

**UJI FITOKIMIA DAN UJI EFEKTIVITAS OVISIDA EKSTRAK RUMPUT
LAUT *Sargassum polycystum* TERHADAP TELUR *Aedes aegypti* VEKTOR
INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)**

Skripsi

Oleh

**AYU RAHMAWATI
2017021031**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

UJI FITOKIMIA DAN UJI EFEKTIVITAS OVISIDA EKSTRAK RUMPUT LAUT *Sargassum polycystum* TERHADAP TELUR *Aedes aegypti* VEKTOR INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)

Oleh

AYU RAHMAWATI

Pengendalian nyamuk *Aedes 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 nyamuk dapat digunakan sebagai kandidat ovisida telur *Aedes aegypti*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder *Sargassum polycystum* dengan uji fitokimia dan analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), mengetahui konsentrasi paling efektif ekstrak metanol *Sargassum* sp. sebagai ovisida telur nyamuk dan mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) ekstrak metanol *S. polycystum* sebagai ovisida terhadap telur *Ae. aegypti*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, kontrol positif (1% Azadirachtin), dan kontrol negatif (air sumur) dengan 4 kali pengulangan. Pengamatan terhadap jumlah telur yang tidak menetas dilakukan selama 72 jam. Data berupa jumlah telur yang tidak menetas pada tiap konsentrasi dianalisis dengan *one-way ANOVA* menggunakan program SPSS 26, dan uji lanjut menggunakan Uji Tukey dengan taraf signifikansi 95%. Untuk menentukan nilai LC₅₀ dilakukan uji probit. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak metanol *S. polycystum* mengandung senyawa alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid dengan didukung data hasil analisis FTIR yang menunjukkan adanya gugus OH, CH Alifatik, -CH₃, C=O ester, C=O karboksilat, C=C aromatik, C-O, dan C-N. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi jumlah telur *Ae. aegypti* yang tidak menetas dengan persentase sebanyak 90% (p < 0,05). Ekstrak metanol *S. polycystum* sebagai ovisida terhadap telur *Ae. aegypti* memiliki nilai LC₅₀ sebesar 0,63%.

Kata Kunci: Ovisida, *Aedes aegypti*, IVD, rumput laut *Sargassum polycystum*

ABSTRACT

PHYTOCHEMICAL TEST AND OVICIDA EFFECTIVENESS TEST OF *Sargassum polycystum* SEAWEED EXTRACT ON THE EGGS OF *Aedes aegypti* VECTOR OF DENGUE VIRUS INFECTION

By

AYU RAHMAWATI

Control of egg-stage *Aedes aegypti* mosquitoes using ovicides can be done as a more optimal control alternative because the egg stage is very susceptible to insecticides. Plants with secondary metabolites that can damage mosquito eggs can be used as ovicide candidates for *Aedes aegypti* eggs. This study aims to determine the content of secondary metabolite compounds of *Sargassum polycystum* with phytochemical tests and *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) analysis, determine the most effective concentration and determine the *Lethal Concentration* (LC50) value of *S. polycystum* methanol extract as an ovicide against *Ae. aegypti* eggs. This study used a completely randomized design with concentrations of 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, positive control (1% *Azadirachtin*), and negative control with 4 repetitions. Observation the number of unhatched eggs was carried out for 72 hours. Data in the form of the number of unhatched eggs at each concentration were analyzed by one-way ANOVA using the SPSS 26 program, and further tests using the Tukey Test with significance level of 95%. To determine the LC50 value, probit analysis was conducted. The results showed that the methanol extract of *S. polycystum* contained alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, tannin, and terpenoid compounds supported by data from FTIR analysis which showed the presence of OH, CH, -CH₃, C=O, C=C, and C-N groups. The higher the concentration, the higher the number of *Ae. aegypti* eggs that did not hatch with a percentage of 90% ($p < 0.05$). *S. polycystum* methanol extract as an ovicide against *Ae. aegypti* eggs has an LC50 value of 0.63%.

Kata Kunci: Ovicide, *Aedes aegypti*, Dengue Virus Infection, *Sargassum polycystum* seaweed

**UJI FITOKIMIA DAN UJI EFEKTIVITAS OVISIDA EKSTRAK RUMPUT
LAUT *Sargassum polycystum* TERHADAP TELUR *Aedes aegypti* VEKTOR
INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)**

Oleh

AYU RAHMAWATI

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: **UJI FITOKIMIA DAN UJI EFEKTIVITAS
OVIDA EKSTRAK RUMPUT LAUT
Sargassum polycystum TERHADAP TELUR
Aedes aegypti VEKTOR INFEKSI VIRUS
DENGUE (IVD)**

Nama Mahasiswa

: **Ayu Rahmawati**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2017021031**

Jurusan/Program Studi

: **Biologi/S1-Biologi**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Dzul Fithria Mumtazah, S.Pd., M.Sc.
NIP. 199105212019032020

2. **Ketua Jurusan Biologi**

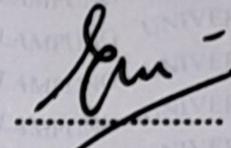
Dr. Jamil Master, M.Si.
NIP. 198301312002121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

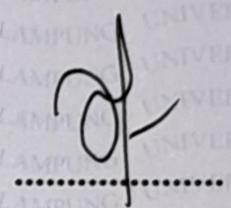
Ketua

: Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.



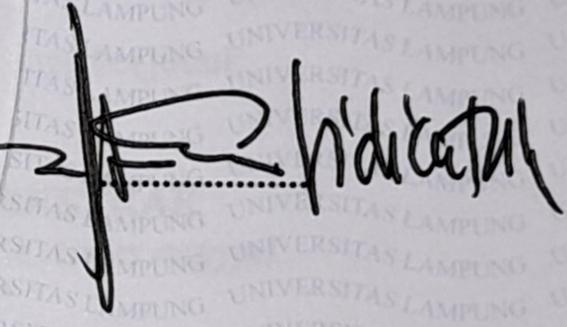
Sekretaris

: Dzul Fithria Mumtazah, S.Pd., M.Sc.

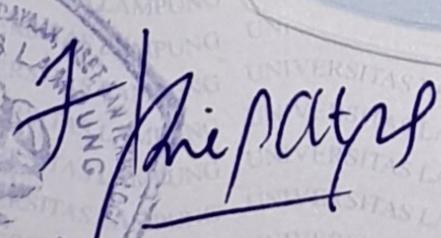


Anggota

: Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 09 Juli 2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayu Rahmawati
NPM : 2017021031
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

**“UJI FITOKIMIA DAN UJI EFEKTIVITAS OVISIDA EKSTRAK
RUMPUT LAUT *Sargassum polycystum* TERHADAP TELUR *Aedes aegypti*
VEKTOR INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)”**

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku.

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

Bandar Lampung, 09 Juli 2024



Ayu Rahmawati
NPM. 2017021031

RIWAYAT HIDUP



Ayu Rahmawati lahir pada tanggal 12 Mei 2002 di Serang, Banten. Penulis merupakan putri pertama dari pasangan Bapak Ali Rahmat dan Ibu Jarofiyah, serta memiliki seorang adik Cikal Salsabila. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN Tegal Wangi pada tahun 2008-2014 dan melanjutkan jenjang pendidikan berikutnya pada tahun 2014-2017 di SMPN 3 Cilegon. Penulis mengenyam pendidikan Menengah Atas di SMAN 2 Krakatau Steel Cilegon pada tahun 2017-2020 dengan peminatan IPA. Tahun 2020, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, di Universitas Lampung.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis tergabung sebagai anggota bidang Saintek di Lembaga Kemahasiswaan yakni Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) FMIPA Universitas Lampung pada periode 2021-2022. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Fisiologi Hewan dan mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan. Pada bulan Februari 2023, penulis menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan di Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Panjang. Pada tahun yang sama penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode II selama 40 hari di Desa Sidodadi, Kabupaten Lampung Tengah.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Maka skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua yang sangat saya sayangi, Bapak Ali Rahmat dan Ibu Jarofiyah yang telah memberikan kasih sayang serta doa yang tiada hentinya, memberikan dukungan, motivasi, fasilitas, mengiringi dan meridhoi setiap langkah saya hingga selalu dimudahkan dan dilancarkan dalam setiap proses kehidupan.

Adik saya Cikal Salsabila dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan motivasi sejak awal hingga akhir saya bisa menyelesaikan perkuliahan.

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

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

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

MOTTO

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah: 286)*

*“Apa yang ditakdirkan untukmu, akan datang kepadamu”
(Ali bin Abi Talib)*

*“Life is about making mistakes, learning from them,
growing and don't try to be perfect”
(Jae DAY6)*

*Jangan berlari, ini sudah sangat sulit. Beristirahat sebentar, kita tidak perlu
bekerja terlalu keras. Meski berjalan dengan perlahan, tidak apa-apa.
(Marathon -DAY6)*

SANWANCANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan berkah dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**UJI FITOKIMIA DAN UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL RUMPUT LAUT *Sargassum polycystum* TERHADAP TELUR *Aedes aegypti* VEKTOR INFEKSI VIRUS DENGUE (IVD)**” yang menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Dalam penyusunan skripsi ini tidak luput bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M. 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 Mater, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing I yang telah memberikan saran, dukungan, bimbingan serta waktunya kepada penulis selama proses penyelesaian penyusunan skripsi.
6. Ibu Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, dukungan, bimbingan serta waktunya kepada penulis

selama proses penyelesaian penyusunan skripsi.

7. Ibu Endang Linirin Widiastuti, Ph.D. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran untuk kesempurnaan penelitian dan penyusunan skripsi.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, pengalaman dan arahan kepada penulis sehingga dapat mencapai gelar sarjana.
9. Kedua orangtua dan keluarga Ibu yang selalu mendukung, mendoakan serta membantu setiap langkah-langkah yang ditempuh penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Bunga Adgisti, Indah Khairunisa, Dian Dwi Afifah, Aziza Devi Savitri, Nabila Farahdia, Ade Puspita Putri Maharani, Anastasia Santaulina Putri yang telah membantu setiap langkah-langkah dalam penelitian penulis.
11. Seluruh karyawan, staff dan laboran jurusan Biologi dan pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan seluruh pihak yang telah membantu dan mendoakan selama penyusunan skripsi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca di kemudian hari.

