

EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* SEBAGAI BIOLARVASIDA LARVA INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)

(Skripsi)

Oleh

NABILA TIAS NOVRIANDA

NPM 1817021014



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* SEBAGAI BIOLARVASIDA LARVA INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)

Oleh

NABILA TIAS NOVRIANDA

Indonesia masih dihadapkan permasalahan besar dalam menghadapi Demam Berdarah Dengue (DBD). Penyakit DBD disebabkan oleh infeksi virus dengue dan ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* yang menyerang manusia. Penularan penyakit ini dapat ditanggulangi dengan cara menggunakan larvasida alami yang ramah lingkungan. Rumput laut *Eucheuma cottonii* berperan sebagai kandidat dalam pembuatan biolarvasida karena mengandung flavonoid, alkaloid, terpenoid, saponin, dan tanin. Fungsi dari senyawa-senyawa tersebut untuk menghambat perkembangan larva nyamuk *Aedes aegypti* penyebab DBD. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak etanol rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai biolarvasida larva instar III nyamuk *Aedes aegypti* vektor DBD. Rancangan penelitian yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Tiap unit ulangan terdiri dari 20 ekor larva instar III *Aedes aegypti* dan kemudian diberikan ekstrak etanol rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm, kontrol positif dengan Abate® dan kontrol negatif dengan air sumur. Pengamatan dilakukan selama 4, 8, 12, 24, 48, hingga 72 jam setelah perlakuan. Rata-rata kematian larva terbesar yaitu $13,25 \pm 3,94$ ekor pada konsentrasi 200 ppm. Nilai LC_{50} ekstrak *Eucheuma cottonii* yaitu 42.358551 ppm (setelah 72 jam) dan LT_{50} yaitu 52.773 jam. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol rumput laut *Eucheuma cottonii* memiliki pengaruh namun efeknya rendah terhadap kematian larva instar III nyamuk *Aedes aegypti* karena nilai $LT_{50} > 24$ jam pada konsentrasi 200 ppm.

Kata Kunci: *Aedes aegypti*, biolarvasida, etanol, *Eucheuma cottonii*

EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* SEBAGAI BIOLARVASIDA LARVA INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)

Oleh

NABILA TIAS NOVRIANDA

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* SEBAGAI BIOLARVASIDA LARVA INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti* VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)**

Nama Mahasiswa : **Nabila Fias Novrianda**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1817021014

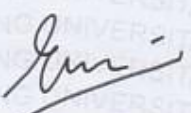
Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.
NIP 196405171988032001


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

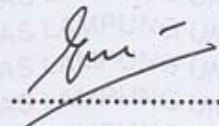
2. Ketua Jurusan Biologi


Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP 196101121991031002

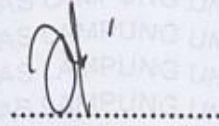
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

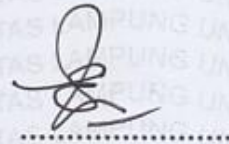
Ketua : **Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.**



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



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

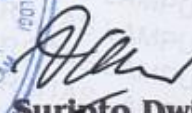


2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Surtpto Dwi Yuwono, M.T.

NIP 197407052000031001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **16 Juni 2022**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabila Tias Novrianda
Nomor Pokok Mahasiswa : 1817021014
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi saya yang berjudul:
**“EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii*
SEBAGAI BIOLARVASIDA LARVA INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti*
VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)”**

baik gagasan, data dan pembahasan adalah benar karya yang saya susun sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Skripsi ini saya susun dengan mengikuti pedoman dan norma yang berlaku.

