk., 2019). Penggunaan ovisida berbahan alami memiliki risiko resistensi yang lebih rendah dibandingkan insektisida kimia sintesis karena mengandung berbagai senyawa aktif dengan mekanisme kerja yang berbeda-beda terhadap serangga (Pavela, 2015). Salah satu sumber hayati yang berpotensi dimanfaatkan sebagai ovisida alami adalah rumput laut merah (*Gracilaria* sp.).

Rumput laut salah satu jenis makroalga merah yang banyak ditemukan di perairan pantai Indonesia yang berpotensi sebagai ovisida alami. *Gracilaria* sp. diketahui mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenol yang memiliki aktivitas bioinsektisida, sehingga berpotensi dapat memanfaatkan sebagai bahan alami dalam pengembangan ovisida terhadap telur nyamuk (Puspita dkk., 2025). Senyawa aktif yang diduga berperan penting pada proses penghambatan daya tetas telur adalah flavonoid. Hal tersebut karena ekstrak mengandung flavonoid mampu menghambat penetasan telur nyamuk *Aedes aegypti* menjadi larva bahkan merusak telur sehingga terjadi kerusakan pada cangkang telur (Purwaningsih dkk., 2015). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria* sp.), sebagai ovisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* vektor IVD.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh ekstrak etanol *Gracilaria* sp. terhadap daya hambat penetasan telur *Aedes aegypti*.
2. Mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC_{50}) ekstrak etanol *Gracilaria* sp. yang paling efektif dalam menghambat penetasan telur hingga 50%.

1.3 Manfaat

Manfaat penelitian ini diharapkan menambah pengetahuan tentang potensi bioaktif rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bioinsektisida ramah lingkungan dalam pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* pada stadium telur sebagai salah satu vektor infeksi virus dengue dan menjadi sumber informasi bagi pembaca mengenai cara pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Tingginya kasus Infeksi Virus Dengue (IVD) di Indonesia dipengaruhi oleh keberadaan nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama penular penyakit dengue. Kondisi lingkungan seperti curah hujan tinggi, sanitasi yang kurang baik, suhu optimal, pH air yang sesuai, serta banyaknya tempat penampungan air mendukung perkembangan dan perkembangbiakan nyamuk sehingga populasi vektor meningkat. Peningkatan populasi nyamuk menyebabkan risiko penularan dengue semakin tinggi. Siklus hidup *Aedes aegypti* terdiri atas fase telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa. Stadium telur menjadi salah satu tahap penting dalam mempertahankan populasi nyamuk karena memiliki kemampuan bertahan pada kondisi kering dalam waktu yang lama. Ketahanan telur dipengaruhi oleh struktur cangkang telur yang terdiri atas lapisan eksokorion, endokorion, dan kutikula serosa. Ketika kondisi lingkungan mendukung dan telur terendam air, embrio akan berkembang dan telur menetas menjadi larva. Kondisi tersebut menyebabkan populasi

nyamuk dapat kembali meningkat meskipun pengendalian pada stadium larva maupun nyamuk dewasa telah dilakukan.

Pengendalian nyamuk yang selama ini dilakukan masyarakat umumnya masih berfokus pada stadium larva dan nyamuk dewasa melalui PSN 3M, fogging, maupun penggunaan insektisida sintetis. Penggunaan insektisida sintetis secara terus-menerus dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti resistensi nyamuk, pencemaran lingkungan, kematian organisme non-target, serta residu yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih aman, ramah lingkungan, mudah terurai, dan memiliki risiko resistensi yang lebih rendah.

Salah satu alternatif pengendalian yang dapat dikembangkan adalah penggunaan ovisida alami. Ovisida bekerja dengan menghambat perkembangan embrio dan proses penetasan telur sehingga telur gagal berkembang menjadi larva. Penggunaan ovisida pada stadium telur dinilai lebih efektif karena mampu memutus siklus hidup nyamuk sejak tahap awal. Rumput laut merah *Gracilaria sp.* diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan fenol yang berpotensi sebagai bioinsektisida alami. Senyawa flavonoid diduga mampu menghambat daya tetas telur dengan merusak struktur cangkang telur dan mengganggu perkembangan embrio. Oleh karena itu, ekstrak etanol *Gracilaria sp.* diduga memiliki efektivitas sebagai ovisida terhadap telur *Aedes aegypti*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak *Gracilaria sp.* maka semakin besar daya hambat penetasan telur nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Ekstrak etanol *Gracilaria sp.* memiliki konsentrasi efektif dalam menghambat penetasan telur *Aedes aegypti* berdasarkan nilai LC_{50}

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

2.1.1 Morfologi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut merupakan salah satu potensi sumber daya hayati laut Indonesia yang memiliki peluang besar untuk dikembangkan, baik dalam produksi maupun perdagangan internasional. Komoditas ini dikenal dengan berbagai istilah, seperti ganggang laut, *seaweed* atau alga dalam bidang ilmu pengetahuan. Rumput laut terbagi ke dalam tiga divisi utama, yaitu *Rhodophyta* (alga merah), *Phaeophyta* (alga cokelat), dan *Chlorophyta* (alga hijau). Salah satu jenis rumput laut yang banyak ditemukan di perairan Indonesia adalah jenis rumput laut *Gracilaria* sp. (Cyntya dkk., 2018).

Gracilaria sp. adalah salah satu jenis alga merah yang tergolong dalam kelas *Rhodophyta* dan dikenal dengan berbagai nama lokal, seperti sango-sango, rambu kasang, janggut dayung, dongidongi, bulung embulung, agar-agar karang, agar-agar jahe, blung sangu, dan sebagainya. Jenis rumput laut dari genus ini memiliki banyak variasi yang berbeda dalam hal morfologi dan anatomi, seperti *Gracilaria confervoides*, *Gracilaria gigas*, *Gracilaria lichenoides*, *Gracilaria crasa*, *Gracilaria blodgettii*, *Gracilaria arcuta*, *Gracilaria taenioides*, *Gracilaria eucheumoides*, dan lainnya. Beberapa ahli meyakini bahwa genus *Gracilaria* memiliki lebih banyak spesies dibandingkan dengan genus rumput laut lainnya (Julianto dan Badrudin, 2014).

Gracilaria sp. termasuk dalam kelompok makroalga benthik yang hidup melekat di dasar perairan. Jenis ini memiliki potensi besar untuk dibudidayakan karena mampu tumbuh dengan baik di wilayah pesisir, baik pada perairan laut maupun payau. Keanekaragaman jenis makroalga

dipengaruhi oleh habitat atau substrat yang ada di wilayah pasang surut (intertidal), terutama karena keragaman substratnya. Pantai dengan dasar perairan yang terdiri dari karang, pecahan pasir karang, dan batu mati, cenderung lebih stabil umumnya memiliki keanekaragaman rumput laut yang lebih tinggi dibandingkan dengan area berpasir dan berlumpur. Keragaman ini menunjukkan seberapa beragam jenis organisme dalam suatu komunitas (Wulandari dkk., 2015). *Gracilaria* sp. juga menjadi salah satu komoditas rumput laut yang paling banyak dibudidayakan dan dipasarkan, mengingat nilai ekonominya yang tinggi serta prospek pasar yang menjanjikan, baik di tingkat nasional maupun internasional (Safrini dkk., 2022).

Makroalga termasuk organisme bentik yang tumbuh di perairan dangkal dan mampu melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis ini menjadikan makroalga sebagai penyedia produktivitas primer utama dalam ekosistem perairan tersebut (Srimariana dkk., 2020). Makroalga memiliki peranan penting dalam ekosistem laut, baik secara biologis, ekologis, maupun ekonomis. Secara biologis, makroalga berperan signifikan dalam menyerap bahan polutan dan karbon, serta memproduksi bahan organik dan oksigen bagi organisme akuatik. Dari perspektif ekologis, makroalga berkontribusi terhadap keseimbangan ekosistem laut, yang secara tidak langsung berdampak pada manusia. Dalam hal ekonomi, makroalga merupakan sumber daya laut yang setelah diproses menghasilkan senyawa hidrokoloid. Hidrokoloid berasal dari proses metabolisme primer rumput laut yaitu polimer larut air yang dapat mengentalkan larutan atau membentuk gel. Tiga jenis hidrokoloid yang dihasilkan oleh rumput laut adalah agar, karaginan, dan alginat yang berfungsi dalam proses produksi berbagai industri seperti makanan, minuman, farmasi, kosmetik, cat, dan fotografi (Festi dkk., 2022).

Gracilaria sp. tergolong dalam genus *Gracilaria*, dikenal sebagai salah satu kelompok makroalga dengan sekitar 300 spesies. Seperti alga kelas lainnya, *Gracilaria* sp. tidak memiliki perbedaan yang jelas antara akar, batang, dan daun. Meskipun memiliki struktur tubuh yang sama, akan tetapi terdapat

bagian yang menjadi pembeda atau yang biasa disebut dengan *thallus* (Cyntya dkk., 2018). *Thallus Gracilaria* sp. memiliki berbagai bentuk percabangan yang secara fisik dicirikan dengan *thallus* yang bisa bertekstur halus atau berbintil, dengan warna tubuh yang bervariasi mulai dari hijau, kuning, hingga kemerahan tergantung kondisi lingkungan dan kandungan pigmen fotosintetiknya (Toy dkk., 2015).