Bandarlampung, 09 Juli 2024

Penulis,

Ayu Rahmawati

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWANCANA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pikir	4
1.5 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Rumput Laut <i>S. polycystum</i>	6
2.1.1 Karakteristik <i>S. polycystum</i>	6
2.1.2 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder <i>S. polycystum</i>	7
2.1.3 Klasifikasi <i>S. polycystum</i>	8
2.1.4 Ekstraksi <i>S. polycystum</i>	8

2.2	Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	9
2.2.1	Karakteristik <i>Ae. aegypti</i>	9
2.2.2	Siklus Hidup <i>Ae. aegypti</i>	16
2.2.3	Klasifikasi <i>Ae. aegypti</i>	17
2.3	Pengendalian Vektor Infeksi Virus Dengue (IVD)	18
2.4	Ovisida	19
2.4.1	Deskripsi Ovisida	19
2.4.2	Mekanisme Ovisida Terhadap Telur <i>Ae. aegypti</i>	19
2.4.3	Senyawa Aktif Ovisida	20
III.	METODE PENELITIAN	23
3.1	Waktu dan tempat penelitian	23
3.2	Alat dan bahan	23
3.3	Rancangan percobaan	24
3.4	Prosedur penelitian	24
3.5	Analisis data	28
3.6	Diagram alir	29
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol <i>S. polycystum</i>	30
4.2	Uji FTIR Ekstrak Metanol <i>S. polycystum</i>	32
4.3	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Metanol <i>S. polycystum</i> sebagai Ovisida Terhadap Telur <i>Ae. aegypti</i>	34
V.	KESIMPULAN	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Positif Uji Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder.....	26
Tabel 2. Jumlah Volume Ekstrak dan Konsentrasi Yang Digunakan.....	27
Tabel 3. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol <i>S. polycystum</i>	30
Tabel 4. Interpretasi Spektra FTIR Ekstrak Metanol <i>S. polycystum</i>	33
Tabel 5. Jumlah Telur Yang Tidak Menetas Pada Berbagai Konsentrasi Ekstrak Metanol <i>S. polycystum</i> 72 Jam Setelah Perlakuan.....	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Morfologi <i>S. polycystum</i>	6
Gambar 2. Morfologi Telur <i>Ae. aegypti</i>	10
Gambar 3. Struktur Micropyles dan Outer Chorionic pada Telur <i>Ae. aegypti</i>	11
Gambar 4. Struktur Penunjang Micropyles pada Telur <i>Ae. aegypti</i>	11
Gambar 5. Struktur Exochrionic Telur <i>Ae. aegypti</i>	12
Gambar 6. Stadium Larva <i>Ae. aegypti</i>	14
Gambar 7. Stadium Pupa <i>Ae. aegypti</i>	15
Gambar 8. Stadium Dewasa <i>Ae. aegypti</i>	16
Gambar 9. Siklus Hidup <i>Ae. aegypti</i>	17
Gambar 10. Struktur Dasar Flavonoid.....	20
Gambar 11. Struktur Dasar Saponin.....	21
Gambar 12. Struktur Dasar Alkaloid.....	22
Gambar 13. Diagram Alir.....	29
Gambar 14. Analisis FTIR Ekstrak <i>S. polycystum</i>	32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi Virus Dengue (IVD) menjadi salah satu masalah kesehatan dengan ancaman serius di beberapa negara di dunia khususnya yang beriklim tropis dan subtropis. Jumlah kasus dan kematian terkait IVD mengalami peningkatan setiap tahunnya. Setidaknya sampai saat ini terdapat lebih dari 4 miliar orang di seluruh dunia menderita IVD (Lessa dkk., 2023), dengan perkiraan 390 juta infeksi dan 20.000 kematian terjadi tiap tahunnya. Sejak pertama kali IVD ditemukan di Indonesia, angka kejadian IVD terus meningkat tiap tahunnya. Jumlah kasus tertinggi IVD terjadi pada tahun 2016, yang mencapai 200 ribuan kasus. Dalam 5 tahun terakhir, rata-rata kasus IVD ditemukan sebanyak 121.191 kasus setiap tahunnya (Kemenkes RI, 2021).

Infeksi Virus Dengue (IVD) dikategorikan sebagai penyakit yang ditularkan melalui vektor (*vector-borne disease*) karena kontak manusia dengan manusia lain tidak dapat menyebarkan penyakit atau virus tersebut; sebaliknya, gigitan nyamuk menjadi satu-satunya sumber penularan (Anandika, 2020). Nyamuk terinfeksi dan membawa virus dengue saat menghisap darah dari penderita IVD. Virus ini akan bereplikasi dan kembali ditularkan saat nyamuk menghisap darah manusia lain melalui injeksi air liurnya (WHO, 2018). Gejala IVD yang muncul berupa demam tinggi, rasa sakit di sendi dan otot, nyeri di belakang mata, sakit kepala, sakit perut, mual, muntah, serta muncul bercak atau bintik merah pada badan. Pada beberapa kasus terjadi pendarahan gastrointestinal dan jika tidak diatasi dengan benar, dapat menyebabkan syok dan kemungkinan kematian

(Prasetyo, 2023). *Aedes aegypti* betina menjadi vektor utama dan paling efektif dalam penularan IVD di Asia Tenggara karena beriklim tropis (Ernyasih dkk, 2023), serta perilaku hidupnya yang berdampingan dengan manusia dan menjadikan genangan air bersih pada kontainer atau bejana dalam rumah sebagai tempat perindukan (Ilfa dan Pawenang, 2022). Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* mengubah perilaku untuk lebih sesuai dengan lingkungan sekitarnya. Jika *Ae. aegypti* benar-benar dapat bereproduksi tanpa akses ke air bersih, terdapat risiko yang sangat besar terkait IVD dan penyakit lain yang ditularkannya.

Pencegahan penularan IVD dapat dilakukan dengan memusnahkan nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor dengue. Selama ini pemerintah menganjurkan penggunaan bubuk abate atau lebih dikenal sebagai temefos, yang mengandung bahan aktif sintetis seperti piretroid, karbamat, dan organofosfat (Nurhaifah dan Sukesni, 2015). Namun, pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* menggunakan abate dapat dikatakan belum optimal karena pengendalian hanya dilakukan pada stadium larva tanpa membasmi stadium telur yang sangat rentan terhadap insektisida. Pembasmian pada stadium telur akan mengurangi penyebaran nyamuk *Ae. aegypti* (Sari, 2018). Hal ini sesuai dengan kurva kesintasan, nyamuk berada pada kurva kesintasan tingkat III, yang berarti tingkat kematian tertinggi (mortalitas) terjadi pada awal kehidupan yaitu stadium telur, dengan tingkat kematian yang lebih rendah bagi mereka yang bertahan hidup (Rafferty, 2016).

Penggunaan rutin temefos dalam pengendalian vektor memungkinkan resistensi terhadap nyamuk *Ae. aegypti* karena sifat transovarial nyamuk tersebut dan menyebabkan pencemaran, serta dampak buruk pada kesehatan manusia, seperti keracunan yang dapat terjadi saat ditelan (Sari, 2018). Dengan demikian, pengendalian menggunakan bahan alami yang dapat mengurangi dampak buruk dan tidak menimbulkan resistensi, tanpa mengesampingkan kemampuan untuk mengganggu fungsi biologi kehidupan dan perilaku dari nyamuk harus dikembangkan. Alternatif untuk

mengurangi populasi nyamuk *Ae. aegypti* adalah penggunaan ovisida yang berasal dari senyawa metabolit sekunder pada tanaman (Maretta dkk, 2019). Bahan alam yang mengandung senyawa metabolit sekunder seperti *alkaloid*, *saponin*, *tanin*, *flavonoid*, *triterpenoid*, dan *steroid* dapat digunakan sebagai kandidat ovisida (Mulyadi dkk, 2019). Senyawa tersebut memiliki kemampuan untuk merusak telur dan larva nyamuk (Raveen, 2017). *Sargassum polycystum* diduga memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Ali dkk, (2013) membuktikan senyawa metabolit sekunder saponin dan terpenoid yang terkandung dalam rumput laut cokelat (*Phaeophyceae*) *Caulerpa racemosa* secara signifikan dapat berperan sebagai larvasida nyamuk *Ae. aegypti*, *Culex quinquefasciatus* dan *Anopheles stephensi*.

Provinsi Lampung memiliki potensi besar sebagai penghasil alga cokelat. Pantai Sebalang (Lampung Selatan) dan Pantai Biha (Pesisir Barat) merupakan tempat penghasil alga cokelat *S. polycystum* di Lampung (Idrus dkk., 2019). Potensi rumput laut *S. polycystum* dari perairan Lampung Selatan belum dimanfaatkan secara optimal. Kajian mengenai senyawa bioaktif dan aktivitas larvasidal *S. polycystum* sudah banyak dilakukan tetapi kajian ilmiah terkait potensi *S. polycystum* sebagai ovisida *Ae. aegypti* belum ada. Untuk itu dilakukan penelitian menggunakan ekstrak metanol rumput laut *S. polycystum* guna mengetahui efektivitasnya sebagai ovisida telur nyamuk *Ae. aegypti*.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak metanol rumput laut *S. polycystum*
2. Untuk mengetahui konsentrasi paling efektif ekstrak metanol rumput laut *S. polycystum* sebagai ovisida terhadap telur *Ae. aegypti*.
3. Untuk mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) ekstrak metanol rumput laut *S. polycystum* sebagai ovisida terhadap telur *Ae. aegypti*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan ekstrak rumput laut *S. polycystum* dapat digunakan sebagai insektisida ramah lingkungan dalam pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* pada stadium telur sebagai salah satu vektor IVD dan menjadi sumber informasi bagi pembaca mengenai cara pengendalian nyamuk *Ae. aegypti*.

1.4 Kerangka Pikir

Setiap tahunnya terjadi peningkatan jumlah kasus dan kematian di dunia terkait Infeksi Virus Dengue (IVD). *Ae. aegypti* betina menjadi vektor yang paling efektif dalam penularan IVD, karena perilaku hidupnya yang berdampingan dengan manusia dan menjadikan genangan air bersih pada kontainer atau bejana dalam rumah sebagai tempat perindukan. Terdapat resiko lebih besar terkait IVD di masa depan, karena *Ae. aegypti* dapat mengubah perilaku untuk menyesuaikan lingkungannya dengan cara berkembang biak di genangan air kotor.

Dalam pencegahan dan penanganan penyakit ini, belum ditemukan obat ataupun vaksin yang dapat membentuk antibodi terhadap virus dengue yang menginfeksi manusia. Oleh karena itu, pencegahan penularan penyakit ini dilakukan dengan memusnahkan nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor dengue menggunakan insektisida. Insektisida berbahan sintetis lebih banyak dipakai di Indonesia. Apabila dipakai dalam jangka panjang dapat menyebabkan resistensinya populasi nyamuk *Ae. aegypti*.

Pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* belum optimal karena hanya dilakukan pengendalian pada stadium larva dan nyamuk dewasa tanpa membasmi stadium telur. Stadium telur menjadi stadium yang sangat rentan terhadap insektisida, sehingga apabila dibasmi pada stadium telur maka penyebaran nyamuk *Ae. aegypti* akan mengalami penurunan. Oleh karena itu, diperlukan

ovisida yang berasal dari bahan alami sebagai alternatif pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* yang lebih ramah lingkungan.

Provinsi Lampung menjadi salah satu daerah penghasil rumput laut salah satunya adalah *S. polycystum*. Namun, rumput laut tersebut belum maksimal dimanfaatkan oleh masyarakat khususnya dalam bidang kesehatan dan pengendalian penyakit. Beberapa penelitian membuktikan bahwa *S. polycystum* merupakan salah satu rumput laut cokelat yang mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu *alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, triterpenoid, dan steroid* yang berpotensi sebagai ovisida. Senyawa tersebut masuk ke dalam telur *Ae. aegypti* secara difusi. Selanjutnya senyawa dapat menghambat perkembangan telur dan mengurangi ketersediaan oksigen pada embrio telur yang menyebabkan pengaruh pada pertumbuhan embrio dan membuat telur gagal menetas. Semakin tinggi konsentrasi metabolit sekunder yang diberikan, maka semakin sedikit jumlah telur yang menetas.

Dengan demikian, ekstrak *S. polycystum* diharapkan dapat memberikan hasil yang efektif dalam menghambat penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*, sehingga ekstrak *S. polycystum* dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai ovisida dalam mengendalikan stadium telur nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor penyakit IVD. Oleh karena itu, dilakukan penelitian uji efektivitas ovisida menggunakan ekstrak *S. polycystum* dengan konsentrasi 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; air sumur sebagai kontrol negatif; dan Azadirachtin 1% sebagai kontrol positif. Telur yang tidak menetas menjadi tanda bahwa telur tersebut telah rusak.

1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak *S. polycystum*, maka semakin tinggi jumlah telur yang tidak menetas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *S. polycystum*

2.1.1 Karakteristik *S. polycystum*

Rumput laut *S. polycystum* termasuk dalam Divisi Phaeophyta (ganggang cokelat). Rumput laut cokelat merupakan salah satu rumput laut yang tersusun atas zat warna atau pigmentasinya. *Phaeophyta* (rumput laut cokelat) ini berwarna cokelat karena mengandung pigmen xantofil (Andirasdin dkk, 2023). Rumput laut jenis *Sargassum* memiliki susunan kerangka seperti akar, batang dan daun yang disebut thallus. Bentuk tubuhnya seperti tumbuhan tingkat tinggi. Struktur tubuh rumput laut cokelat terdiri dari tiga bagian yaitu blader, stipe dan holdfast (Achmadi dan Arisandi, 2021). Morfologi *S. polycystum* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi *S. polycystum*

Sebagian besar bagian thallus pada *S. polycystum* berwarna cokelat kekuningan dengan panjang stipe sekitar 34 cm. Alga ini mempunyai thallus yang berbentuk blade, vesikel, dan stipe. Percabangan utama thallus pendek dan tumbuh rimbun di bagian ujung batang. Thallus daun memiliki panjang 1,3 - 4,2 cm dan lebar 0,25 - 1,15 cm. Pada umumnya thallus daun berbentuk membujur, runcing atau membulat, dan memiliki tepi yang bergerigi sedikit bergelombang. Terdapat reseptakel yang tersusun dalam rangkaian bersama dengan daun dan vesikel. Reseptakel berbentuk bulat, memanjang, atau gepeng dengan pinggir berduri-duri. Rumput laut ini mempunyai gelembung udara (*gas bladder*) yang berbentuk bulat berwarna coklat dengan diameter 0,1-1,3 cm dan umumnya soliter (Widyartini dkk, 2012). *S. polycystum* memiliki nodul pada stipenya yang membedakan dengan *Sargassum* spesies lain. Rumput laut jenis ini biasanya tumbuh di tempat dengan substrat keras dan bervariasi, seperti batu, karang, dan memiliki air yang jernih (Ghazali, 2023).

2.1.2 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder *S. polycystum*

Rumput laut cokelat mengandung metabolit sekunder yang bermanfaat bagi kesehatan antara lain alkaloid, glikosida, tanin dan steroid yang banyak digunakan dalam pengobatan dan industri farmasi (Jeeva dkk., 2012). Hasil uji fitokimia *S. polycystum* pada penelitian Riwanti dan Izazih (2019), didapati hasil positif untuk metabolit sekunder *alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, triterpenoid, dan steroid*. *S. polycystum* memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan manusia karena memiliki banyak manfaat di bidang farmasi, bidang kosmetik, bidang peternakan maupun bidang industri. Rumput laut jenis *Sargassum* memiliki kandungan bahan kimia yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari – hari manusia berupa natrium alginat dalam industri. Selain itu rumput laut ini dapat dimanfaatkan sebagai anti kolesterol, anti virus, biofuel, biofertilizer, anti bakteri, anti tumor, anti kanker, anti fouling dan bahan baku kosmetik (Pakidi dkk., 2016).

2.1.3 Klasifikasi *S. polycystum*

Klasifikasi rumput laut *S. polycystum* menurut Prescott (1954) dan Guiry dan Guiry (2023) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Chromista
Phylum : Ochrophyta
Class : Phaeophyceae
Order : Fucales
Family : Sargassaceae
Genus : *Sargassum*
Spesies : *Sargassum polycystum* C.Agardh

2.1.4 Ekstraksi *S. polycystum*

Proses ekstraksi pelarut perlu dilakukan untuk mendapatkan senyawa aktif dan dari *S. polycystum*. Prinsip dari ekstraksi ini adalah memisahkan komponen yang ada dalam bahan yang diekstraksi dengan menggunakan pelarut tertentu. 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. Ekstraksi 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 saponin, terpenoid, flavonoid, dan tanin (Astarina dkk., 2013). 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. Hal ini terlihat dari tingginya rendemen ekstrak daun matoa yang mengandung pelarut metanol

Salah satu metode ekstraksi yang umum digunakan yaitu metode maserasi. 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 Karakteristik *Ae. aegypti*

Ae. aegypti termasuk kelompok hewan yang mengalami metamorfosis sempurna, yang berarti hewan tersebut mengalami perubahan morfologi dari stadium telur, stadium larva, stadium kepompong, hingga stadium dewasa selama keberadaanya. 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).

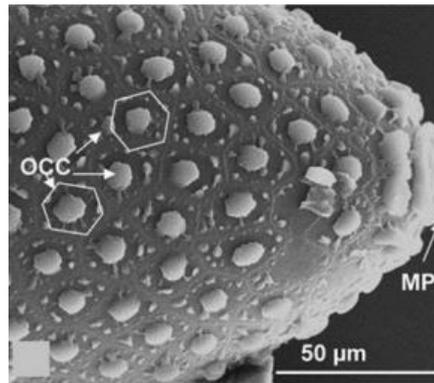
a. Telur *Ae. aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* meletakkan telurnya secara individual pada tempat-tempat berisi air bersih yang berdekatan dengan rumah penduduk, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah (Susanti dan Suharyo, 2017; Suparyati dan Himam, 2021). Nyamuk *Ae. aegypti* dapat menghasilkan telur sebanyak 100-300 butir setiap sekali bertelur. Saat oviposisi, telur *Ae. aegypti* berwarna keputihan dan menghitam dengan cepat sesaat setelah berada di air. Panjang telur $581,45 \pm 39,73 \mu\text{m}$ dan lebar $175,36 \pm 11,59 \mu\text{m}$ (Gambar 3) (Pombo dkk., 2021), serta memiliki bentuk elips yang menyerupai torpedo dengan titik-titik poligonal pada dinding selnya (Suman dkk, 2011). Morfologi *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Telur *Ae. aegypti* (Hikmawati dan Huda, 2021)

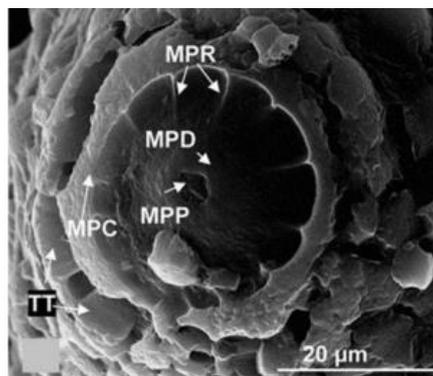
Telur *Ae. aegypti* memiliki *Outer Chorionic Cell* seperti yang terlihat pada Gambar 3. OCC merupakan struktur sel yang tersebar di permukaan luar dinding sel telur *Ae. aegypti*. Sel OCC biasanya memiliki permukaan yang berlekuk atau berlipat-lipat. Struktur ini mungkin membantu dalam penyerapan nutrisi, pertukaran gas, dan interaksi dengan lingkungan eksternal (Suman dkk, 2011).



Gambar 3. Struktur *Micropyles* (MP) dan *Outer Chorionic Cell* (OCC) pada Telur *Ae. aegypti* (Suman dkk, 2011).

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa telur *Ae. aegypti* memiliki poros atau tempat spermatozoid masuk ke dalam telur untuk pembuahan yang disebut *micropyles*. *Micropyles* memiliki struktur penting seperti *micropylar corolla*, *micropylar disc*, *micropylar pore*, *micropylar ridge*, dan *tooth-like tubercle* (Suman dkk, 2011).

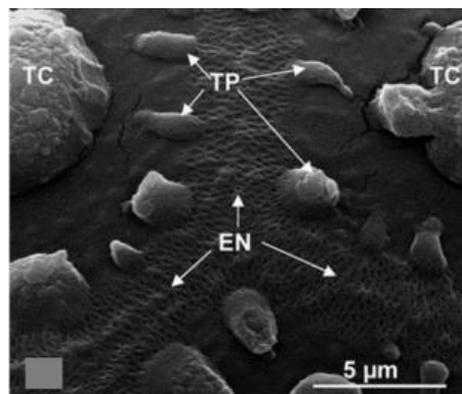
Dalam waktu 1-2 jam, lapisan endochorion menjadi gelap karena proses melanisasi, tetapi telur menyusut dan mati jika kehilangan kelembapan. Namun, selama pertengahan embriogenesis, sel serosa ekstraembrionik mengeluarkan kutikula serosa yang akan menjadi lapisan kulit telur ketiga dan terdalam. Telur dapat bertahan hidup di luar air karena kutikula serosal yang terbentuk dapat mengurangi aliran air (Farnesi dkk., 2017).