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

Bandar Lampung, 16 Juni 2022
Yang Menyatakan,



Nabila Tias Novrianda
Nabila Tias Novrianda
NPM. 1718021014

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Medan, Sumatera Utara pada tanggal 13 November 2000, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis merupakan putri dari bapak Ruby Repelita Capri Tarigan dan Ibu Isfandi Yarni Lase. Penulis menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak (TK) Raudatul Athfal Islamiyah Prapat hingga tahun 2006. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar (SD) pada tahun 2006 hingga

lulus pada tahun 2012 di SD Swasta Ahmad Yani Binjai. Selanjutnya, penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Kota Binjai dan lulus pada tahun 2015. Penulis kemudian menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 5 Binjai pada tahun 2018. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai Mahasiswa Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung (Unila) melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Genetika pada tahun 2021. Selain itu, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila sebagai anggota Bidang Sains dan Teknologi periode 2019 dan sekretaris Bidang Sains dan Teknologi periode 2020. Selain aktif di organisasi, Penulis pernah mengikuti kegiatan sosial seperti Karya Wisata Ilmiah (KWI) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA Unila pada tahun 2018.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di UPTD Rumah Potong Hewan (RPH) dan Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner (Kesmavet)

Kota Metro yang merupakan bagian dari Dinas Ketahanan Pangan, Pertanian, dan Perikanan Kota Metro, Lampung dan menyelesaikan PKL pada Februari 2021. Selanjutnya, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Putra Daerah di Kelurahan Rambung Dalam, Kecamatan Binjai Selatan, Kota Binjai, Sumatera Utara pada Agustus-September 2021. Pada Agustus-Desember, penulis mengikuti kegiatan Kampus Mengajar Angkatan 2 yang diselenggarakan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia. Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Desember 2021 di Laboratorium Botani dan Zoologi FMIPA Unila dan menyelesaikan tugas akhir pada bulan Juni 2022.

PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan rasa syukur kehadiran Allah SWT juga shalawat yang senantiasa tercurahkan pada Rasulullah Muhammad SAW

Saya persembahkan karya kecil ini sebagai tanda bakti dan cinta kepada orang yang sangat saya sayangi

Ayah Ruby Repelita Capri Tarigan dan Umi Isfandi Yarni Lase

Yang telah merawat dan memberikan kasih sayang tak terhingga, motivasi, dan senantiasa mendoakan setiap langkah yang saya jalani. Semoga ini menjadi langkah awal dalam membahagiakan ayah dan umi di dunia dan manfaatnya menjadi amalan di akhirat.

Kakak dan Adik Tersayang

Sebagai tanda terimakasih, saya persembahkan karya ini untuk kakak (Syifaruni Nada Salma) dan adik (Hutrialya Rifa Mudrikah). Terimakasih untuk doa, semangat, dukungan, dan motivasi yang diberikan selama saya menempuh pendidikan hingga tercapainya gelar sarjana ini.

Keluarga Besar Alm. Muchtar Tarigan dan Alm. Dja'far Shidiq Lase

Yang telah memberikan semangat dan mendoakan kelancaran saya dalam menimba ilmu.

Para Bapak dan Ibu Dosen

Yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan segala ilmu-ilmunya dengan ikhlas kepada saya hingga gelar sarjana ini dapat saya raih.

Sahabat dan Teman-teman Biologi Angkatan 2018

Yang telah berjuang sejak awal berada di bangku perkuliahan dan selalu memberikan semangat setiap saat hingga saat ini.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung yang memberikan kesempatan kepada saya untuk menimba ilmu.

MOTTO

*Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah
(nikmat) kepadamu...*
(QS. Ibrahim: 7)

*Barangsiapa menempuh jalan menuntut ilmu, Allah akan memudahkan
baginya jalan menuju surga*
(HR. Muslim)

*Siapa yang sungguh-sungguh berusaha untuk bersabar, maka Allah
akan memudahkan kesabaran baginya. Dan tidaklah seseorang
dianugrahkan (oleh Allah SWT) pemberian yang lebih baik dan lebih
luas (keutamaannya) daripada (sifat) sabar*
(HR. Al-Bukhari)

Let's only hear pretty words and see pretty things
(Na Jaemin)

Don't give up even though it's hard
(Penulis)

Alhamdulillah for Everything
(Penulis)

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Efektivitas Ekstrak Etanol Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Sebagai Biolarvasida Larva Instar III Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD)**”. Skripsi ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Namun berkat ridho Allah SWT dan masukan dari berbagai pihak, skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si, M.T., selaku dekan FMIPA Unila.
2. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed. selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, membagi ilmu serta memberikan segala kritik dan saran selama proses pengerjaan skripsi
4. Ibu Dzul Fithria Mumtazah, S.Pd., M.Sc. selaku pembimbing kedua yang telah bersedia memberikan segala masukan, meluangkan waktunya untuk bertukar pikiran dan membagi ilmunya selama proses pengerjaan skripsi.
meluangkan waktu untuk memberikan kritik, saran, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