Gracilaria sp. tumbuh dengan menempelkan *thallus* nya pada berbagai substrat alami seperti pasir, lumpur, karang, kulit kerang, karang mati, batu, maupun kayu, pada kedalaman antara 10 hingga 15 meter di bawah permukaan laut (Yudiastuti, 2018). Konsentrasi garam laut pada habitat ini berkisar antara 12- 30 ppt. Pertumbuhan *Gracilaria* sp. sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi, termasuk sifat kimia-fisika air, substrat, serta dinamika pergerakan air (Agustang dan Indrawati, 2021). Selain itu perbedaan musim juga dapat memengaruhi morfologi *thallus* dan laju pertumbuhan, di mana pada musim kemarau biasanya *thallus* lebih tebal dan kuat dibandingkan musim penghujan (Erlania dan Radiarta, 2014). Morfologi rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) (Luringunusa dkk., 2023).

2.1.2 Klasifikasi Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

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

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

2.1.3 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder (*Gracilaria* sp.)

Metabolit sekunder adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan yang tidak berperan langsung dalam proses pertumbuhan, perkembangan atau reproduksi makhluk hidup. Ada sekitar 200.000 jenis metabolit sekunder, untuk mengenali jenis-jenisnya diperlukan pengelompokan berdasarkan sifat struktural, jalur biosintesis, dan asal-usul lainnya. Senyawa dalam kelompok metabolit sekunder diproduksi dalam jumlah yang terbatas, tidak secara kontinu, dan hanya untuk tujuan tertentu. Dalam konteks tumbuhan, metabolit sekunder memainkan berbagai peran penting, seperti menarik organisme lain sebagai atraktan, mempertahankan diri dari patogen, berfungsi dalam perlindungan dan adaptasi terhadap lingkungan. Selain itu, berfungsi untuk melindungi dari sinar ultraviolet, berperan sebagai zat pengatur pertumbuhan, dan memiliki kemampuan allelopati untuk bersaing dengan tumbuhan lain. Contoh-contoh senyawa dalam kelompok metabolit sekunder meliputi alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid, dan saponin (Nabillah dkk., 2024).

Metabolit sekunder yang terkandung dalam rumput laut (*Gracilaria* sp.), seperti alkaloid, flavonoid, fenol, saponin, dan terpenoid, diketahui memiliki aktivitas biologi yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali vektor penyakit, termasuk pengendalian telur nyamuk *Aedes aegypti*. Senyawa tersebut bekerja dengan merusak lapisan korion telur, mengganggu proses embriogenesis, dan meningkatkan permeabilitas membran sehingga menyebabkan kegagalan penetasan telur (Wibowo dan Setiawan, 2018).

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak *Gracilaria* sp. yang diberikan terhadap telur, maka semakin besar penurunan persentase kematian telur. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi ekstrak, maka kandungan metabolit sekunder juga semakin banyak (Idris, 2021).

Flavonoid dapat menghambat perkembangan telur nyamuk *Aedes aegypti* menjadi larva serta merusak struktur telur yang berdampak pada kerusakan cangkang. Mekanisme kerjanya terjadi melalui penetrasi senyawa aktif ke dalam telur melewati pori-pori poligonal yang terdapat di seluruh permukaan telur. Senyawa saponin yang merupakan golongan triterpenoid, berperan sebagai penghambat hormon ecdison (*ecdysone blocker*) dan bersifat entomotoksik sehingga mampu menghambat perkembangan telur menjadi larva. Mekanisme kerjanya ditandai dengan kerusakan dinding telur akibat paparan saponin. Kondisi ini mengubah permeabilitas membran sel, menyebabkan keluarnya cairan intraseluler, dan berakhir dengan dehidrasi sel (Madona dkk., 2020).

Alkaloid berfungsi dengan menghambat kerja enzim yang berperan dalam proses perkembangan embrio, sehingga dapat menyebabkan kegagalan diferensiasi jaringan serta meningkatkan permeabilitas membran pada telur nyamuk. Senyawa fenol bekerja menghambat perkembangan telur *Aedes aegypti* menjadi larva dengan cara merusak struktur membran, mendenaturasi protein, serta mengganggu permeabilitas hingga menimbulkan kebocoran isi sel. Kondisi tersebut memungkinkan senyawa aktif lain masuk ke dalam telur dan selanjutnya mengganggu proses perkembangan embrio nyamuk (Martini dkk., 2018). Sementara itu, tanin berperan sebagai ovisida dengan mekanisme mengikat protein pada lapisan eksokorion telur, yang menghambat masuknya oksigen ke dalam telur sehingga mengganggu perkembangan embrio (Wirawan dkk., 2015).

2.2 Ekstraksi Rumput Laut (*Gracilaria sp.*)

2.2.1 Maserasi ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria sp.*)

Ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa aktif menggunakan pelarut cair tertentu dari bahan simplisia. Simplisia merupakan bahan alami yang berasal dari alam dan belum mengalami pengolahan, kecuali melalui proses pengeringan. Pengeringan dilakukan untuk memperpanjang masa simpan serta mempermudah penggunaannya. Simplisia sering dijadikan bahan dasar dalam proses ekstraksi. Metode ekstraksi dibedakan menjadi dua berdasarkan suhu, yaitu metode dingin dan metode panas. Metode dingin mencakup maserasi dan perkolasi, sedangkan metode panas meliputi *refluks*, *soxhletasi*, *infusa*, *dekokta*, *destilasi*, dan *digesti*. Selain itu, terdapat metode ekstraksi modern seperti ekstraksi dengan teknik sentrifugasi, superkritikal, dan ultrasonik (sonikasi) (Triyanti dkk., 2025).

Maserasi merupakan salah satu metode pemisahan senyawa yang dilakukan melalui perendaman bahan dalam pelarut organik pada suhu tertentu (Fakhruzy, 2020). Proses ekstraksi ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan konsentrasi antara pelarut dan senyawa di dalam sel, dengan tahapan utamanya berupa perendaman bahan dalam pelarut. Pemilihan pelarut memiliki peranan penting dalam proses ekstraksi, sebab pelarut yang digunakan harus mampu memisahkan senyawa target tanpa melarutkan zat lain yang tidak diinginkan (Prayudo dan Novian, 2018).

Ekstraksi dengan pelarut dilakukan dengan cara memasukkan bahan yang akan diekstrak dengan pelarut selama periode tertentu, kemudian dilanjutkan dengan pemisahan filtrat dari residu bahan. Pelarut seperti etanol, metanol, etil asetat, n- heksana, dan air diketahui efektif dalam mengekstraksi senyawa-senyawa penting dari suatu bahan. Maka dari itu pemilihan pelarut pada proses ekstraksi perlu mempertimbangkan sifat kimia senyawa yang akan diisolasi (Septiana dan Asnani, 2012).

2.2.2 Pelarut Etanol

Larutan Etanol merupakan jenis utama dari alkohol yang mempunyai struktur $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, atau sering disingkat $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ atau $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Pelarut ini memiliki keunggulan untuk digunakan dalam berbagai metode ekstraksi, menjadikannya fleksibel untuk berbagai jenis bahan dan senyawa yang ingin dipisahkan. Etanol juga merupakan pelarut dengan viskositas rendah, yang memungkinkan penetrasi lebih mudah ke dalam jaringan bahan ekstrak. Sifat larutannya yang baik, terutama untuk senyawa polar seperti flavonoid dan fenolik dari tumbuhan, membuatnya sangat efisien dalam mengekstrak senyawa bioaktif penting yang memiliki manfaat fisiologis seperti antioksidan. Penggunaan pelarut etanol dalam upaya mendapatkan kadar senyawa flavonoid dan senyawa fenolik yang optimal sangat tergantung kepada faktor konsentrasi, suhu, waktu dan pemilihan metode ekstraksi (Hakim dkk., 2020).

2.3 Nyamuk *Aedes aegypti*

2.3.1 Habitat Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor utama virus dengue yang menimbulkan demam dengue dan demam berdarah dengue. Nyamuk betina berfungsi sebagai vektor karena memiliki kebiasaan mengisap darah pada siang hari, bersifat antropofilik, endofagik, serta beristirahat di dalam rumah. Darah manusia yang diisap digunakan untuk pematangan telur. Pada saat proses pengisapan darah, nyamuk betina akan menyuntikkan air liurnya ke dalam tubuh manusia. Air liur tersebut mengandung berbagai senyawa enzimatik yang berfungsi mencegah pembekuan darah, sekaligus dapat mengandung virus dengue apabila nyamuk sudah terinfeksi sebelumnya. Virus tersebut kemudian masuk ke dalam aliran darah manusia, bereplikasi, dan menimbulkan gejala klinis infeksi dengue (Wuwungan dkk., 2013).

Aedes aegypti memiliki kecenderungan memilih air bersih sebagai lokasi peletakan telur sekaligus tempat berkembang biak. Beberapa faktor yang memengaruhi nyamuk betina dalam menentukan lokasi bertelur antara lain

suhu, pH, kelembapan, serta kondisi tempat yang umumnya terlindung dari paparan langsung sinar matahari. Keberadaan vektor nyamuk *Aedes aegypti* dari fase telur hingga imago dipengaruhi oleh faktor lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Perkembangan nyamuk dari telur sampai dewasa dipengaruhi oleh faktor abiotik, seperti curah hujan, suhu, dan penguapan. Sementara itu, faktor biotik seperti keberadaan predator, kompetitor, serta ketersediaan makanan di habitat perkembangan, baik berupa bahan organik, mikroba, maupun serangga air, turut menentukan kelangsungan hidup fase pradewasa nyamuk (Agustin dkk., 2017).