Gambar 4. Struktur Penunjang *Micropyles* pada Telur *Ae. aegypti*. MPC, *micropylar corolla*; MPD, *micropylar disc*; MPP, *micropylar pore*; MPR, *micropylar ridge*; TC, *central tubercle*; TP, *peripheral tubercle*; TT, *tooth-like tubercle* (Suman dkk, 2011).

Eksokorion, endokorion, dan kutikula serosal merupakan tiga lapisan penyusun cangkang telur nyamuk. Ketika telur nyamuk diletakkan, sudah terdapat eksokorion dan endokorion. Selama proses kariogenesis, dua lapisan tersebut terbentuk oleh sel folikel betina di ovarium. Pada gilirannya, kutikula serosa terdalam adalah matriks ekstraseluler yang dibentuk oleh sel ekstraembrionik pada sepertiga pertama embriogenesis nyamuk (Farnesi, 2015). Endokorion adalah lapisan homogen yang padat akan elektron, sedangkan exochorion terdiri dari *Outer Chorionic Cell* (OCC) dengan tonjolan-tonjolan *tubercle*. *Peripheral tubercle* dan *central tubercle* merupakan penyusun *tubercle* pada lapisan exochorion. *Tubercle perifer* mengelilingi *tubercle central* dan membentuk heksagonal dengan *exochorionic network* sebagai penghubung (Suman dkk, 2011). Morfologi penyusun lapisan telur nyamuk dapat dilihat pada Gambar 3 dan 5.

Chorion telur nyamuk *Ae. aegypti* terbentuk dari protein yang padat, namun rentan terhadap pengeringan dan *unresistant* terhadap deterjen atau zat pereduksi. Misalnya, telur akan cepat terdehidrasi ketika dipindahkan ke tempat yang sangat kering segera setelah oviposisi (Li dan Li, 2006).



Gambar 5. Struktur *Exochorion* Telur *Ae. aegypti*. TC, *Central Tubercle*; TP, *Peripheral Tubercle*; EN, *Exochorion Network*. (Suman dkk, 2011).

Ketika telur matang dimasukkan ke dalam campuran yang mengandung agen pereduksi kuat, semua protein chorion akan terlarut. Namun, dalam lingkungan yang lembab, chorion akan sangat tahan terhadap kekeringan dalam waktu dua jam setelah oviposisi. Mekanisme ini disebut dengan *chorion hardening*. Protein adalah bagian utama dalam chorion dan tidak larut setelah proses chorion hardening. Hal ini disebabkan oleh peristiwa insolubilization karena perubahan struktural protein chorion (Li dan Li, 2006).

Beberapa faktor lingkungan seperti suhu, pH, intensitas cahaya, kandungan oksigen terlarut, dan kelembaban, dapat memengaruhi kemampuan telur *Ae. aegypti* untuk menetas. Suhu optimum untuk perkembangan telur adalah antara 27-32 °C, pH ideal yang diperlukan telur nyamuk saat berkembang adalah 6-8. Selama proses penetasan, telur memerlukan tingkat oksigen terlarut 7,9 mg/l (Hestningsih dan Putri, 2021). Pada penelitian Embong dan Sudarmaja (2016), telur dapat menetas dalam waktu 1-3 hari pada suhu 25°C.

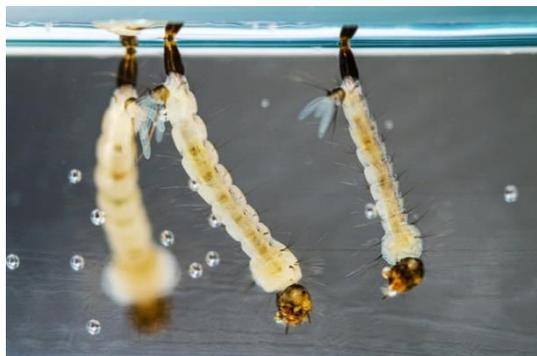
Kondisi media air yang tidak jernih juga merupakan salah satu faktor yang memengaruhi daya tetas telur dan perkembangan larva telur yang telah menetas. Telur *Ae. aegypti* umumnya hanya bisa hidup di air jernih yang disukai nyamuk (Agustin dkk., 2017). Selain itu, adanya senyawa toksik dan kondisi media air yang tidak sesuai tentunya memengaruhi dan mengganggu sistem fisiologis, yang menyebabkan kesulitan menetas dan kematian telur. Penelitian lain didapatkan kaporit pada media air dapat mengganggu proses penetasan telur karena adanya klorin dalam kaporit yang mampu mengoksidasi telur nyamuk *Ae. aegypti* (Ali dan Rahmawati, 2018).

Telur yang baru keluar dari induknya memerlukan peresapan air selama waktu tertentu sebelum dapat bertahan lama di bawah suhu

rendah dan pengeringan (Prasad dkk., 2023). Telur nyamuk dapat bertahan sampai berbulan-bulan dalam kondisi kering. Jika kelembaban lingkungan terlalu rendah, telur akan menetas dalam waktu 4 hari.

b. Larva *Ae. aegypti*

Telur akan menetas setelah dua hari dan berubah menjadi stadium larva. Larva berwarna transparan hingga kehitaman. Terdapat 4 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 5-7 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. Abdomen *Ae. aegypti* memiliki 8 bagian segmen yang berbentuk panjang, pipih *dorsoventral* dan silindris. Setiap segmen memiliki rambut dan pada segmen terakhir terdapat duri sisir. Sifon pada larva nyamuk berfungsi sebagai alat untuk bernapas. Sifon pada *Ae. aegypti* berukuran pendek dan gemuk yang menjadi pembeda dengan larva nyamuk spesies lain (Andrew dan Bar, 2013; Haidah dkk, 2022). Morfologi larva nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Stadium Larva *Ae. aegypti* (CDC, 2022)

c. Pupa *Aedes aegypti*

Setelah 7-9 hari larva akan berubah menjadi pupa. Pupa nyamuk *Ae. aegypti* berbentuk bengkak seperti tanda “koma”, dengan abdomen yang lebih kecil dibandingkan dengan bagian kepala-cephalotorax. Sifon masih tetap ada pada stadium pupa dan mulai terbentuk sepasang alat pengayuh pada segmen abdomen ke-8 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). Morfologi pupa nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Stadium pupa *Ae. aegypti* (CDC, 2022)

d. Nyamuk *Ae. aegypti* Dewasa

Setelah dua hari pupa akan berubah menjadi nyamuk dewasa. Nyamuk dewasa berukuran kecil sekita 4-6 mm dan berwarna cokelat kehitaman. Ukuran tubuh nyamuk jantan relatif lebih kecil dibandingkan dengan nyamuk betina. Tubuh nyamuk terdiri atas 3 bagian, yaitu *caput* (kepala), *thorax* (dada), dan abdomen (perut). Bagain *thorax* (dada), abdomen (perut), dan kaki memiliki corak hitam putih. Antena *Ae. aegypti* jantan dan betina mempunyai 13 ruas atau *flagella* yang panjangnya sekitar 1-1,5 mm, dan setiap ruas memiliki rambut atau *funiculus*. Terdapat cincin berpigmen yang memisahkan antar segmen. Rambut pada antenna Jantan lebih lebat (*plumose*) dibandingkan dengan bulu pada antenna betina yang

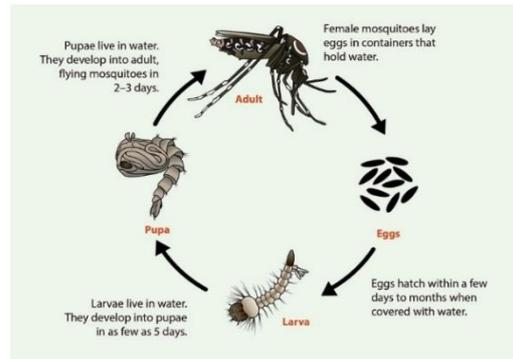
berambut lebih sedikit (*pilose*). *Proboscis Ae. aegypti* berwarna gelap tanpa garis putih. Scutellum terdiri dari tiga bagian. *Maxillary palps* atas mempunyai empat ruas yang lebih pendek dari *proboscis*. Pada bagian punggung *thorax* terdapat banyak rambut, tetapi di sisi samping *thorax* tidak banyak, dan pada ujung *thorax* terdapat bulu putih (Supriyono dkk., 2023). Morfologi nyamuk dewasa *Ae. aegypti* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Nyamuk dewasa *Ae. aegypti* (CDC, 2022)

2.2.2 Siklus Hidup *Ae. aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorphosis sempurna, dimana terjadi perubahan morfologi dari stadium telur, stadium larva, stadium kepompong, hingga stadium dewasa selama keberadaanya (Hikmawati, 2021). Lama siklus hidup *Ae. aegypti* berkisar dari 29 hingga 36 hari. *Ae. aegypti* meletakkan telurnya pada kondisi permukaan air yang bersih dalam keadaan menempel dengan dinding kontainer secara individual atau terpisah satu sama lain (Susanti dan Suharyo, 2017; Haidah dkk, 2022). Setelah dua hari, telur yang terendam air akan menetas menjadi larva. Terdapat 4 tahap pertumbuhan selama 4-9 hari dalam stadium larva sebelum menjadi pupa yaitu larva instar I, larva instar II, dan larva instar III, larva instar IV (Gambar 9).



Gambar 9. Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* (CDC, 2022)

Larva instar I merupakan larva berusia 1-2 hari setelah telur menetas, larva instar II merupakan larva berusia 2- 3 hari, larva instar III merupakan larva berusia 3-4 hari dan instar IV merupakan larva berusia 4-6 hari. Setelah larva instar IV memasuki stadium pupa, *Ae. aegypti* memerlukan waktu sekitar 2-3 hari untuk berkembang menjadi nyamuk dewasa, dan suhu perkembangan idealnya adalah 25-27 CC. Stadium pupa tidak bergerak (pasif) dan lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk meski tidak makan (Haidah dkk, 2022). Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa hidup dan berkembang biak di dalam rumah. Nyamuk dewasa betina memerlukan protein untuk menghasilkan telur, oleh karena itu mereka menghisap darah manusia. Sedangkan nyamuk jantan dewasa menghisap cairan nektar bunga. Lama hidup nyamuk dewasa berkisar 2 minggu (CDC, 2022).