5. Ibu Dr. Emantis Rosa, M.Biomed. selaku penguji utama pada ujian skripsi dan dosen pembimbing akademik. Terima kasih untuk arahan dan bimbingan selama masa perkuliahan serta masukan, kritik, dan saran pada seminar-seminar terdahulu.
6. Bapak dan Ibu staf Jurusan Biologi yang telah membantu selama perkuliahan.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ruby Repelita Capri Tarigan dan Ibu Isfandi Yarni Lase, kedua saudariku tersayang kakak Syifa dan adik Alea yang senantiasa memberikan semangat, menghibur, serta memanjatkan doa yang tak pernah putus hingga saat ini.
8. Nenek, om dan tante tersayang, Nenek Mahnidar Chaniago, nenek Chairul Bariah, om Arief, tante Yanti, om Man, tante Ani, om Devit, bibi Yung, ayah wa, bibi Des, alm. abah, bukcik, bapak, ayah tua, mami Rina, uncu, tante Karlina yang telah mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis.
9. Saudara sepupu, Abang Labib, abang Razi, abang Fiza, abang Fauzan, abang Haekal, kakak Alfath, abang Mirza, abang Habib, adik Jihan, abang Eqqi, adik Annas, adik Daffa, adik Nadya, almh. kakak Dara, adik Azrie, dan adik Nafeeza yang selalu memberikan motivasi dan semangatnya kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat tercinta, Naura Aqilla, Mutiara Putri Salda, Intan Nuraini Kaban, dan Fattahiya Fadhillah Siregar yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta bersedia untuk mendengarkan keluh kesah penulis meskipun jarak kita berjauhan.
11. Nur Azizah, Galuh Retno Sari, Rika Yulia Ningrum, Eka Riyana, Novia Amorita, Sriana Putri, dan Mba Jeany yang telah mendukung dan memberikan bantuannya selama proses pengerjaan skripsi.
12. Heni Erlita Sari, Sofia Vao Afni Daely, Syarifah Nur'aini, Reza Pina Lestari, Afifah Khoirunnisa, Ratih Pratiwi, dan Ristia Agustiana Tanjung yang telah kebersamai masa perkuliahan dan saling mendukung satu sama lain.
13. Teman-teman Biologi Angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan dan bantuannya selama proses pengerjaan skripsi.
14. Kakak tingkat terbaik, Mba Mutia, Mba Cici, Kak Yosi, dan Mba Fatimah yang selalu memberikan bantuan, arahan, serta dukungan selama proses pengerjaan skripsi.

15. *Last but not least*, terima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang dan berusaha semaksimal mungkin untuk menimba ilmu dan menyelesaikan skripsi ini . Terima kasih karena tidak pernah menyerah meskipun terasa lelah.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Meskipun tidak sempurna, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk orang banyak. Akhirnya, dengan mengucap Alhamdulillah skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik di waktu yang tepat.

Bandar Lampung, 16 Juni 2022

Penulis,

Nabila Tias Novrianda

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| SAMPUL DEPAN | i |
| ABSTRAK | iv |
| SAMPUL DALAM | iv |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iv |
| LEMBAR PENGESAHAN | v |
| SURAT PERNYATAAN | vi |
| RIWAYAT HIDUP | vii |
| PERSEMBAHAN | ix |
| MOTTO | x |
| SANWACANA | xi |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xviii |
| | |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.4 Kerangka Pikir | 4 |
| 1.5 Hipotesis Penelitian | 5 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Rumput Laut | 6 |
| 2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 6 |
| 2.1.2 Morfologi Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 7 |