2.3.2 Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* menurut sistem klasifikasi Borror dkk.(1996), adalah sebagai berikut:

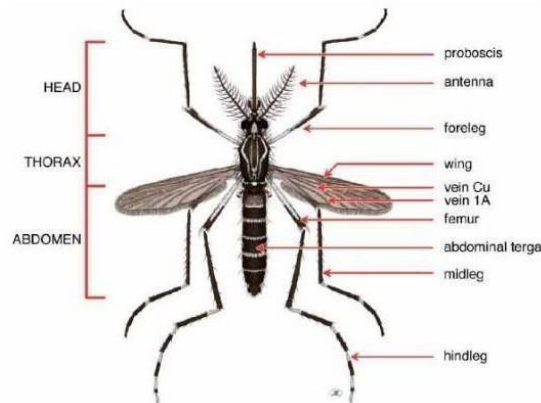
Kerajaan	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Bangsa	: Diptera
Suku	: Culicidae
Marga	: <i>Aedes</i>
Jenis	: <i>Aedes aegypti</i>

2.3.3 Morfologi *Aedes aegypti*

Tubuh nyamuk *Aedes aegypti* terdiri dari 3 bagian, yaitu kepala, *thorax* dan abdomen. Nyamuk *Aedes aegypti* umumnya dikenal dengan sebutan *black-white mosquito* karena memiliki garis putih keperakan pada tubuhnya.

Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki ukuran yang beragam, bergantung pada kondisi lingkungan hingga nutrisi yang diperolehnya selama perkembangan, umumnya memiliki panjang tubuh sekitar 3-4 mm. *Aedes aegypti* memiliki ciri morfologi berupa bintik bintik putih di tubuh dan ring putih pada kakinya. Bagian dorsal dari *thorax* terdapat bercak putih keperakan membentuk 2 garis melengkung dan 2 buah garis putih sejajar di garis

median dari punggungnya berwarna dasar hitam (Wathon, 2020). Morfologi nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dapat dilihat pada Gambar 2.



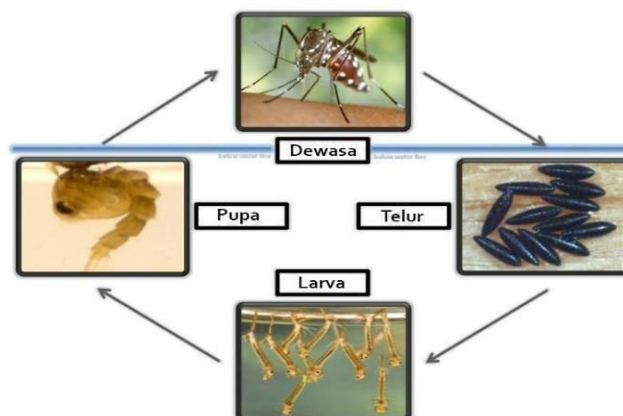
Gambar 2. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti* (Rueda, 2004).

Secara morfologi, *Aedes aegypti* memiliki tubuh kecil dan ramping dengan *probocis* sebagai alat penusuk dan pengisap darah. Ciri khas spesies ini ialah tubuh berwarna gelap dengan garis putih keperakan berbentuk *lyre* pada *thoraks* serta gelang putih pada pangkal kaki. Abdomen betina meruncing dengan cerci relatif panjang dibandingkan nyamuk lain. Seluruh betina bersifat hematofag, umumnya aktif menggigit pada siang hari dan dapat pula pada malam hari (Wulandhani, 2019).

Aedes aegypti betina memiliki ciri morfologi yang berbeda dengan jantan (dimorfisme seksual), terutama pada antena, probosis, dan palpus maksila. Antena jantan berukuran lebih panjang dan memiliki rambut yang lebat (*plumose*), sedangkan antena betina lebih pendek dengan jumlah rambut lebih sedikit (*pilose*). Perbedaan juga terdapat pada probosis dan palpus maksila. Pada betina, probosis berbentuk silindris, berwarna hitam, dan lebih panjang dibandingkan palpus maksila. Sementara itu, pada jantan, probosis relatif sama panjang dengan palpus maksila yang terdiri atas lima segmen dengan bercak putih pada setiap segmennya. Palpus maksila betina berukuran lebih pendek dibandingkan jantan, dan hanya memiliki bercak putih pada bagian ujungnya (Wathon dkk., 2020).

2.3.4 Siklus Hidup *Aedes aegypti*

Aedes aegypti tergolong serangga yang mengalami metamorfosis sempurna, yakni mengalami perubahan morfologi melalui empat tahapan perkembangan yaitu telur, larva, pupa, dan dewasa. Siklus hidup nyamuk berawal dari telur sampai menjadi dewasa biasanya memerlukan waktu selama 8 hingga 10 hari. Stadium diartikan sebagai rentang waktu antara pergantian kulit selama proses pertumbuhan dan perkembangan, sedangkan fase adalah lama waktu yang diperlukan nyamuk untuk menyelesaikan satu stadium (Hikmawati dkk., 2021). Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus Hidup *Aedes aegypti* (Tamam, 2018).

Dalam satu siklus hidupnya, nyamuk *Aedes aegypti* menempati dua habitat berbeda, yaitu lingkungan perairan pada fase larva dan pupa, serta wilayah daratan pada fase dewasa. Pemilihan tempat bertelur dipengaruhi oleh kesesuaian kondisi lingkungan, antara lain ketersediaan sumber makanan, suhu, kelembapan dan ketersediaan air. (Lema dkk., 2021).

1. Telur Nyamuk *Aedes aegypti*

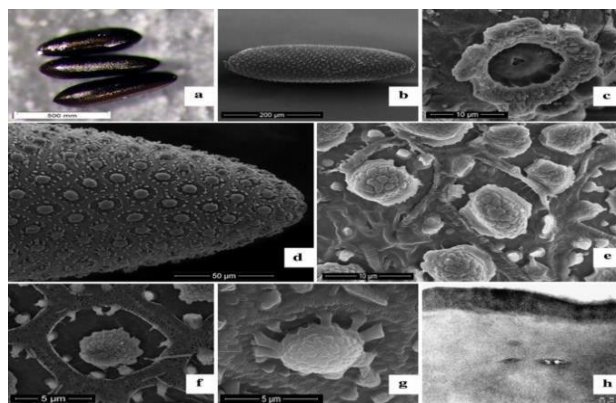
Siklus hidup *Aedes aegypti* diawali dari fase telur yang dalam waktu 1–2 hari pada suhu 20–40 °C akan menetas menjadi larva. Telur nyamuk tidak memiliki pelampung dan diletakkan secara terpisah di permukaan air. Panjang telur sekitar 0,700 mm, mula-mula berwarna putih kemudian berubah menjadi hitam dalam waktu ± 30 menit. Pada

bagian anterior terdapat saluran berbentuk corong sebagai jalur masuk spermatozoa. Bentuk telur elips dengan permukaan poligonal, sebagaimana terlihat pada Gambar 4. (Febritasari dkk., 2016).



Gambar 4. Morfologi Telur Nyamuk *Aedes aegypti* (Sivanathan, 2006).

Permukaan telur dilapisi *chorion* yang terdiri atas dua lapisan, yaitu endokorion dan eksokorion. Eksokorion memperlihatkan ornamen khas berupa *tuberkel sentral* berukuran besar yang dikelilingi tuberkel perifer berukuran lebih kecil dengan susunan simetris, sehingga permukaan tampak bertekstur menyerupai pola heksagonal. Lapisan eksokorion bersifat lebih padat elektron dibandingkan endokorion serta memiliki sifat impermeabel yang kuat. Dengan morfologi demikian, telur *Aedes aegypti* mampu melekat kuat pada berbagai substrat dan tahan terhadap kekeringan hingga satu tahun (Pombo dkk., 2021). Pada beberapa penelitian telah dilakukan *scanning electron* pada telur *Aedes aegypti*. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui struktur telur Seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Telur *Aedes aegypti* (Pombo dkk., 2021).

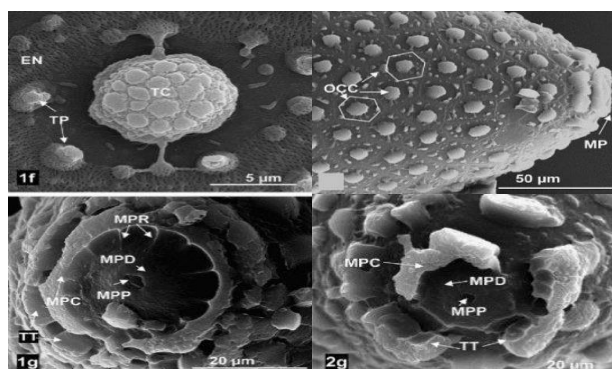
Keterangan: a) Telur nyamuk *Aedes aegypti*

- b) Cakram mikropiler
- c) Mikropil tempat spermatozoa akan membuahi oosit
- d) Ujung posterior telur khas eksokorion telur
- e) *Tuberkel sentral* (TC)
- f) *Tuberkel perifer* (TP)
- g) *Tuberkel sentral* (TC)
- h) Dinding telur

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 *Aedes 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 nyamuk terdapat bagian khusus yang disebut mikropil (*micropyle*), yaitu pori halus yang berperan penting sebagai jalur masuknya spermatozoid ke dalam sel telur. Struktur mikropil tidak hanya berfungsi sebagai pintu masuk sperma, tetapi juga memiliki beberapa komponen pendukung (Pombo dkk., 2021). Komponen tersebut meliputi *micropylar corolla* berbentuk seperti mahkota sebagai pelindung luar, *micropylar disc* sebagai dasar penopang, *micropylar pore* lubang utama tempat masuknya spermatozoid, *micropylar ridge* berfungsi memperkuat struktur dan *tooth-like tubercle* yang berbentuk seperti tonjolan kecil menyerupai gigi yang berperan dalam mempertahankan bentuk serta kestabilan mikropil (Suman dkk., 2021).