2.2.3 Klasifikasi *Ae. aegypti*

Adapun klasifikasi nyamuk *Ae. aegypti* menurut (Hikmawati, 2021) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Diptera

Family : Culicidae

Genus : *Aedes*

Spesies : *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)

2.3 Pengendalian Vektor Infeksi Virus Dengue (IVD)

Infeksi Virus Dengue (IVD) merupakan penyakit tular vektor yang disebabkan oleh Virus Dengue dan ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Ae. aegypti*. Setiap tahun kasus IVD di Indonesia menunjukkan peningkatan terutama saat musim penghujan (B2P2VRP, 2023). Mencari metode efektif sebagai upaya pengendalian vektor sangat penting untuk mencapai dan mempertahankan penurunan kasus IVD. Adanya intervensi preventif dan pengendalian vektor sangat diperlukan untuk mengurangi kasus dan penularan IVD, serta mencegah wabah penyakit tersebut (WHO, 2023).

Setiap upaya pengendalian harus berpusat pada kemampuan untuk mempertahankan intervensi melalui pemantauan dan evaluasi yang efektif. Pengendalian vektor demam berdarah terutama dilakukan dengan mengurangi sumber, menghilangkan habitat atau kontainer yang menguntungkan untuk berkembangbiak. Contoh yang dapat dilakukan adalah dengan menutup wadah dengan rapat atau dengan menutupnya; atau dengan menggunakan insektisida untuk membunuh tahap larva dan kepompong. Melakukan survei pada pupa di tempat tinggal manusia juga dapat membantu untuk menemukan wadah mana yang paling produktif (WHO, 2023).

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, biologi, dan kimia. Saat ini salah satu program yang pemerintah lakukan dalam upaya pengendalian vektor adalah PSN 3M Plus melalui Gerakan 1 Rumah 1 Jumantik (G1R1J). Salah satu kegiatan dalam program 3M plus adalah memberantas jentik nyamuk dengan pemberian insektisida kimiawi berupa larvasida dan ovisida.

Namun, Insektisida kimiawi sangat berbahaya karena menimbulkan efek toksik pada organisme non-target. Hampir semua daerah endemic IVD di Indonesia mengalami resistensi terhadap insektisida kimiawi (Kemenkes RI, 2021). Pemanfaatan sumber daya alami yang berada di alam dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan bahan-bahan kimia tersebut (Sari, 2022).

2.4 Ovisida

2.4.1 Deskripsi Ovisida

Ovisida merupakan istilah yang dipakai untuk insektisida yang secara khusus dirancang untuk membunuh telur serangga. Penggunaan ovisida dapat menjadi salah satu cara untuk mengendalikan populasi serangga dengan menghentikan reproduksi mereka pada tahap telur, sehingga mengurangi jumlah serangga yang tumbuh dewasa (Campbell dkk., 2016). Ovisida alami merupakan ovisida yang memanfaatkan metabolit sekunder yang terdapat pada beberapa bagian tumbuhan. Beberapa bagian tumbuhan tersebut dapat diproses 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 *Ae. aegypti*

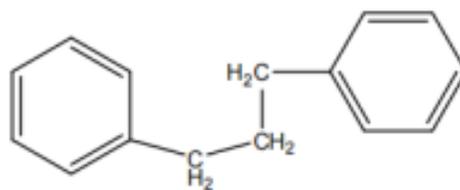
Mekanisme kerja ovisida sebagai penghambat daya tetas telur nyamuk *Ae. aegypti* diduga terjadi karena zat aktif pada ovisida masuk ke dalam telur melalui titik *polygonal* di permukaan cangkang. Masuknya zat aktif melalui proses difusi, yang berarti zat aktif mengalir dari lingkungan luar (larutan hipertonis) 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 (Aulia dkk, 2014).

2.4.3 Senyawa Aktif Ovisida

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang termasuk dalam kelompok polifenol dan dapat ditemui di hampir semua bagian tumbuhan. Senyawa ini memiliki 15 atom karbon yang menjadi kerangka dasar. Dimana rantai propana (C3) mengikat dua cincin benzena (C6) yang tersubstitusi dengan gugus OH. Flavonoid terdiri dari banyak subkelas berdasarkan persamaan sifat-sifat struktural, termasuk *flavonol*, *isoflavon*, *antochyanidin*, *flavanon*, dan *falvon*. (Ningsih dkk., 2023). Struktur dasar flavonoid dapat dilihat pada Gambar 10.



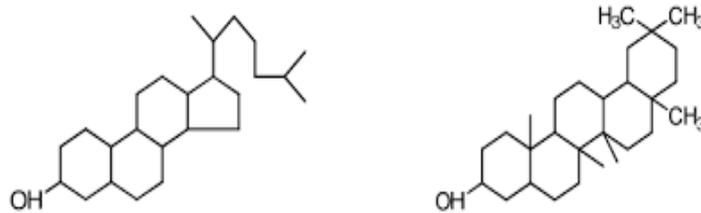
Gambar 10. Struktur dasar flavonoid (Ningsih dkk., 2023)

Senyawa flavonoid yang terkandung pada ekstrak daun lidah mertua dan daun ubi mampu memblokir proses respirasi telur melalui proses difusi ekstrak melalui membrane semipermeabel kedalam telur. Hal ini disebabkan karena terblokirnya pasokan udara sehingga telur

kekurangan oksigen dan keberhasilan telur untuk menetas menjadi berkurang (Aulia dkk, 2014).

b. Saponin

Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpenoid dan dihasilkan oleh tumbuhan. Struktur molekul saponin disusun oleh rangkaian atom hydrogen dan carbon. Saponin memiliki berbagai kelompok glikosil yang terikat pada posisi C3, tetapi beberapa saponin memiliki dua rantai gula yang menempel pada posisi C3 dan C17. Saponin steroid tersusun atas inti steroid (C 27) dengan molekul karbohidrat dan jika terhidrolisis menghasilkan suatu aglikon yang dikenal saraponin. Saponin triterpenoid tersusun atas inti triterpenoid dengan senyawa karbohidrat yang dihidrolisis menghasilkan aglikon yang dikenal sapogenin (Putri dkk., 2023). Struktur dasar saponin dapat dilihat pada Gambar 11.

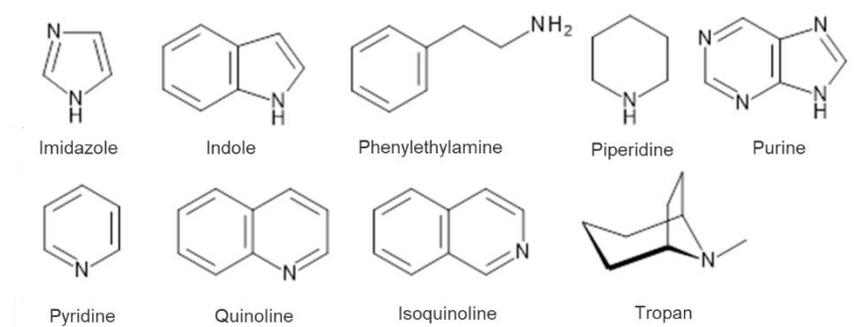


Gambar 11. Struktur dasar saponin (a) saponin steroid (b) saponin triterpenoid (Putri dkk., 2023)

Saponin triterpenoid akan berikatan dengan aglikon dari flavonoid yang berperan sebagai ecdyson blocker sehingga kemampuan menetas telur akan terganggu (Noerfitryani, 2017). Saponin diduga dapat mengurangi ketersediaan oksigen dan nitrogen disekitar telur yang menyebabkan pengaruh pada pertumbuhan embrio dan telur menjadi tidak menetas (Aulia dkk, 2014).

c. Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa yang dapat menghambat esterase DNA dan RNA polymerase. Alkaloid termasuk golongan senyawa metabolit sekunder yang bersifat basa dengan satu atau lebih atom nitrogen. Alkaloid mempunyai struktur kimia berupa sistem lingkaran heterosiklis dengan nitrogen sebagai hetero atomnya. Unsur-unsur penyusun alkaloid adalah karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Namun terdapat beberapa alkaloid yang tidak mengandung oksigen (Maisarah dkk., 2023). Struktur dasar flavonoid dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Struktur dasar alkaloid (Maisarah dkk., 2023)

Alkaloid juga memiliki fungsi sebagai juvenil hormon, aktivitas tersebut dapat mengganggu sistem kerja saraf pusat pada larva dan merusak membran sel telur sehingga gagal untuk menetas (Satiyarti dkk, 2019).

d. Tanin

Tanin mempunyai sifat dapat mengikat dan mengendapkan protein (Astuti, 2018). Sifatnya yang mampu mengikat protein kemudian dapat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai ovisida sehingga proses pembelahan sel telur terhambat dan telur tidak menetas.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 sampai Februari 2024. Pembuatan ekstrak metanol *S. polycystum*, uji fitokimia dan Pengujian ekstrak metanol *S. polycystum* sebagai ovisida terhadap telur *Ae. aegypti* dilaksanakan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Universitas Lampung.

3.2 Alat dan bahan

a. Penyediaan telur

Alat yang digunakan dalam penyediaan telur adalah cawan petri sebagai wadah telur *Ae. aegypti* diletakkan, mikroskop stereo untuk mengamati telur *Ae. aegypti*, dan jarum seksi untuk memisahkan telur *Ae. aegypti*. Sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah 600 butir telur *Ae. Aegypti* yang didapatkan dari Fakultas Kedokteran Hewan IPB dalam bentuk sediaan kering.

b. Pembuatan ekstrak

Alat yang digunakan dalam pembuatan ekstrak *S. polycystum* adalah wadah, koran, blender, saringan, *rotary evaporator*, oven, kertas saring, toples, dan batang pengaduk. Sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah 5 (lima) kilogram semua bagian dari rumput laut *S. polycystum* dan methanol sebanyak 2 (dua) liter.

c. Uji Fitokimia dan Uji Efektivitas

Alat yang digunakan dalam uji fitokimia dan uji ekstrak *S. polycystum* sebagai ovisida terhadap telur *Ae. aegypti* adalah neraca analitik, botol sampel, pipet tetes, tabung reaksi, gelas uji, batang pengaduk, pH meter, thermometer, dan mikroskop stereo. Sedangkan bahan yang digunakan adalah pasta ekstrak *S. polycystum*, air sumur, aquades, FeCl₃, HCl pekat, pereaksi mayer, azadirachtin, dan telur nyamuk *Ae. aegypti*.