| | | |
|---------------------------------------|---|-----------|
| 2.1.3 | Kandungan Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 8 |
| 2.2 | Mekanisme Ekstraksi Larutan | 9 |
| 2.2.1 | Pengertian, Tujuan, dan Cara Ekstraksi | 9 |
| 2.2.2 | Pelarut Etanol | 10 |
| 2.3 | Larvasida | 10 |
| 2.3.1 | Larvasida Alami | 11 |
| 2.3.2 | Larvasida Kimia | 11 |
| 2.3.3 | Mekanisme Kerja Larvasida dalam Membunuh Larva Serangga | 12 |
| 2.4 | Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 13 |
| 2.4.1 | Klasifikasi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 13 |
| 2.4.2 | Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 13 |
| 2.4.3 | Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 19 |
| 2.5 | Pengendalian Vektor | 20 |
| 2.5.1 | Pengendalian Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) | 20 |
| III. METODE PENELITIAN | | 22 |
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian | 22 |
| 3.2 | Alat dan Bahan | 22 |
| 3.3 | Rancangan Penelitian | 23 |
| 3.4 | Prosedur Penelitian | 24 |
| 3.4.1 | Pengambilan Sampel | 24 |
| 3.4.2 | Pembuatan Ekstrak Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 24 |
| 3.4.3 | Preparasi Sampel Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 25 |
| 3.4.4 | Perlakuan Ekstrak Rumput Laut pada Larva Instar III Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 25 |
| 3.5 | Analisis Data | 26 |
| 3.6 | Diagram Alir Penelitian | 27 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | | 28 |
| 4.1 | Rata-rata dan Persentase Kematian Larva Instar III <i>Aedes aegypti</i> Berdasarkan Waktu Pengamatan | 28 |
| 4.2 | Analisis Probit LC ₅₀ Ekstrak Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> terhadap Larva Instar III <i>Aedes aegypti</i> | 31 |
| 4.3 | Analisis Probit LT ₅₀ Ekstrak Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> Terhadap Larva Instar III <i>Aedes Aegypti</i> | 32 |
| 4.4 | Pengaruh Ekstrak Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> terhadap Kerusakan Larva Instar III Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 34 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | | 38 |
| 5.1 | Kesimpulan | 38 |
| 5.2 | Saran | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 39 |
| LAMPIRAN | | 46 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Konsentrasi ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 28 |
| 2. Rata-rata kematian larva instar III <i>Aedes aegypti</i> pada uji larvasida ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> berdasarkan waktu pengamatan..... | 28 |
| 3. Hasil analisis probit LC ₅₀ ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> terhadap larva instar III <i>Aedes aegypti</i> pada waktu pengamatan yang berbeda | 31 |
| 4. Hasil analisis probit LT ₅₀ ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> terhadap larva instar III <i>Aedes aegypti</i> pada konsentrasi yang berbeda | 32 |
| 5. Perbandingan kandungan metabolit sekunder dan nilai LT ₅₀ pada tumbuhan tingkat tinggi dan rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 33 |
| 6. Hasil pengamatan uji larvasida ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> pada waktu dan konsentrasi yang berbeda | 47 |
| 7. Hasil analisis probit LC ₅₀ setelah 4 jam perlakuan ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 48 |
| 8. Hasil analisis probit LC ₅₀ setelah 8 jam perlakuan ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 48 |
| 9. Hasil analisis probit LC ₅₀ setelah 12 jam perlakuan ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 49 |
| 10. Hasil analisis probit LC ₅₀ setelah 24 jam perlakuan ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 50 |
| 11. Hasil analisis probit LC ₅₀ setelah 48 jam perlakuan ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 50 |
| 12. Hasil analisis probit LC ₅₀ setelah 72 jam perlakuan ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 51 |

| | |
|--|----|
| 13. Hasil analisis probit LT_{50} dengan pemberian 50 ppm ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 52 |
| 14. Hasil analisis probit LT_{50} dengan pemberian 100 ppm ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 53 |
| 15. Hasil analisis probit LT_{50} dengan pemberian 200 ppm ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 54 |
| 16. Hasil analisis probit LT_{50} dengan pemberian 300 ppm ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 55 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. <i>Eucheuma cottonii</i> | 7 |
| 2. Telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 14 |
| 3. Larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 15 |
| 4. Pupa nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 17 |
| 5. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> jantan dan betina | 18 |
| 6. Siklus hidup nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 20 |
| 7. Diagram alir penelitian..... | 27 |
| 8. Persentase kematian larva <i>Aedes aegypti</i> setelah pemberian ekstrak rumput laut <i>E. cottonii</i> selama pengamatan (jam)..... | 30 |
| 9. Morfologi larva instar III <i>Aedes aegypti</i> pada air sumur (kontrol negatif)..... | 34 |
| 10. Morfologi larva instar III <i>Aedes aegypti</i> setelah 72 jam pemberian ekstrak rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 35 |
| 11. Rumput laut <i>Eucheuma cottoni</i> sebelum perlakuan..... | 57 |
| 12. Rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> basah..... | 57 |
| 13. Proses pengeringan rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> | 57 |
| 14 . <i>Eucheuma cottonii</i> kering | 58 |
| 15. <i>Eucheuma cottonii</i> dimasukkan ke dalam oven untuk memperoleh hasil yang kering dengan maksimal | 58 |