Mikropil berbentuk lubang kecil pada permukaan telur yang berperan sebagai jalur masuk spermatozoid maupun tempat terjadinya pertukaran gas selama perkembangan embrio. Karena strukturnya

yang terbuka, zat ovisida dapat dengan mudah menembus melalui mikropil dan masuk ke dalam telur, sehingga dapat mengganggu proses fisiologis di dalamnya. Kerusakan pada bagian mikropil akan menghambat difusi oksigen yang dibutuhkan embrio untuk bernapas dan berkembang secara normal. Akibatnya, terjadi gangguan perkembangan bahkan kematian embrio di dalam telur (Younoussa dkk., 2016). Struktur *exochorion* dan mikropil telur nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur *Exochorion* dan *Micropyle* telur *Aedes aegypti*

Keterangan : (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*

2. Larva Nyamuk

Larva *Aedes aegypti* memiliki tiga bagian tubuh utama, yaitu kepala, *thorax* dan abdomen. Pada bagian kepala terdapat sepasang antena, mata, palatum, sikat mulut, *fenestrae*, sklerit mental, daerah hipostomal, labium, serta kerah servikal. Kepala dan *thorax* dihubungkan oleh leher. Bagian *thorax* larva terbagi menjadi tiga segmen, yaitu protoraks, mesotoraks, dan metatoraks. Bagian abdomen larva terdiri dari delapan segmen, masing-masing segmen memiliki rambut dengan jumlah yang bervariasi pada bagian lateralnya (Bar dan

Andrew, 2013). Larva nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Larva Nyamuk *Aedes aegypti* (Sari dkk., 2020)

Menurut Adrianto dkk. (2023), terdapat empat fase instar akibat proses pergantian kulit larva sebagai berikut.

Instar I, memiliki tubuh yang masih transparan, larva berukuran paling kecil yaitu 1-22 mm, *spinae* pada dada dan sifon belum berkembang dengan jelas.

Instar II, ditandai dengan perkembangan sifon yang berwarna kecokelatan, memiliki ukuran 2,5-3,8 mm, *spinae* pada dada belum berkembang jelas.

Instar III, *spinae* pada dada sudah terlihat jelas dan sifon berwarna coklat, ukuran tubuh berkembang mencapai 4-5 mm pada instar III.

Instar IV, tahap ini merupakan tahap perkembangan akhir larva yang ditandai dengan struktur tubuh lengkap.

3. Pupa Nyamuk

Pupa *Aedes aegypti* merupakan tahap transisi antara larva dan dewasa yang berlangsung di dalam air, ditandai dengan bentuk tubuh yang melengkung menyerupai koma dan tidak makan, tetapi tetap aktif bergerak. Pupa memiliki *cephalothorax* yang besar serta abdomen yang melengkung, dan berfungsi sebagai fase reorganisasi morfologi dari struktur larva menuju bentuk nyamuk dewasa (Sharma dkk., 2025).

Pupa nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pupa Nyamuk *Aedes aegypti* (Zettel, 2010).

Pupa bernapas melalui corong pernapasan yang terletak pada bagian dorsal toraks. Abdomen pupa tersusun atas beberapa ruas atau segmen, dan pada segmen terakhir terdapat sepasang dayung yang berfungsi untuk berenang. Saat beristirahat, posisi pupa sejajar dengan permukaan air karena adanya alat apung pada bagian toraks. Stadium pupa lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk meskipun tidak memperoleh asupan makanan. Lama perkembangan pupa umumnya berlangsung 1–3 hari, bergantung pada keadaan lingkungan, terutama suhu dan ketersediaan oksigen dalam air. Suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat proses metamorfosis, sedangkan kondisi ekstrem dapat meningkatkan angka kematian pupa, yang pada akhirnya memengaruhi dinamika populasi nyamuk dewasa sebagai vektor utama penyakit demam berdarah dengue (Haidah dkk., 2022).

4. Nyamuk Dewasa

Nyamuk *Aedes aegypti* berukuran relatif kecil dengan warna tubuh dominan hitam, serta memiliki bercak-bercak putih pada bagian dada, abdomen, dan kaki yang dapat diamati secara kasatmata. Nyamuk betina mengisap darah menggunakan probocis yang terletak pada bagian kepala, sedangkan nyamuk jantan tidak mengisap darah dan memperoleh energi dari nektar bunga atau tumbuhan. Antena nyamuk betina dikenal sebagai *pilose*, sementara pada nyamuk jantan disebut *plumose*. Selain itu, organ kelamin nyamuk betina disebut *cercis*,

sedangkan pada nyamuk jantan dinamakan *hypopigidium*. Nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2024).

Sayap nyamuk *Aedes aegypti* memiliki saluran trakea memanjang yang tersusun atas kitin dan dikenal sebagai venasi. Struktur sayap ini terdiri atas vena costa, vena subcosta, serta vena longitudinal. Nyamuk *Aedes aegypti* juga memiliki tiga pasang kaki, di mana setiap kaki tersusun atas bagian *coxa*, *trochanter*, *femur*, *tibia*, dan *tarsus*. Pada perbatasan antara prothoraks dengan mesothoraks, serta mesothoraks dengan metathoraks, terdapat alat pernapasan yang disebut *stigma* (Dinata, 2016).

Faktor iklim sangat memengaruhi perkembangan nyamuk dewasa, suhu tinggi dapat mempercepat metamorfosis, meningkatkan frekuensi menggigit, tetapi sekaligus mempersingkat umur nyamuk. Perubahan iklim yang menaikkan suhu dan kelembaban memperluas distribusi geografis *Aedes aegypti*, sehingga meningkatkan potensi penyebaran penyakit (Rueda, 2004).

2.4 Pengendalian Vektor Infeksi Virus Dengue

Virus merupakan agen infeksius berukuran sangat kecil yang hanya dapat bereplikasi di dalam sel inang. Struktur virus umumnya terdiri dari materi genetik berupa DNA atau RNA yang diselubungi kapsid protein. Beberapa virus memiliki lapisan tambahan berupa envelope lipid yang diperoleh dari membran sel inang.

Virus tidak memiliki metabolisme sendiri, sehingga bergantung sepenuhnya pada mekanisme sel inang untuk memperbanyak diri (Koonin dkk., 2015).

Nyamuk merupakan vektor utama berbagai penyakit di wilayah tropis, salah satunya *Aedes aegypti* yang berperan sebagai penyebab utama penularan infeksi virus dengue (IVD). Penyakit IVD timbul akibat infeksi virus dengue yang ditransmisikan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Di Indonesia, IVD masih menjadi persoalan kesehatan masyarakat yang serius karena angka kasusnya cenderung meningkat setiap tahun, terutama pada musim penghujan. Infeksi ini tidak hanya berdampak pada orang dewasa, tetapi juga sering menyerang anak-anak berusia di bawah 15 tahun. Berbagai faktor dapat memengaruhi munculnya kasus infeksi virus dengue, baik dari sisi *agent* (vektor/nyamuk), *host* (pejamu/perilaku manusia), maupun *environment* (lingkungan yang mendukung perkembangbiakan nyamuk). Apabila tidak disertai pengendalian dan penanganan yang cepat, kondisi tersebut berpotensi menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) maupun wabah serta meningkatkan risiko kematian (Purnama, 2017).

Pengendalian vektor merupakan serangkaian upaya atau tindakan yang bertujuan menekan populasi vektor sampai pada tingkat serendah mungkin sehingga keberadaannya tidak lagi menimbulkan risiko penularan. Dalam konteks penyakit Infeksi Virus Dengue (IVD), langkah pencegahan sangat bergantung pada pengendalian vektor utamanya, yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2017 ada beberapa metode pengendalian vektor nyamuk yaitu metode pengendalian fisik dan mekanis, metode pengendalian secara kimia, dan metode pengendalian secara biologis, seperti berikut:

1. **Metode fisik dan mekanis** meliputi langkah-langkah pencegahan, pengurangan, maupun penghilangan habitat serta populasi vektor secara langsung. Tindakan yang dilakukan antara lain modifikasi dan manipulasi lingkungan tempat perindukan nyamuk, seperti gerakan 3M plus, membersihkan lumut, mengeringkan atau mengalirkan genangan air,

pemasangan kelambu, penggunaan pakaian berlengan panjang, pemasangan kawat kasa, hingga pemanfaatan hewan sebagai umpan nyamuk (*cattle barrier*).

2. **Metode kimiawi** mencakup upaya menekan habitat dan populasi vektor dengan bahan kimia, seperti penyemprotan permukaan (*indoor residual spraying*), penggunaan kelambu berinsektisida, pemberian larvasida, penyemprotan ruang (*space spray*) baik dengan pengasapan panas (*fogging*) maupun dingin (ULV), serta penggunaan insektisida rumah tangga berupa obat nyamuk bakar, *liquid vaporizer*, *paper vaporizer*, *mat*, *aerosol*, hingga repelen.
3. **Metode biologis** pemanfaatan menggunakan predator pemakan jentik seperti ikan cupang, serta penggunaan mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan fungi. Selain itu, pendekatan biologi molekuler berupa manipulasi genetik nyamuk dan penggunaan bahan alami juga menjadi strategi pengendalian yang terus dikembangkan.