3.3 Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dilakukan 6 macam perlakuan konsentrasi ekstrak *S. polycystum* yaitu 0,5% ; 1% ; 1,5% ; 2% ; air sumur (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif). Telur yang dipakai dalam uji efektivitas sebanyak 600 butir, setiap perlakuan digunakan sebanyak 25 butir telur, dan pengulangan dilakukan sebanyak 4 kali yang mengacu pada standar WHO mengenai panduan uji larvasida dan pada penelitian-penelitian sebelumnya terkait ovisida (Kemenkes RI, 2018). Pengamatan dilakukan setiap 24 jam sekali selama 72 jam.

3.4 Prosedur penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Oktafiana (2018) dengan beberapa bagian yang dimodifikasi.

a. Penyediaan Sampel

Sampel rumput laut *S. polycystum* didapatkan dari Pantai Sebalang, Lampung Selatan. Sedangkan telur nyamuk *Ae. aegypti* didapatkan dari Fakultas Kedokteran Hewan IPB dalam bentuk sediaan kering. Telur diletakkan pada cawan petri dan diamati menggunakan mikroskop stereo. Jarum seksi digunakan untuk memisahkan telur yang masih layak dan tidak layak digunakan. Telur *Ae. aegypti* yang digunakan harus utuh (tidak pecah), berbentuk bulat panjang dan lonjong (oval). Telur *Ae.*

aegypti yang digunakan sebanyak 600 butir, dengan setiap perlakuan memakai 25 butir telur.

b. Pembuatan Ekstrak

Rumput laut *S. polycystum* sebanyak 5 (lima) kg dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih dari kotoran yang menempel. Setelah itu, rumput laut ditiriskan dan dikeringkan dalam suhu ruang selama 1 minggu.

Rumput laut dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 37°C untuk mengurangi kadar airnya. Selanjutnya, rumput laut yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk simplisia dan ditimbang hingga berat mencapai 500 gram.

Simplisia kemudian dimaserasi dengan 2 (dua) liter metanol didalam wadah toples yang kedap udara dan tidak berada dibawah sinar matahari langsung selama 3x24jam. Perbandingan antara simplisia *S. polycystum* dengan pelarut adalah 1:4 (Riwanti dan Izazih, 2019). Perendaman 3x24 jam bertujuan untuk memaksimalkan proses pengambilan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada simplisia *S. polycystum*. Hasil maserasi selanjutnya dipisahkan antara endapan dan filtrat menggunakan kertas saring. Filtrat yang didapat dilakukan proses evaporasi untuk mendapatkan ekstrak kental dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C selama 2 jam tanpa ditutup supaya methanol dapat menguap. Pasta yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan ke dalam botol sampel dan disimpan di pendingin.

c. Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif dalam ekstrak *S. polycystum*. Uji fitokimia dilakukan menggunakan metode Haborne (1987). Uji kandungan *flavonoid* dilakukan dengan cara memasukkan kedalam tabung reaksi ekstrak *S. polycystum* sebanyak 0,5 ml, lalu ditambahkan 0,5 g serbuk Mg dan 5 ml HCl pekat. Hasil uji *flavonoid* menunjukkan positif jika terdapat busa dan terbentuk warna

merah atau kuning. Uji kandungan *saponin* dilakukan dengan cara memasukkan kedalam tabung reaksi ekstrak *S. polycystum* sebanyak 0,5 ml, lalu ditambahkan 5 ml aquades. Setelah itu, dikocok selama 30 detik. Hasil uji *saponin* menunjukkan positif jika terdapat busa.

Uji kandungan *tanin* dilakukan dengan cara memasukkan kedalam tabung reaksi ekstrak *S. polycystum* sebanyak 1 ml, lalu ditambahkan 3 tetes larutan FeCl_3 10%. Hasil uji *tanin* menunjukkan positif jika terdapat busa dan terbentuk warna hitam kebiruan. Uji kandungan *alkaloid* dilakukan dengan cara memasukkan kedalam tabung reaksi ekstrak *S. polycystum* sebanyak 0,5 ml, lalu ditambahkan 5 tetes kloroform dan 5 tetes pereaksi meyer. Hasil uji *alkaloid* menunjukkan positif jika terbentuk warna putih kecokelatan. Uji kandungan terpenoid dan steroid dilakukan dengan cara mencampurkan sampel *S. polycystum* dengan pereaksi Burchard (Asam asetat anhidrat + asam sulfat). Hasil positif terpenoid menunjukkan adanya cincin coklat/violet. Sedangkan hasil uji positif steroid ada perubahan warna hijau kebiruan.

Tabel 1. Hasil Positif Uji Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder

Uji Fitokimia	Pereaksi	Keterangan Hasil Uji Positif
Alkaloid	Mayer Asam asetat anhidrat + asam sulfat	Endapan Putih Endapan Cokelat
Flavonoid	Dagendroff Mg + HCl pekat	Endapan Jingga Busa dan warna Merah Jingga
Saponin	Air + HCl	Busa
Tannin	FeCl_3	Busa dan warna biru kehitaman
Steroid	Asam asetat anhidrat + asam sulfat	Hijau kebiruan
Terpenoid	Asam asetat anhidrat + asam sulfat	Cincin coklat/violet

d. Analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Pengukuran filtrat sampel rumput laut *S. polycystum* dilakukan dengan Spektrofotometer FTIR. Uji ini dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung. Spektrum infra merah dipindai pada rentang bilangan gelombang 4,000-650 cm^{-1} . Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada ekstrak metanol *S. polycystum*.

e. Uji Efektivitas

24 cawan petri berukuran 20 ml disediakan sebagai wadah uji efektivitas dan larutan uji dibuat dengan melarutkan ekstrak kental *S. polycystum* menggunakan 20 ml air sumur sebagai pelarut. Konsentrasi yang dibuat adalah 0,5% ; 1% ; 1,5% ; 2% ; air sumur (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif). Pembuatan larutan uji yang digunakan pada penelitian ini menggunakan rumus pengenceran (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah volume ekstrak dan konsentrasi yang digunakan

Konsentrasi	N	Jumlah telur	M_1	V_2	M_2	V_1	Pengulangan (V1 x 4)
Kontrol (-)	4	25					0 ml
Kontrol (+)	4	25					0 ml
0,5%	4	25	100%	20 ml	0,5%	0,1 ml	0,4 ml
1%	4	25	100%	20 ml	1%	0,2 ml	0,8 ml
1,5%	4	25	100%	20 ml	1,5%	0,3 ml	1,2 ml
2%	4	25	100%	20 ml	2%	0,4 ml	1,6 ml
Total		600					4 ml

Larutan uji yang sudah sesuai dengan konsentrasinya, selanjutnya dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 20 ml dan dimasukkan 25 butir telur *Ae. aegypti*. Pada setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak empat kali.

f. Pengamatan

Selama 72 jam, telur *Ae. aegypti* diamati setiap enam jam untuk mengetahui seberapa efektif ekstrak *S. polycystum* sebagai ovisida.

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

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

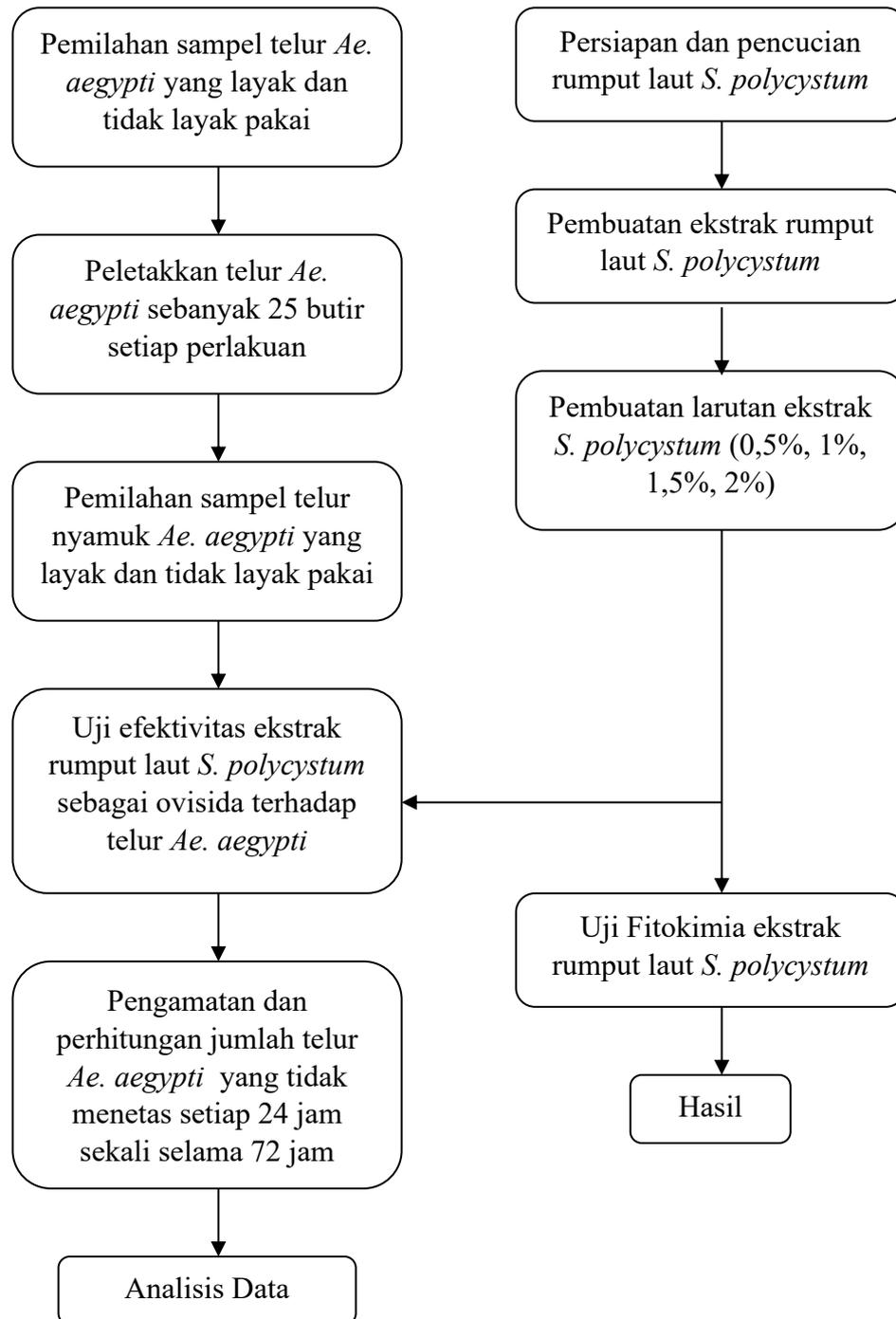
Selama 72 jam, suhu dan pH air pada media telur *Ae. aegypti* diukur setiap 24 jam. Hal ini dilakukan dengan memasukkan termometer ke dalam air pada media telur *Ae. aegypti* selama beberapa saat, kemudian dicatat suhunya. pH diukur menggunakan pH meter, dengan bagian elektroda dimasukkan ke dalam air pada media telur *Ae. aegypti* selama beberapa saat, dan menghasilkan telur yang dapat dibaca pengukuran pH, dan pencatatan pH.