| | |
|--|----|
| 16. <i>Eucheuma cottonii</i> kering ditimbang | 59 |
| 17. Serbuk <i>Eucheuma cottonii</i> | 59 |
| 18. Serbuk <i>Eucheuma cottonii</i> ditimbang | 59 |
| 19. Serbuk <i>Eucheuma cottonii</i> dimasukkan ke dalam <i>beaker glass</i> | 60 |
| 20. Penambahan pelarut etanol 96% | 60 |
| 21. Sampel yang telah dilarutkan didiamkan selama 3x24 jam | 60 |
| 22. Proses penyaringan ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> | 61 |
| 23. Hasil penyaringan sampel | 61 |
| 24. Proses pengentalan sampel setelah di evaporasi | 62 |
| 25. Hasil ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> dalam bentuk pasta | 62 |
| 26. Telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 63 |
| 27. Telur <i>Aedes aegypti</i> diletakkan pada nampan plastik berisi air sumur | 63 |
| 28. Telur <i>Aedes aegypti</i> yang sudah menetas menjadi larva | 63 |
| 29. Proses penimbangan dan pembuatan konsentrasi ekstrak yang akan digunakan | 64 |
| 30. Ekstrak <i>Eucheuma cottonii</i> pada berbagai konsentrasi | 64 |
| 31. Pemilihan larva instar III nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 65 |
| 32. Uji larvasida pada berbagai konsentrasi | 65 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah kesehatan lingkungan di Indonesia disebabkan oleh penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Seiring berjalannya waktu, terjadi peningkatan penderita penyakit DBD dan daerah penyebarannya semakin meluas. Hal ini karena kepadatan dan mobilitas penduduk semakin meningkat. Pada tahun 1953, penyakit DBD muncul pertama kali di Filipina. Kemudian pada tahun 1968, penyakit DBD mulai masuk ke Indonesia dan menyebar di Surabaya pertama kali dengan kasus sebanyak 58 orang, 24 di antaranya meninggal dengan *Case Fatality Rate* (CFR) yaitu 41,32 %. Tahun 2016 silam, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mencatat bahwa terdapat sebanyak 1.585 penderita DBD yang meninggal dunia dari 201.885 kasus. Hal ini diakibatkan karena gigitan nyamuk *Aedes aegypti* yang mengandung virus dengue dan berpindah ke dalam tubuh manusia (Kemenkes RI, 2017).

Jumlah kasus DBD di beberapa provinsi mengalami fluktuasi namun masih dalam jumlah kasus yang cukup tinggi, bahkan cenderung meningkat. Pada bulan Januari-Mei 2017, tercatat sebanyak 115 penderita yang meninggal dari 17.877 kasus. Pada tahun 2015 pada 34 provinsi di Indonesia, memiliki angka kesakitan sebesar 50,75% dari total 100 ribu penduduk. Angka ini masih jauh dari ambang normal IR. Angka IR mencapai 50,75% sudah termasuk dalam kategori Kejadian Luar Biasa (KLB) Nasional. Sehingga, pemerintah perlu melakukan upaya untuk menekan kasus DBD ini (Kemenkes RI, 2016).