Upaya pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* selama ini masih kurang optimal karena sebagian besar hanya berfokus pada tahap larva dan dewasa, sedangkan telur mampu bertahan dalam kondisi kering dan menetas saat terkena air sehingga siklus hidup tetap berlangsung. Penggunaan insektisida kimia memang efektif, tetapi berpotensi menimbulkan dampak toksik pada organisme lain serta mendorong resistensi nyamuk, sebagaimana terjadi di banyak wilayah endemik dengue di Indonesia (Kemenkes RI, 2021). Oleh karena itu, pengendalian vektor perlu dilakukan secara terpadu dengan menargetkan seluruh siklus hidup nyamuk. Alternatif yang lebih ramah lingkungan adalah pemanfaatan insektisida botani dari ekstrak tumbuhan, karena residunya cepat hilang dan efek sampingnya minimal (Sari, 2022). Salah satu sumber hayati yang berpotensi digunakan sebagai ovisida alami adalah rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang mengandung senyawa aktif untuk menghambat penetasan telur nyamuk *Aedes aegypti*.

2.5 Ovisida

2.5.1 Deskripsi Ovisida

Insektisida nabati adalah zat pembasmi serangga yang dihasilkan dari senyawa-senyawa kedua yang dihasilkan oleh tumbuhan. Zat ini mengganggu berbagai aspek biologis dan perilaku yaitu dengan menghambat proses perkembangan telur serta menghalangi proses metamorfosis dan menyebabkan kematian. Jenis insektisida alami yang dapat digunakan untuk mengendalikan nyamuk *Aedes Aegypti* adalah ovisida (Wibowo dkk., 2024).

Ovisida adalah jenis pestisida yang secara khusus menargetkan telur serangga atau hama dengan tujuan menghambat penetasan telur tersebut agar tidak berkembang menjadi larva dan kemudian serangga dewasa. Dengan membunuh atau menghambat telur, ovisida efektif dalam memutus siklus hidup serangga sehingga membantu mengendalikan populasi hama secara lebih awal dalam siklus hidupnya. Ovisida dapat berupa bahan kimia sintesis maupun ekstrak alami yang mengandung senyawa aktif untuk merusak atau mematikan telur serangga (Mumpuni dkk., 2023). Ovisida dari bahan alami memiliki keunggulan berupa keamanan lingkungan dan minim resiko residu berbahaya dibandingkan insektisida kimia sintesis. Ini penting karena penggunaan pestisida kimia yang berlebihan dapat menimbulkan resistensi pada hama serta mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia (Puspasari, 2023).

Ovisida bekerja melalui berbagai mekanisme, antara lain merusak embrio, menghambat proses penetasan telur, serta menyebabkan kerusakan struktural pada korion telur. Berdasarkan tingkat kerusakan morfologis yang ditimbulkan, aktivitas ovisida dapat diklasifikasikan menjadi tiga tipe, yaitu efek fisiologis tanpa perubahan morfologi, efek litik pada korion telur, serta penetrasi dan kolonisasi internal telur (Septiani dkk., 2025). Ovisida dikatakan efektif membunuh telur apabila memenuhi tiga kriteria utama, yaitu (1) telur harus berada di lokasi yang memungkinkan paparan langsung terhadap ovisida dengan konsentrasi racun yang dapat membunuh, (2) telur

harus memiliki tingkat kerentanan terhadap jenis racun yang digunakan, (3) sebagian besar telur harus mengalami kegagalan penetasan akibat paparan racun tersebut agar penggunaan ovisida dapat dianggap berhasil (Hakim, 2020).

2.5.2 Mekanisme Ovisida *Aedes aegypti*

Mekanisme kerja ovisida dalam menghambat penetasan telur nyamuk *Aedes aegypti* terjadi karena zat aktif di dalam ovisida memasuki telur melalui titik *polygonal* pada permukaan cangkang. Zat aktif tersebut masuk dengan cara difusi, Setelah melewati permukaan cangkang telur yang terdiri atas lapisan eksokorion yang terdiri dari sel *chorion* luar, mikropil, *tuberkel sentral*, dan *tuberkel perifer* yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan dan zat berbahaya pada lapisan tersebut mengalami kerusakan. Selanjutnya, zat aktif menembus lebih dalam ke bagian endokorion dan kutikula serosa. Zat aktif ini kemudian menghentikan proses perkembangan telur atau embriogenesis, sehingga telur gagal menetas (Cyntyta, 2018).

Ekstrak rumput laut (*Gracilaria* sp.) berpengaruh terhadap kemampuan menetas telur diduga terjadi karena kandungan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik berperan sebagai zat yang dapat menghambat kerja hormon ecdison (hormon yang berfungsi dalam metabolisme serangga), sehingga serangga akan terganggu dalam proses perubahan telur menjadi larva (Yudhistira, 2025). Mekanisme ovisida pada *Gracilaria* sp. terhadap nyamuk *Aedes aegypti* melibatkan aktivitas senyawa bioaktif yang terdapat dalam ekstraknya, seperti flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, dan fenol. Senyawa tersebut bekerja dengan merusak cangkang dan membran telur, sehingga mengganggu struktur dan fungsi penting embrio di dalam telur nyamuk, yang akhirnya menyebabkan kegagalan penetasan telur. senyawa bioaktif dalam *Gracilaria* sp. dapat menimbulkan stres oksidatif pada sel telur nyamuk melalui produksi radikal bebas yang merusak materi genetik dan komponen seluler lainnya. Stres oksidatif ini mempercepat kematian embrio sehingga telur tidak dapat menetas menjadi larva (Septiani, 2025).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2025 – Januari 2026, di Laboratorium Zoologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung. Pembuatan Ekstrak Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Penyiapan telur *Aedes aegypti* berikut alat yang digunakan antara lain mikroskop stereo untuk mengamati telur *Aedes aegypti*, cawan petri untuk meletakkan telur *Aedes aegypti* dan kuas untuk memisahkan antara telur yang layak dan tidak layak pakai, sedangkan bahan yang digunakan adalah 600 butir telur nyamuk *Aedes aegypti*
2. Pembuatan ekstrak *Gracilaria* sp. berikut alat yang digunakan antara lain mesin penggiling digunakan untuk menghaluskan *Gracilaria* sp., ayakan untuk menyaring serbuk *Gracilaria* sp., plastik untuk menyimpan serbuk, timbangan analitik untuk menimbang serbuk, erlenmeyer digunakan sebagai wadah filtrat *Gracilaria* sp., kertas saring dan corong untuk menyaring filtrat *Gracilaria* sp., rotary evaporator digunakan untuk membuat pasta *Gracilaria* sp., botol sampel sebagai wadah ekstrak. Bahan yang digunakan adalah *Gracilaria* sp. dan pelarut etanol.

3. Uji bioaktivitas ekstrak *Gracilaria* sp. sebagai ovisida berikut alat yang digunakan gelas ukur untuk mengukur air media telur *Aedes aegypti*, cawan petri sebagai wadah uji, timbangan analitik untuk menimbang ekstrak *Gracilaria* sp., batang pengaduk untuk menghomogenkan larutan, mikroskop untuk mengamati telur *Aedes aegypti*, pH meter untuk mengukur pH air dan termometer untuk mengukur suhu air. Bahan yang digunakan adalah telur nyamuk *Aedes aegypti*, ekstrak *Gracilaria* sp., air keran (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif).

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian merupakan jenis penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan ini menggunakan ekstrak *Gracilaria* sp. dengan konsentrasi 2%; 2,4%; 2,6%; 2,8% serta air keran (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif). Setiap perlakuan dilakukan 4 kali pengulangan dengan menggunakan 25 butir telur *Aedes aegypti*. Pengamatan dilakukan pada jam ke-72.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Telur *Aedes aegypti*

Telur nyamuk *Aedes aegypti* yang diperoleh berasal Loka Labkesmas Baturaja, Sumatera Selatan. Telur yang diperoleh ditempatkan dalam cawan petri dan diamati di bawah mikroskop stereo, kemudian dipisahkan antara telur yang layak dan yang tidak layak digunakan menggunakan kuas. Telur yang layak ditandai dengan bentuknya yang bulat panjang, lonjong (oval) dan utuh (tidak pecah). Penelitian ini memerlukan telur nyamuk *Aedes aegypti* sebanyak 25 telur pada setiap perlakuan. Sehingga total telur yang digunakan yaitu sebanyak 600 telur.

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

Gracilaria sp. yang diperoleh berasal dari Desa Wanayasa Kabupaten Serang, Banten. Pembuatan ekstrak *Gracilaria sp.* dilakukan dengan metode maserasi. *Gracilaria sp.* segar dicuci bersih menggunakan air. Kemudian dikeringkan anginkan dengan ditutupi waring jaring selama 3-7 hari. Selanjutnya, *Gracilaria sp.* yang telah kering dihaluskan hingga menjadi serbuk simplisia dan ditimbang sebanyak 500 gram. Serbuk yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam toples, kemudian dilarutkan atau direndam menggunakan pelarut etanol 4000 ml 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 atau hingga didapatkan ekstrak kental *Gracilaria sp.* Hasil ekstraksi tersebut dimasukkan ke dalam botol dan disimpan pada suhu rendah (Kartisari dkk., 2022).