3.5 Analisis data

Data yang telah diperoleh pada penelitian ini berupa data hasil uji fitokimia dan FTIR dianalisis secara deskriptif, data berupa jumlah telur yang tidak menetas pada tiap konsentrasi dianalisis menggunakan Analysis of Variances (ANOVA) dan dilakukan uji lanjut menggunakan uji Tukey dengan taraf signifikansi 95%. Selain itu, dilakukan analisis probit untuk menentukan nilai *Lethal Concentration* (LC_{50}) ekstrak metanol *S. polycystum* sebagai ovisida telur *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 LC_{50} 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 13.



Gambar 13. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Ekstrak metanol *S. polycystum* mengandung senyawa alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid diperkuat dengan ditemukannya gugus fungsi khas OH, CH, CH₃, C=C aromatik, C=O, dan C-N.
2. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi jumlah telur *Ae. aegypti* yang tidak menetas dengan persentase sebanyak 90% ($p < 0,05$).
3. Hasil analisis Probit menunjukkan bahwa nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) ekstrak metanol *S. polycystum* sebagai ovisida terhadap telur nyamuk *Ae. aegypti* adalah 0,63%.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya di masa depan perlu dilakukan uji untuk mengoptimalkan formulasi ovisida dan meningkatkan stabilitasnya dalam lingkungan yang berbeda, termasuk kondisi cuaca ekstrem atau suhu yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, R., dan Arisandi, A. 2021. Perbedaan Distribusi Alga Coklat (*Sargassum* sp.) di Perairan Pantai Srau dan Pidakan Kabupaten Pacitan. *Juvenil*. Vol. 2(1): 25-31.
- Agustin, I., Tarwotjo U., Rahardian, R. 2017. Perilaku dan Siklus Hidup *Aedes aegypti* pada Berbagai Media Air. *Jurnal Biologi*. Vol. 6(4):71-81.
- Ali, M., S, R., dan J. M. , B. 2013. Mosquito Larvacidal Activity Of Seaweeds Extracts Against *Anopheles Stepehensi*, *Aedes aegypti*, dan *Culex Quinquifasciatus*. *Asian Pacjtrop*. Vol. 3(3): 196-201.
- Ali, H., dan Rahmawati, U. 2018. Efektivitas Konsentrasi Klorin Terhadap Daya Tetas Telur Nyamuk *Aedes aegypti*. *JNPH*. Vol. 6(2): 41-45.
- Amelinda, E., Widarta, I. W., Darmayanti, L. P. 2018, Pengaruh Waktu Maserasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol. 7(4): 165-174.
- Anandika, N. 2020. *Penerapan Pemicuan PSN dan Kentong Lemut Terhadap Kenaikan ABJ di Dusun Babakan aan Sambeng 1 Srandakan Bantul*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Yogyakarta.
- Andirasdin, I. F., Muchtia, A., Tulloh, N. H., dan Fitri, R. 2023. Identifikasi Makroalga di Perairan Pantai Air Manis Padang. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Vol. 3(1): 1176-1187.
- Andrew, J., dan Bar, A. 2013. Morphology and morphometry of *Aedes aegypti* adult mosquito. *Annual Review & Research in Biology*. Vol.3(1):52-69.
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., Waritiani. 2013. Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*. Vol. 2(4): 1-4.
- Astuti, R. B. 2018. *Pengaruh pemberian pestisida organik dari mindi daun pepaya dan campuran daun pepaya terhadap hama dan penyakit tanaman cabai merah*. Skripsi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.

- Aulia, S. D., Setyaningrum, E., Wahyuni, A., dan Kurniawan, B. (2014). Efektivitas Ekstrak Buah Mahkota Dewa Merah (*Phaleria Macrocarpa* (Scheff.)Boerl) Sebagai Ovisida *Aedes aegypti*. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*. Vol. 3(1): 149-156.
- Austen, N., Walker, H.J, Lake, J.A, Phoenix, G.K dan Cameron, D.D. 2019. The Regulation of Plant Secondary Metabolism in Response to Abiotic Stress: Interactions Between Heat Shock and Elevated CO₂. *Front. Plant Sci*. Vol. 10:1463.
- B2P2VRP. 2023. *Assesment Kejadian Luar Biasa Demam Berdarah Dengue Kota Salatiga*. B2P2VRP Kementerian Kesehatan RI. Diakses melalui: <Http://Www.B2p2vrp.Litbang.Kemkes.Go.Id/Berita/Baca/435/Assesment-Vektor-Demam-Berdarah-Dengue-Di-Kota-Salatiga>
- 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*. Vol.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.
- CDC. 2022. Centers for Disease Control and Prevention. *Life Cycle of Aedes aegypti and Aedes albopictus Mosquitoes*. Diakses melalui: <https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycles/aedes.html>.
- Dewi, N. W. R., Gunawan, I. W., Puspawati, N. M. 2017. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Antioksidan Golongan Flavonoid dari Ekstrak Etil Asetat Daun Pranajiwa (*Euchresta horsfieldii* Lesch Benn.). *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*. Vol. 5(1): 26-33.
- Embong, N. B., dan Sudarmaja, I. M. 2016. Pengaruh Suhu Terhadap Angka Penetasan Telur *Aedes aegypti*. *E-JURNAL MEDIKA*. Vol. 5(12): 1-8.
- Ernyasih, D. 2023. Analisis Variasi Iklim Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*. Vol. 19(1): 33-41.
- Farnesi, L. C., Vargas, H. C. M., 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*. Vol.11(10).
- Farnesi, L.C., Menna, R.F., 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*: Connection

with distinct levels of resistance to desiccation. *J Insect Physiol.* Vol. 83 :43-52.

- Gamah., Nastiti, K., Arizky, S. 2023. Profil Senyawa Alkaloid Dengan Metode Spektroskopi Inframerah (FTIR) Dan Penetapan Kadar Total Alkaloid Dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jaropha Curcas* .L). Vol. 4(1): 168-181.
- Gazali, M., Nurjanah., Zamani, N. 2018. Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Cokelat *Sargassum* sp. Agardh Sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *JPHPI.* Vol. 21(1): 167-178.
- Ghazali, M. 2023. Diversity and distribution of *Sargassum* spp on Lombok Island. *Jurnal Biologi Tropis.* Vol. 23(2): 322-329.
- Giyantolin dan S. H. Poerwanto. 2019. *Aktivitas Ekstrak Etanolik Sargassum dubpilcatum J. Agardh sebagai Ovisida pada Aedes aegypti.* Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Guiry, M. D and Guiry, G. M. 2023. AlgaeBase: *Sargassum cristaefolium* C.Agardh. World-wide electronic publication. National University of Ireland. <https://www.algaebase.org>. Diakses tanggal 4 Juli 2024.
- Haidah, N., Juherah, Sulasmi, Sulistio, I., dan Rostina. 2022. *Book Chapter: Temu Kunci (Boesenbergia Pandurate Roxb) Sebagai Obat Anti Nyamuk Ae. aegypti Dan Culex.* Nas Media Indonesia. Yogyakarta.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia: Penentu Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.* Bandung: Penerbit ITB Bandung.
- Hestningsih, R., dan Putri, A. A. P. 2021. Literature Review : Pemberdayaan Masyarakat dalam Pencegahan dan Pengendalian Kejadian Demam Berdarah Dengue. *Ilmiah,* Vol. 11(2): 47–58.
- Hikmawati, I., dan Huda, S. 2021. *Peran Nyamuk Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Melalui Transovarial.* Satria Publisher. Banyumas.
- Idrus, S., Hadinoto, S., Smith, H., dan Loupatty, V. 2019. Kandungan Mineral Fukoidan Rumput Laut *Sargassum Crassifolium* dari Perairan Pantai Desa Hutumuri Ambon. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah.* Vol. 4(1): 163-167.
- Ilfa, P., dan Pawenang, E. 2022. Sanitasi Rumah dan Perilaku Pemberantasan Sarang Nyamuk dengan Keberadaan Jentik saat Pandemi Covid-19. *Indonesian Journal Of Public Health And Nutrition.* Vol. 2(2): 222-229.

- Jannah M, Ahmad H, Ghanaim AF. 2014. Uji toksisitas dan fitokimia ekstrak kasar metanol, kloroform, dan n-heksana alga coklat *Sargassum vulgare* dari Pantai Kapong Pamekasan Madura. *Alchemy*. Vol.3(2) : 194-203.
- Jeeva S, Marimuthu J, Domettila C, Anantham, Mahesh M. 2012. Preliminary Phytochemical Studies On Some Selected Seaweeds From Gulf Of Mannar, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. Vol. 2(1):30-33.
- Kemenkes RI. 2018. *Panduan Monitoring Resistensi Vektor Terhadap Insektisida*. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.
- Kemenkes RI. 2021. *Data Dbd Tahun 2021*. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.
- Kemenkes RI. 2021. *Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Strategi Nasional Penanggulangan Dengue 2021-2025*. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.
- Laga, Y. 2019. *Efektivitas Penyemprotan Ekstrak Daun Mimba (Azadirachta indica) Terhadap Kematian Nyamuk Aedes sp.* Skripsi. Program Studi Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang,
- Lessa, C. L. S., Hodel, K. V., Goncalves, M. S., Machado, B. A. 2023. Dengue as a Disease Threatening Global Health: A Narrative Review Focusing on Latin America and Brazil. *Trop Med Infect Dis*. Vol. 8(5):241.
- Li, J. S, Li, J. 2006. Major chorion proteins and their crosslinking during chorion hardening in *Aedes aegypti* mosquitoes. *Insect Biochem Mol Biol*. 2006. Vol. 36(12): 954-64.
- Madona, M., Setyaningrum, E., Pratami, G., Kanedi, P. 2020. Efektivitas Ekstrak Daun Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*. Vol. 7(1):368-374.
- Maisarah, M., Chatri, M., & Advinda, L. 2023. Characteristics and Functions of Alkaloid Compounds as Antifungals in Plants. *Jurnal Serambi Biologi*. Vol.8(2): 231–236.
- Mardiana., Supraptini., Aminah, N. S. 2009. Datura Metel Linnaeus sebagai Insektisida dan Larvasida Botani Serta Bahan Baku Obat Tradisional. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*. Vol. 19(3).
- Mardini, D. D., Sari, M., Sofiana, J., & Safitri, I. 2024. Analisis FTIR dari Ekstrak Cair *Sargassum polycystum* dan *Padina australis* Asal Perairan Lemukutan. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. Vol. 7(1): 12–17.
- Maretta, G., Kuswanti, E., dan Septikayani, N. 2019. Efektifitas Ekstrak Daun Patikan Kebo (*Euphorbia Hirta* L) Sebagai Ovisida Terhadap Nyamuk