Demam Berdarah Dengue disebabkan oleh infeksi virus dengue dari nyamuk *Ae. aegypti* sehingga menimbulkan gejala seperti demam akut selama 2-7 hari, mialgia, sakit kepala, antralgia, pendarahan, nyeri retro-orbita, ruam kulit, leukopenia, trombositopenia (100.000 sel per mm^3 atau kurang), dan ruam kulit (Nurafif & Kusuma, 2015). Penanggulangan penyakit DBD dapat dicegah dengan pemberantasan jentik nyamuk penularnya atau dikenal dengan istilah Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN - DBD) (Verawaty dkk., 2019). Selain itu, cara efektif dalam pengendalian larva nyamuk melalui induksi zat atau bahan sehingga mampu membunuh larva pada habitat perkembangbiakannya dan dikenal dengan larvasida atau biolarvasida. Pemanfaatan larvasida dapat dilakukan secara alami maupun kimia. Pembuatan larvasida atau biolarvasida untuk menekan populasi nyamuk *Ae. aegypti* dapat menggunakan berbagai macam sumber daya di alam, salah satunya adalah rumput laut.

Rumput laut merupakan salah satu jenis alga yang dapat dimanfaatkan untuk bahan alami pembuatan larvasida ataupun biolarvasida karena mengandung flavonoid, saponin, dan senyawa lainnya yang dapat menghambat dan membasmi perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti*. Salah satu jenis rumput laut yang dapat digunakan sebagai biolarvasida larva nyamuk *Ae. aegypti* adalah *Eucheuma cottonii*. *E. cottonii* merupakan alga merah multiseluler (bersel banyak) yang memiliki senyawa-senyawa metabolit sekunder aktif seperti alkaloid, flavonoid, dan steroid (Purbosari *et al.*, 2021). Senyawa-senyawa tersebut dapat menghambat perkembangan larva nyamuk baik ketika stadium larva, pupa, hingga menuju dewasa. Terutama bila tanaman atau alga tersebut mengandung senyawa steroid yang menyebabkan nyamuk tumbuh secara abnormal. Sehingga perkembangannya terganggu dan tidak dapat menginfeksi manusia (Marhamah & Husna, 2020).

Untuk menarik senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada rumput laut *E. cottonii*, dilakukanlah ekstraksi terlebih dahulu dengan melarutkan rumput laut yang telah dikeringkan dan dihancurkan hingga menjadi serbuk dengan

pelarut. Dalam penelitian ini digunakan pelarut etanol. Pelarut etanol merupakan pelarut yang bersifat polar dan universal. Sehingga, mampu mengikat senyawa-senyawa kimia yang terkandung di dalam rumput laut *E. cottonii*. Hasil Penelitian Verdiana dkk. (2018), pelarut etanol dapat mengikat senyawa flavonoid paling tinggi dibandingkan dengan pelarut lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pelarut etanol diduga efektif untuk mengikat senyawa metabolit sekunder khususnya flavonoid pada rumput laut *E.cottonii*.

Berdasarkan informasi di atas, ekstrak rumput laut *E. cottonii* memiliki peran sebagai bahan yang digunakan sebagai kandidat pengendali larva alami atau biolarvasida nyamuk *Ae. aegypti*. Untuk itu, dilakukanlah penelitian menggunakan ekstrak rumput laut *E. cottonii* guna mengetahui efektivitasnya sebagai biolarvasida nyamuk *Ae. aegypti*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas ekstrak etanol Rumput Laut *Eucheuma cottonii* sebagai biolarvasida larva instar III nyamuk *Aedes aegypti* vektor DBD.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi ilmiah mengenai cara pengendalian larva nyamuk *Aedes aegypti* di lingkungan dengan menggunakan biolarvasida dari ekstrak etanol rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dapat digunakan untuk membasmi larva nyamuk *Ae.aegypti* vektor DBD agar persentase penderita penyakit ini dapat menurun di Indonesia.

1.4 Kerangka Pikir

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang sampai saat ini belum dapat ditemukan vaksin atau obat pembasminya secara permanen. Penyakit ini disebabkan oleh infeksi dari nyamuk *Aedes sp.* terutama jenis nyamuk *A. aegypti* yang menyerang manusia tanpa memandang umur. Nyamuk *Ae. aegypti* lebih kuat tingkat infeksinya dikarenakan habitat atau lingkungan tempat tinggalnya yang dekat dengan manusia. Setiap tahunnya, jumlah penderita DBD semakin banyak. Padahal, pemerintah sudah menghimbau dan melaksanakan gerakan 3M yaitu Menguras, Menutup, dan Mengubur tempat penampungan air pada wilayah yang mungkin dijadikan *Ae. aegypti* sebagai sarangnya. Namun, perkembangan nyamuk yang lebih cepat belum dapat ditanggulangi secara optimal.