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

Uji bioaktivitas ekstrak *Gracilaria sp.* sebagai ovisida *Aedes aegypti* dilakukan menggunakan gelas uji sebagai wadah sebanyak 24 buah. Berdasarkan rumus Federer, dilakukan empat kali replikasi (P1, P2, P3 dan P4) pada masing-masing perlakuan menggunakan kontrol dan larutan uji berupa ekstrak *Gracilaria sp.* dengan konsentrasi 2%; 2,4%; 2,6%; 2,8% air keran (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif). Setelah itu, larutan diaduk menggunakan batang pengaduk hingga homogen sampai volume larutan 100 ml. Setiap larutan uji dengan masing-masing konsentrasi beserta kontrol kemudian dituangkan ke dalam cawan uji, lalu dimasukkan 25 butir telur *Aedes aegypti* pada masing-masing gelas.

3.4.4 Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui bioaktivitas ekstrak *Gracilaria* sp. sebagai ovisida dengan menghitung jumlah telur yang tidak menetas pada jam ke-72. Setiap pengamatan akan dihitung menggunakan rumus (Raveen dkk., 2017).

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

$$\text{Persentase rata – rata} = \frac{\text{Jumlah telur yang tidak menetas}}{\text{Total telur yang digunakan}} \times 100\%$$

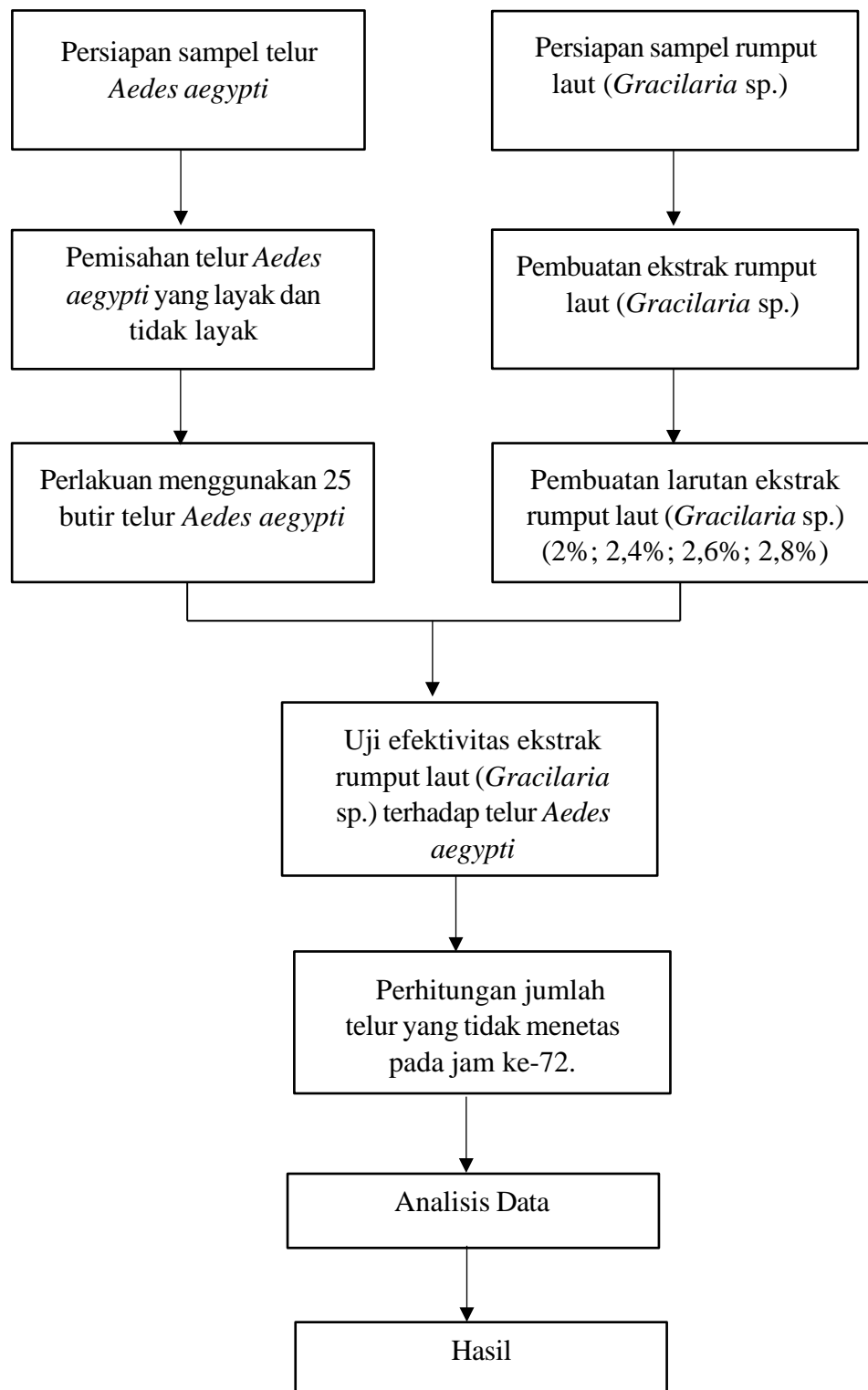
Suhu dan pH air pada media telur *Aedes aegypti* dicek menggunakan termometer dengan cara dimasukkan ke dalam air pada media telur *Aedes aegypti* selama beberapa saat, kemudian dicatat suhunya. Selanjutnya pengukuran pH menggunakan pH meter dengan cara memasukkan bagian elektroda ke dalam air pada media telur *Aedes aegypti* selama beberapa saat dan dapat dibaca hasil pengukuran pH nya, kemudian dicatat pH nya.

3.5 Analisis Data

Data berupa jumlah telur yang tidak menetas dianalisis menggunakan uji *one-way* ANOVA untuk menentukan ada tidaknya perbedaan jumlah telur yang tidak menetas antar perlakuan, jika terdapat perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan uji *Tukey* untuk mengetahui konsentrasi paling tinggi yang dapat menghambat penetasan telur nyamuk *Aedes aegypti*. Selain itu, dilakukan analisis probit menggunakan SPSS untuk menentukan nilai *Lethal Concentration LC₅₀* ekstrak etanol rumput laut *Gracilaria* sp yang paling efektif dalam menghambat penetasan telur hingga 50%.

3.6 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Ekstrak etanol *Gracilaria sp.* berpengaruh terhadap daya hambat penetasan telur *Aedes aegypti* tertinggi pada konsentrasi 2,8% dengan persentase nilai 92%. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi jumlah telur *Aedes aegypti* yang tidak menetas.
2. Hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) konsentrasi ekstrak etanol rumput laut (*Gracilaria sp.*) yang paling efektif dalam menghambat penetasan telur hingga 50% adalah 2,43%.

5.2 Saran

Penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan menambahkan variasi spesies nyamuk, seperti *Anopheles sp.* dan *Culex sp.*, serta memperluas parameter pengamatan agar diperoleh gambaran efektivitas ekstrak yang lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, H., Subekti, S., Arwati, H. & Rohmah, E. A. 2023. Pengendalian Nyamuk *Aedes* Dari Teori, Laboratorium, Hingga Implementasi Di Komunitas. Sukabumi: CV Jejak (Jejak Publisher).
- Agustin, I., Tarwotjo, U. & Rahadian, R. 2017. Perilaku Bertelur Dan Siklus Hidup *Aedes aegypti* Pada Berbagai Media Air. *Jurnal Akademika Biologi*. 6(4): 71-81.
- Agustang, M. S. & Indrawati, E. 2021. *Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan*. Gowa Sulawesi Selatan.
- Amelia, A. R., Burhanuddin, N. H., & Yusuf, R. A. 2023. Pengaruh Air Perasan Daun Kemangi (*Ocimum Sanctum*) Terhadap Kematikan Nyamuk *Aedes Aegypti* Dengan Menggunakan Metode Evaporasi. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*. 13(3): 1001-1010.
- Bar, A. & J. & Rew. 2013. Morphology Dan Morphometry Of *Aedes Aegypti* *Review & Research In Biology*. 3(1): 1-21.
- Baz, M. M., Selim, A. M., Radwan, I. T., Alkhaibari, A. M., Gattan, H. S., Alruhaili, M. H. & Gad, M. E. 2024. Evaluating Larvicidal, Ovicidal And Growth Inhibiting Activity Of Five Medicinal Plant Extracts On *Culex Pipiens* (Diptera: Culicidae), The West Nile Virus Vector. *Scientific Reports*. 14(1): 19660.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., And Johnson, N. F. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga (Edisi Keenam)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan Dari: an Introduction To The Study Of Insects.
- Cania, E., & Setyaningrum, E. 2013. Testing The Efficacy Of Legundi Leaf (*Vitex Trifolia*) Extract Larvicide Against *Aedes aegypti* Larvae. *Medical Journal Of Lampung University*. 2(4): 52–60.
- CDC. 2024. *Life Cycle Of Aedes Mosquitoes*. *Atlantan*: Diakses Tanggal 17 Mei 2026.
- Chandra, G. & Burman, S. 2024. *Management Of Mosquitoes: Past, Present and Future*. In *Mosquitoes: Biology, Pathogenicity and Management*. Singapore: Springer Nature Singapore.