- Demam Berdarah Dengue (*Aedes aegypti*). *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi* Vol.10(1): 1-9.
- Maulidya, V., Nurrahman, F., dan Rijai, L. 2017. Identifikasi Metabolit Sekunder, Uji Toksisitas, dan Uji Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Terap (*Artocarpus odoratissimus blanco*). *Proceeding of the 5 Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. Universitas Mulawarman.
- Minakuchi, C dan Riddiford, L. M. 2006. Insect Juvenile Hormone Action as A Potential Target of Pest Management. *Journal of Pesticide Science*. Vol. 31(2): 77-84.
- Minarti, S., Idiawati, N., Sofiana, M. 2019. Uji Fitokimia Ekstrak Metanol *Sargassum polycystum* dari perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, Vol. 2(2): 60-65.
- Muema, J. M., Njeru, S. N., Colombier, C., Marubu, R. M. 2016. Methanolic extract of *Agerantum conyzoides* exhibited toxicity and growth disruption activities against *Anopheles gambiae sensu stricto* and *Anopheles arabiensis* larvae. *BMC Complement Altern Med*. Vol. 16: 475.
- Mulyadi., Nur, I., Iba, W. 2019. Uji Fitokimia Bahan Aktif Rumput Laut *Sargassum* sp.. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*. Vol. 3(1): 22-25.
- Ningsih, I. S., Chatri, M., Advinda, L., & Violita. 2023. Flavonoid Active Compounds Found In Plants Senyawa Aktif Flavonoid yang Terdapat Pada Tumbuhan. *Serambi Biologi*. Vol. 8(2):126–132.
- Noerfitriyani, 2017. Ekstrak biji kluwak (*Pangium edule* Reinw) sebagai ovisida pada telur keong mas (*Pomacea canaliculata* L.). *Journal TABARO*. Vol. 1(2):78–85.
- Nurhaifah, D., dan Sukesi, T. 2015. Efektivitas Air Perasan Kulit Jeruk Manis Sebagai Larvasida Nyamuk *Ae. aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. Vol. 9(3): 207-213.
- Oktafiana. 2018. Efektivitas Ekstrak Daun Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*) sebagai Ovisida Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Pakidi, C. S., dan Suwoyo, H. S. 2016. Potensi dan Pemanfaatan Bahan Aktif Alga Cokelat *Sargassum* sp. *Octopus*. Vol. 5(2): 488–498.
- Pombo, A. P. M., Carvalho HJC., Rodrigues, R. R., León, M., Maria, D. A., Miglino, M.A. 2021. *Aedes aegypti*: Egg Morphology and Embryonic Development. *Parasit Vectors*. Vol. 14(1):531.
- Prasad, A., Sreedharan, S., Bakthavachalu, B., Laxman, S. 2023. Eggs Of The

Mosquito *Aedes aegypti* Survive Desiccation Rewiring Their Polymine and Lipid Metabolism. *PLOS biology*. Vol. 21(10).

- Prasetyo, D. 2023. Analisis Faktor Determinan Yang Berhubungan Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan. *Jurnal 'Aisyiah Palembang*. Vol. 8(1): 205.
- Prescott, G.W. 1954. How To Know Fresh-Water Algae. WM. C Brown Company Publisher Dubuque, IOWA.
- Putri, P. M., Chatri, M., Advinda, L., Violita. 2023. Karakteristik Saponin Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan. *SERAMBI BIOLOGI*. Vol. 8(2):251-258.
- Qurota'ayun, S. D., Rosa, E., Pratami, G., Kanedi, M. 2022. Potential of Pepper Leaf (*Piper nigrum* L.) Ethanol Extract As Ovicide for *Aedes aegypti*. *Sains Natural*. Vol. 12(4): 170-175.
- Rafferty, J. 2016. Britannica: *Survivorship Statistic*. Diakses melalui <https://www.britannica.com/science/survivorship-curve>.
- Raveen, R., Ahmed, F., Pandeswari, M., Reegan, D., Tennyson, S., Arivoli, S., dan Jayakumar, M. 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, *Ae. aegypti* Linnaeus 1762 (Diptera: Culicidae). *Int J Mosq Res*. Vol. 4(4): 17-28.
- Riwanti, P., dan Izazih, F. 2019. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 96% *Sargassum polycystum* dan Profile dengan Spektrofotometri Infrared. *Acta Holistica Pharmacia*. Vol. 2(1): 34-41.
- Sari, A. N. 2018. *Efektivitas Daun Kemangi (Ocimum Sanctum L.) Sebagai Ovisida Terhadap Nyamuk Aedes aegypti*. Universitas Islam Negeri Raden Inten Lampung. Lampung.
- Sari, A. F., Yudiati, E., Sunaryo. 2020. Toksisitas partisi N-Heksan dan Etil Asetat pada Ekstrak *Sargassum* sp. Terhadap Larva *Aedes Aegypti* Instar III. *Journal of Marine Research*. Vol. 9(2): 143-150.
- Sari, E. R. 2022. *Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (Carica Papaya L.) Sebagai Ovisida Terhadap Telur Aedes aegypti*. Universitas Lampung.
- Satiyarti, R.B., Yana, Y., Fatimatu Zahra. 2019. Penggunaan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Sebagai Ovisida Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.). *al kimiya: Jurnal Ilmu Kimia*. Vol. 6(1): 32-35.

- Savitri, I., Suhendra, L., Wartini, N.M., 2017. Pengaruh Jenis Pelarut Pada Metode Maserasi Terhadap Karakteristik Ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. Vol. 5(3): 93-101.
- Septiana, A. T., dan Asnani, A. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. *ARGOINTEK*. Vol. 6(1):22-28.
- Setyowati, W.A.E., S.R.D. Ariani, Ashadi, B. Mulyani, dan C.P. Rahmawati. 2014. *Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (Durio zibethinus Murr) Varietas Petruk*. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI. Surakarta. Halaman: 271–280.
- Sidauruk, S., Sari, N., Diharmi, A., dan Arif, I. 2021. Aktivitas Antibakteri Ekstrak *Sargassum plagyophyllum* Terhadap Bakteri *Listeria monocytogenes* DAN *Pseudomonas aeruginosa*. *JPHPI*. Vol. 24(1): 27-37.
- Suman, D. S., Shrivastava, A., Pant, S., dan Parashar, B. D. 2011. Differentiation Of *Aedes aegypti* and *Aedes Albopictus* (Diptera: Culicidae) with Egg Surface Morphology and Morphometrics Using Scanning Electron Microscopy. *Arthropod Structure and Development*. Vol. 40(5): 479-483.
- Suparyati, T., Himam, M.D. 2021. Daya Tetas Telur Nyamuk *Aedes aegypti* pada Tiga Jenis Air Perindukan di Kelurahan Medono Kota Pekalongan. *PENA*. Vol. 3(1):61–8.
- Supriatna, D., Mulyani, Y., Rostini, I., Kurnia, M., 2019. Aktivitas Antioksidan, Kadar Total Flavonoid Dan Fenol Ekstrak Metanol Kulit Batang Mangrove Berdasarkan Stadia Pertumbuhannya. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 10(2):35-42.
- Supriyono, Soviana, S., Musyaffa, M. F., Novianto, D., dan Hadi, U. K. 2023. Morphological Characteristic Of Dengue Vektors *Aedes aegypti* and *Aedes Albopictus* (Family: Culicidae) Using Advanced Light And Scanning Electron Microscope. *Biodiversitas*. Vol. 24(2): 894-900.
- Susanti, dan Suharyo. 2017. Hubungan Lingkungan Fisik dengan Keberadaan Jentik *Aedes* pada Area Bervegetasi Pohon Pisang . *Unnes Journal Of Public Health*. Vol. 6(4): 272.
- Suryani, N. C., Permana, D. G. M., & Jambe, A. A. 2016. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Total Flavonoid Dan. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Matoa (*Pometia pinnata*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol.5(1): 1-10.
- Suryaningrum, T.D., Wikanta, T., Kristiana, H. 2006. Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan dari Rumput Laut *Halymenia harveyana* dan *Euchema*

cottonii. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol. 1(1): 51-63.

- Taebe, B., & Rahim, A. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Alkaloid Ekstrak Metanol Klika Faloak (*Sterculia populifolia*) Isolation and Characterization of Alkaloid Compound of Methanol Extract of Bark Faloak (*Sterculia populifolia*). *J.Pharm.Sci*. Vol. 1(2): 62–70.
- Utomo, D., Kristiani, E., Mahardika, A. 2020. Pengaruh Lokasi Tumbuh Terhadap Kadar Flavonoid, Fenolik, Klorofil, Karotenoid Dan Aktivitas Antioksidan Pada Tumbuhan Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*). *Bioma*. Vol. 22 (2): 143-149.
- WHO. 2018. *Dengue Control: Epidemiology*. World Health Organization. Diakses melalui: <https://www.Who.Int/Denguekontrol/Epidemiology/En/>
- WHO. 2023. *Dengue and Severe Dengue*. World Health Organization. Diakses melalui: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- Widyartini, D. S., A.I. Insan dan Sulistiyani. 2012. Keanekaragaman Morfologi Rumput Laut *Sargassum* dari Pantai Permisan Cilacap dan Potensi Sumberdaya Alginatnya untuk Industri. *Prosiding Seminar Nasional*. 61-66.
- 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*. Vol. 5(4):1-10.
- Yuliawati, 2018. Pengaruh Lama Adsorpsi Ekstrak *Sansevieria* (Lidah Mertua) Sebagai Adsorben Logam Ag dari Limbah Industri Perak di Kotagede, *PELITA*. Vol.3(2): 55–64.