Infeksi nyamuk *Ae. aegypti* akan mempengaruhi kesehatan manusia dan menimbulkan gejala pusing, mual, demam, hingga kematian. Hingga saat ini, belum ditemukannya obat yang dapat membasmi perkembangan nyamuk *Ae. aegypti* tersebut. Namun, penanggulangan saat ini yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan larvasida yang ramah lingkungan dan tidak membahayakan kehidupan makhluk hidup. Pembuatan larvasida alami merupakan salah satu cara untuk menekan perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti*.

Rumput laut sebagai salah satu sumber daya alam dapat dimanfaatkan sebagai biolarvasida untuk mencegah perkembangan nyamuk *Ae. aegypti*. Hal ini dikarenakan pada rumput laut salah satunya jenis *E. cottoni* terdapat kandungan senyawa alkaloid, saponin, steroid, dan beberapa senyawa lainnya yang dapat menghambat pertumbuhan larva nyamuk *Ae. aegypti* tersebut. Data penelitian di analisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan memberikan perlakuan pada larva instar III *Ae. aegypti* berupa ekstrak rumput laut yang diberi konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, kontrol positif dengan Abate® dan kontrol negatif dengan air sumur dengan

empat kali pengulangan. Pengamatan dilakukan selama 4, 8, 12, 24, 48, dan 72 jam. Kemudian dilakukan analisis probit untuk mengetahui nilai konsentrasi yang efektif dalam mortalitas larva nyamuk dari ekstrak biolarvasida tersebut. Diharapkan ekstrak rumput laut ini mampu mematikan larva instar III *Ae. aegypti* dalam waktu 24 jam dan mampu mengurangi populasi nyamuk tersebut agar dapat menurunkan persentase penderita penyakit DBD di Indonesia.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini yaitu ekstrak etanol rumput laut efektif untuk digunakan sebagai biolarvasida dalam membasmi larva instar III nyamuk *Aedes aegypti*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut merupakan salah satu jenis alga yang tergolong dalam tanaman tingkat rendah dikarenakan tidak adanya perbedaan susunan antara akar, batang, dan daunnya. Rumput laut umumnya hidup di perairan laut dan terdiri dari empat kelas, salah satunya adalah alga merah (Rhodophyta). Salah satu contoh alga merah yang memiliki peran penting dalam kehidupan adalah *Eucheuma cottonii* (Anyanji *et al.*, 2015). Adapun klasifikasi dari Rumput Laut menurut Chapman & Chapman (1980) sebagai berikut:

| | |
|---------|----------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Divisio | : Rhodophyta |
| Classis | : Rhodophyceae |
| Ordo | : Gigartinales |
| Familia | : Solieriaceae |
| Genus | : <i>Eucheuma</i> |
| Spesies | : <i>Eucheuma cottonii</i> |

2.1.2 Morfologi Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Menurut Anggadiredja (2011), morfologi rumput laut jenis *E. cottonii* dapat dijelaskan berdasarkan ciri-ciri umumnya seperti warnanya yaitu hijau, merah, dan beberapa merah-coklat. Bentuknya bulat silindris dan memiliki gel yang disebut dengan gel kappa karaginan. Gel ini merupakan tipe gel yang paling kuat. Selain itu, rumput laut memiliki benjolan seperti duri pada permukaan tubuhnya seperti yang dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. *Eucheuma cottonii*
(Cokrowati dkk., 2019).

Ciri fisik lain daripada *E. cottonii* yaitu warnanya dapat berubah-ubah dikarenakan adanya faktor lingkungan. Peristiwa ini termasuk dalam proses adaptasi kromatik yaitu prosespenyesuaian antara kualitas pencahayaan pada habitatnya dengan proporsi pigmen (Aslan, 1998). Duri-duri pada rumput laut bukanlah duri yang tajam, melainkan talus yang bentuknya runcing memanjang seperti duri dan letaknya jarang-jarang. *E. cottonii* tumbuhnya melekat pada substrat dan memiliki alat perekat berupa cakram. Arah percabangannya menuju ke arah basal. Pada cabang pertama dan kedua akan membentuk rumpun yang rimbun. Ciri pertumbuhan rumput laut ini adalah mengarah pada terbitnya sinar matahari (Atmaja, 1996).