- Cyntya, V. A., Santosa, G. W., Supriyantini, E. & Wulandari, S. Y. 2018. Pertumbuhan Rumpun Laut *Gracilaria* Sp. dengan Rasio N: P Yang Berbeda. *Journal Of Tropical Marine Science*. 1(1): 15-22.
- Dinata., I, A. 2016. Penyakit dan Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD). *Jurnal Warta Edisi*. 1(48): 1829 – 7463.
- Daswito, R., & Samosir, K. 2021. Physical Environments Of Water Containers and *Aedes* sp Larvae In Dengue Endemic Areas Of Tanjung Pinang Timur. *Berita Kedokteran Masyarakat*. 37(1): 13.
- Fakhruzy, F. 2020. Optimalisasi Metode Maserasi Untuk Ekstraksi Tanin Rendemen Tinggi. *Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmiah*. 14(2): 34-42.
- Farnesi, L. C., Vargas, H. C., Valle, D., & Rezende, G. L. 2017. Darker Eggs Of Mosquitoes Resist More To Dry Conditions: Melanin Enhances Serosal Cuticle Contribution In Egg Resistance To Desiccation In *Aedes*, *Anopheles* And *Culex* Vectors. *Plos Neglected Tropical Diseases*. 11(10): 6063.
- Farnesi, L. C., Menna-Barreto, R. F. S., Martins, A. J., Valle, D. & Rezende, G. L. 2015. Physical Features And Chitin Content Of Eggs From The Mosquito Vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*. *Journal Of Insect Physiology*. 83: 43–52.
- Febritasari, T., Hariani, N., Dan Trimurti, S. 2016. Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) Instar 3 yang Dikoleksi dari Kelurahan Loa Bakung, Dadi Mulya dan Sempaja Timur Kota Samarinda Terhadap Abate. *Bioprospek*. 11(2): 25-31.
- Festi, F., Jumiati, J., & Aba, L. 2022. Identifikasi Jenis-Jenis Makroalga Di Perairan Pantai Sombano Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Penelitian Biologi Dan Kependidikan*. 1(1): 11-24.
- Grisales, N., Poupardin, R., Gomez, S., Fonseca-Gonzalez, I., Ranson, H., & Lenhart, A. 2013. Temephos Resistance In *Aedes aegypti* In Colombia Compromises Dengue Vector Control. *Plos Neglected Tropical Diseases*. 7(9), E2438.
- Ghosh, A., Chowdhury, N., & Chandra, G. 2012 . Plant Extracts as Potential Mosquito Larvicides. *Indian Journal Of Medical Research*. 135(5): 581-598.
- Govindarajan, M., Mathivanan, T., Elumalai, K., Krishnappa, K., & Anandan, A. 2011. Ovicidal And Repellent Activities Of Botanical Extracts Against *Culex Quinquefasciatus* And *Aedes aegypti*. *Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine*. 1(1): 43–48.

- Haidah, N. Juhgrah, I, & Rostina 2022. *Temu Kunci (Boesenbergia roxb) Sebagai Obat Anti Nyamuk Aedes aegypti Dan Culex*. Nas Media Indonesia. Yogyakarta.
- Hakim, A. R., & Saputri, R. 2020. Narrative Review: Optimasi Etanol Sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid Dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika (JSM)*. 6(1): 177-180.
- Hindana, 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.
- Hikmawa, Isna, & Huda S. 2021. Peran Nyamuk Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Melalui Transovarial. *Satria Publisher, Jawa Tengah*. 2(1) :25-36.
- Idris, S. A. 2021. Uji Efektifitas Ekstrak Buah Balongga (*Cucumis Melo L.*) Sebagai Insektisida Alami Terhadap Nyamuk *Aedes sp.* *Journal of Medical Laboratory*. 9(2): 118-128.
- Ilfa, P. S., & Pawenang, E. T. 2022. Sanitasi Rumah dan Perilaku Pemberantasan Sarang Nyamuk Dengan Keberadaan Jentik Saat Pandemi COVID-19. *Indonesian Journal Of Public Health and Nutrition*. 2(2): 263-272.
- Julianto, B.S. & Badrudin. 2014. Budidaya Rumput Laut *Gracilaria sp.* ISBN 978-979-1461-37-5.
- Kartikasari, D., Rahman, I. R. & Ridha, A. 2022. Uji Fitokimia Pada Daun Kesum (*Polygonum Minus Huds.*) dari Kalimantan Barat. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*. 5(1): 35-42.
- Koonin, E. V., Dolja, V. V. & Krupovic, M. 2015. Origins and Evolution Of Viruses Of Eukaryotes. *Virology*. 2(25): 479–480.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021. *Strategi Nasional Penanggulangan Dengue 2021–2025*. Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit : Jakarta.
- Kemenkes RI. 2017. Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Demam Berdarah Dengue Di Indonesia. Jakarta: Direktorat Jendral Pengendalian Dan Pencegahan Penyakit Kemenkes RI. Tersedia Di https://www.dinkes.pulangpisaukab.go.id/wp-content/uploads/2020/09/Isi_Buku-DBD-2017.Pdf.
- Kumara, C. J. 2021. *Efektivitas Flavonoid, Tanin, Saponin dan Alkaloid Terhadap Mortalitas Larva Aedes Aegypti*. Doctoral Dissertation. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Lauren, M., Wydiamala, E., & Hayatie, L. 2021. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Sebagai Ovisida Dan Insect Growth Regulator Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Homeostasis*. 4(2): 245–252.
- Lessa, C. L. S., Hodel, K. V. S., Goncalves, M. D. S. & Machado, B. A. S. 2023. Dengue As A Disease Threatening Global Health. *Tropical Medicine And Infectious Disease*. 8(5): 241.
- Lema, Y., Almet, J., & Wuri, D. 2021. Gambaran Siklus Hidup Nyamuk *Aedes* sp. di Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 4(1): 1-13.
- Luringunusa, E., Sanger, G., Sumilat, D. A., Montolalu, R. I., Damongilala, L. J., & Dotulong, V. 2023. Qualitative Phytochemical Analysis Of *Gracilaria Verrucosa* From North Sulawesi Waters. *Jurnal Ilmiah Platax*. 11(2): 451-452.
- Lisa & Sunia. 2025. *Bioaktivitas Ovisida Ekstrak Etil Asetat Gracilaria sp. Terhadap Aedes aegypti*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Madona, M., Setyaningrum, E., & Putri, G. D., 2020. Efektivitas Ekstrak Daun Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.) Sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kedokteran & Kesehatan*. 7(1): 368-374.
- Martini, M., Astriana, N., Yuliawati, S., Hestningsih, R., & Purwantisari, S. 2021. Keefektifan Ekstrak Daun Kecubung (*Datura Metel* L.) Dalam Menghambat Penetasan dan Siklus Hidup *Aedes aegypti* L. *Indonesian Journal Of Entomology*. 15(1): 50-56
- Marvianto, D., Ratih, O. D., & Wijaya, K. F. N. 2023. Infeksi Dengue Sekunder: Patofisiologi, Diagnosis, dan Implikasi Klinis. *Cermin Dunia Kedokteran*. 50(2): 70-74.
- Maretta, G., Kuswanto, E., & Septikayani, N. I. 2019. Efektifitas Ekstrak Daun Patikan Kebo (*Euphorbia Hirta* L) Sebagai Ovisida Terhadap Nyamuk Demam Berdarah Dengue (*Aedes aegypti*). *Jurnal Tadris Biologi*. 10(1): 1-9.
- Mumpuni, R. P., Qadir, A., Julio, A. & N, M. I. 2023. Aplikasi Beberapa Jenis Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Hama Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Sains Terapan*. 13(1): 77-86.
- Oktafiana, O. 2018. *Efektivitas Ekstrak Daun Bunga Pukul Empat (Mirabilis Jalapa) Sebagai Ovisida Nyamuk Aedes aegypti (Sebagai Alternatif Bahan Petunjuk Praktikum Untuk Mahasiswa Pada Mata Kuliah Embriologi Semester Genap)*. Skripsi: Uin Raden Intan Lampung.
- Nabillah, A. Z., Chatri, M., Biologi, D., Matematika, F., Ilmu, D. & Alam, P. 2024. Peranan Senyawa Metabolit Sekunder Untuk Pengendalian Penyakit Pada Tanaman. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 8(1): 15900-15911.

- Nugroho, H., Pasaribu, M., & Ismail, S. 2018. Toksisitas Akut Ekstrak *Albertisia Papuana* Becc. Pada *Daphnia Magna* Dan *Danio Rerio*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 1(4): 96-103.
- Oktafiana. 2018. Efektivitas Ekstrak Daun Bunga Pukul Empat (*Mirabilis Jalapa*) Sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Palomino, M., Pinto, J., Yañez, P., Cornelio, A., Dias, L., Amorim, Q. & Lima, J.B. P. 2022. First National-Scale Evaluation Of Temephos Resistance In *Aedes aegypti* In Peru. *Parasites And Vectors*. 15(1): 254.
- Pavela, R. 2015. Essential Oils For The Development Of Eco-Friendly Mosquito Larvicides: A Review. *Industrial Crops And Products*. 76(2): 174–187.
- Palupi, D., Kusdiyantini, E., Rahadian, R., & Prianto, A. H. 2016. Identifikasi Kandungan Senyawa Fitokimia Minyak Biji Mimba (*Azadirachta Indica*). *Jurnal Akademika Biologi*. 5(3): 23-28.
- Purwaningsih, N. V., Kardiwinata, M. P., & Utami, N. W. A. 2015. Daya Bunuh Ekstrak Daun Srikaya (*A. Squamosa* L.) Terhadap Telur dan Larva *Aedes aegypti*. *Journal Of Applied Chemistry*. 3(3): 96- 102.
- Purwantisari, S., Martini, M., Santoso, L. & Handayani, N. 2016. Status Resistensi Larva *Aedes aegypti* Terhadap Temephos Di Wilayah Perimeter Dan Buffer Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*. 4(1): 18512.
- Prayudo, A. N., Novian, O., Setyadi, S. & Antaresti, A. 2018. Koefisien Transfer Massa Kurkumin dari Temulawak. *Widya Teknik*. 14(1): 26-31.
- Puspita, W., Pratami, G. D., Setyaningrum, E., & Nurcahyani, N. 2025. Efektivitas Sediaan Spray Ekstrak Etanol *Gracilaria* sp. Sebagai Penolak Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal Of Pharmaceutical and Sciences*. 1(6): 259-269.
- Puspita, A., Winandari, O. P., Jatmiko, A., & Widiani, N. 2020. Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus Rosa-Sinensis* L.) Sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Pros. Semnas. Peningkatan Mutu Pendidikan*. 1: 262-265.
- Puspasari, L. T., Meliansyah, R., Hartati, S. & Kurniawan, W. 2023. Pendampingan Petani Dalam Upaya Meningkatkan Strategi Pengelolaan Hama Ramah Lingkungan Dengan Menggunakan Pestisida Hayati (Bio-Pestisida) Di Desa Sukamukti Dan Mekarmukti Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut. *Agrikultura Masyarakat Tani*, 1(1): 36-41.
- Prescott, G.W. 1954. *How To Know Fresh-Water Algae* WM. C Brown Company Publisher Dubuque, IOWA.

- Pombo, A. P. M., Carvalho, H. J. C. D., Rodrigues Ribeiro, R., León, M., Maria, D. A. & Miglino, M. A. 2021. *Aedes Aegypti*: Egg Morphology And Embryonic Development. *Parasites And Vectors*. 14(1): 531.
- Rachim, W., Sahariyani, M., & Nisa, M. 2023. Artikel Review: Pengendalian Vektor Nyamuk *Aedes* Dengan Resistensi Terhadap Piretroid. *Jurnal Cahaya Mandalika Issn 2721-4796 (Online)*. 4(1): 90-98.
- Repindo, A. 2014. Efektifitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum* L.) Sebagai Ovisida *Aedes aegypti*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Rueda, L. M. 2004. Pictorial Keys For The Identification Of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) Associated With Dengue Virus Transmission. *Zootaxa*. 589(1): 1–60.
- Safrini, D., Adhawati, S. S., Cangara, A. S., & Made, S. 2022. The Study Of Seaweed Pond Cultivation (*Gracilaria* sp.) In West Malangke District, North Luwu Regency. *Journal Of Fisheries Socio-Economic*. 2(1): 1-11
- Samaranayake, N., Wickramasinghe, W. M. A. B., Amarasinghe, L., De Silva, A. & De Silva, S. 2019. Pre-Imaginal Development Of *Aedes aegypti* In Drains Containing Polluted Water In Urban Cities In Sri Lanka. *International Journal Of Tropical Insect Science*. 4(1): 467–471.
- Samsudin, S. 2017. Efektivitas Larvasida Temefos Terhadap Larva *Aedes Aegypti* di Daerah Endemis Dbd. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 11(2): 80–86.
- Saputra, R. 2012. *Pengaruh Konsentrasi Alkali dan Rasio Rumput Laut Alkali Terhadap Viskositas Dan Kekuatan Gel Semi Refined Carrageenan (Src) Dari Rumput Laut Eucheuma Cottonii*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Sari, A. P., Yudiati, E. & Sunaryo, S. 2020. Toksisitas Partisi N-Heksan dan Etil Asetat Pada Ekstrak *Sargassum* sp. Terhadap Larva *Aedes aegypti* Instar 3. *Journal Of Marine Research*. 9(2): 143-150.
- Sari, E. R., Setyaningrum, E., Mumtazah, D, F., & Nukmal, N. 2022. Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Sebagai Ovisida Terhadap Telur *Aedes aegypti*. Universitas Lampung. 156-162
- Sakthivadivel, M., & Daniel, T. 2008. Evaluation Of Certain Insecticidal Plants For The Control Of Vector Mosquitoes Viz. *Culex Quinquefasciatus*, *Anopheles Stephensi* and *Aedes aegypti*. *Applied Entomology And Zoology*. 43(1): 57-63.
- Septiana, A. T. & Asnani, A. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum Duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 6(1): 22-28.

- Septiani, L., Graharti, R., Andrifianie, F., & Setyaningrum, E. 2025. Efektivitas Beberapa Ekstrak Tanaman Sebagai Ovisida Terhadap *Aedes aegypti* Dalam Pencegahan Demam Berdarah Dengue. *Medical Profession Journal Of Lampung*. 15(4): 639-645.
- Sivanathan, M. M. A, 2006. The Ecology and Biology Of *Aedes aegypti* And *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) And The Resistance Status Of *Aedes albopictus* (Field Strain) Against Organophosphates In Penang, Malaysia. Universiti Sains Malaysia. Thesis
- Srimariana, E. S., Kawaroe, M., Lestari, D. F., & Nugraha, A. H. 2020. Keanekaragaman dan Potensi Pemanfaatan Makroalga di Pesisir Pulau Tunda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(1): 138-144.
- Suparyati, T., & 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.
- Suman, D.S., Shrivastava, A., Pant, S., Dan Parashar, B., 2011, *Differentiation Of Aedes Aegypti And Aedes Albopictus (Diptera: Culicidae) With Egg Surface Morphology And Morphometrics Using Scanning Electron Microscopy*. Arthropod Structure and Development Elsevier. Amsterdam.
- Tamam, B. 2018. Ciri Ciri, Siklus dan Habitat Nyamuk *Aedes aegypti*. Artikel; *Generasi Biologi Indonesia*.
- Triyanti, S. B., Lestari, F. P., Fitriana, P. A. N., Rostiana, H. R., Silalahi, D. D., Syalsabina, T. D. & Saputra, I. S. 2025. Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi, Sonikasi dan Sokletasi Terhadap Nilai Rendemen Sampel Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*). *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*. 8(1): 71-78.
- Toy, T. S., Lampus, B. S., & Hutagalung, B. S. P. 2015. Uji Daya Hambat Ekstrak Rumput Laut *Gracilaria* Sp Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal E-Gigi*. 3(1): 153-159.
- Wathon, S., Muti'ah, F., Oktarianti, R. & Senjarini, K. 2020. Purifikasi Protein Imunogenik 31 dan 56 Kda Dari Kelenjar Saliva *Aedes aegypti*. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 7(1): 59-71.
- Wibowo, T. & Setiawan, A. 2018. Insecticidal Activity Of Red Algae (*Gracilaria verrucosa*) Extract Against Mosquito Eggs and Larva *Aedes*. *Malaysian Applied Biology Journal*. 47(1): 39-45.
- Wibowo, S. G., Lestari, R., & Sari, H. P. E. 2024. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Mangkokan (*Nothopanax Scutellarium*) dan Daun Sirih (*Piper Betle*) Sebagai Ovisida terhadap Telur *Aedes aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue. *Biologica Samudra*. 6(1): 1-7.

- Wirawan, I. G. K. O., W. Nurcahyo, J. Prastowo, & Kurniasih. 2015. Daya Ovicidal Ekstrak Kulit Buah Muda (*Calotropis Procera*) terhadap *Haemonchus Contortus* Secara In Vitro. *Jurnal Sains Veteriner*. 33(2): 167-173.
- Wulandari S. R., Hutabarat & Ruswahyuni, 2015. Pengaruh Arus dan Substrat Terhadap Distribusi Kerapatan Rumput Laut Di Perairan Pulau Panjang Sebelah Barat & Selatan. *Jurnal Of Maquaris Management Of Aquatic*. 4(3): 91-98.
- Wulandhani, S. 2019. Analisis Keberadaan Nyamuk *Aedes Aegypti* Linnaeus dan *Aedes Albopictus* Skuse di Berbagai Tempat Umum Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa. *Celebes Biodiversitas*. 3(1):27-34.
- Wuwungan, A. A., Lumanauw, S. J., Posangi, J. & Tinontoan, O. R. 2013. Preferensi Nyamuk *Aedes aegypti* Pada Beberapa Media Air. *Jurnal Biomedik*. 5(1): 12-21.
- WHO. 2024. Dengue Control: Epidemiology. World Health Organization. Diakses Melalui: <https://www.who.int/denguekontrol/epidemiology/en/>
- Yu, K. X., Wong, C. L., Ahmad, R., & Jantan, I. 2015. Larvicidal Activity, Inhibition Effect On Development, Histopathological Alteration And Morphological Aberration Induced By Seaweed Extracts In *Aedes aegypti*. *Asian Pacific Journal Of Tropical Medicine*. 8(12): 1006–1012.
- Yudhistuti, K., Dharma, I. G. B. S., & Puspitha, N. L. P. R. 2018. Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. Melalui Budidaya IMTA (*Integrated Multi Trophic Aquaculture*) Di Pantai Geger, Nusa Dua, Kabupaten Badung, Bali. *Bali. Journal Of Marine And Aquatic Sciences*. 4(2): 191-2003.
- Yudhistira, A. P. 2025. Pengaruh Pemberian Air Perasan Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) Sebagai Ovisida Terhadap Daya Tetas dan Morfologi Telur *Aedes aegypti*. Skripsi, Universitas Lampung.
- Younoussa, L., E. N. Nukenine, C. & O. Esimone. 2016. Toxicity Of *Boswellia Dalzielii* (*Burseraceae*) Leaf Fractions Against Immature Stages Of *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *International Journal Of Insect Science*. 8(1): 23-31.
- Zettel, C. M. 2010. *Pupa Of The Yellow Fever Mosquito, Aedes aegypti (Linnaeus)*. Department Of Entomology And Nematology, University of Florida.