2.1.3 Kandungan Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Kandungan senyawa metabolit pada rumput dapat dimanfaatkan oleh tubuh, baik metabolit primer maupun sekunder. Kandungan senyawa metabolit primer diantaranya vitamin, alginat, agar, mineral, dan serat. Soelama, dkk (2015) menyebutkan bahwa metabolit sekunder yg terkandung memiliki potensi untuk memproduksi aneka ragam metabolit bioaktif sebagai antibakteri, antijamur, antivirus, dan sitotastik.

Aktivitas antibakteri pada *E. cottonii* mengandung alkaloid, flavonoid, tannin, terpenoid, dan saponin (Prabha *et al.*, 2013). Senyawa-senyawa seperti alkaloid ini dapat dimanfaatkan dan dilakukan penelitian untuk memberantas larva nyamuk *Ae. aegypti*.

Banyaknya kandungan yang terdapat dalam rumput laut menjadikannya sebagai salah satu tanaman yang berpotensi untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti bidang industri, bidang pangan, bidang kosmetik, bidang kesehatan, dan bidang-bidang lainnya. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan menggunakan rumput laut salah satunya adalah penelitian karaginan. Karaginan pada rumput laut mengandung serat (*dietary fiber*) yang sangat tinggi. Proses ekstraksi karaginan menggunakan air panas yang akan membentuk gel. Karaginan banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi yang berfungsi sebagai pengemulsi dan juga sebagai larutan granulasi dan pengikat (Ega dkk., 2016). Selain itu, karaginan digunakan juga dalam industri kosmetik sebagai pembentuk gel (*gelling agent*) atau pengikat (*binding agent*). Penelitian mengenai rumput laut jenis *E. cottoni* umumnya masih mengenai pemanfaatan karaginan dan masih sedikit penelitian terdahulu mengenai potensi rumput laut sebagai bahan alami pembuatan biolarvasida yang ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kumara (2021) yang dilakukan di Indonesia dan dijelaskan secara naratif, diketahui bahwa senyawa metabolit aktif yang terkandung dalam rumput laut digunakan

sebagai upaya pencegahan penyakit demam berdarah dan mengendalikan vektor nyamuk *Ae. aegypti*. Kandungan senyawa tersebut diantaranya alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin yang dimanfaatkan sebagai larvasida nyamuk *Ae. aegypti* ramah lingkungan jika dibandingkan dengan penggunaan abatisasi kimia. Tanaman rumput laut terutama pada jenis *E. cottonii* memiliki kandungan tersebut. Sehingga, *E. cottonii* dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biolarvasida dan tidak mencemari lingkungan

2.2 Mekanisme Ekstraksi Larutan

2.2.1 Pengertian, Tujuan, dan Cara Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu metode yang dilakukan untuk memisahkan satu atau beberapa bahan berbentuk padat maupun cair dengan menggunakan bantuan pelarut yang sesuai. Pelarut yang digunakan dalam hal ini yang memiliki sifat tidak mudah menguap saat proses ekstraksi, mampu melarutkan solute (zat terlarut) dalam jumlah yang besar, dan terjangkau baik harga maupun ketersediannya. Ekstraksi umumnya dikelompokkan menjadi 2 yaitu ekstraksi sederhana seperti maserasi dan juga ekstraksi khusus yang menggunakan arus balik (Mukhriani, 2014). Ekstraksi bertujuan untuk memperoleh senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada simplisia atau bahan alam yang digunakan.

Proses ekstraksi dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan metode maserasi. Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang paling sederhana dan umum digunakan dibanding metode ekstraksi lainnya. Metode ini dilakukan untuk memperoleh hasil ekstrak atau simplisia dengan cara merendam bahan tanaman yang telah dikeringkan dan dihancurkan hingga berbentuk bubuk ke dalam pelarut pada wadah tertutup. Kemudian, setelah dicampur, campuran bahan tersebut diaduk dan didiamkan selama 3 hari pada suhu kamar. Setelahnya, campuran bahan dapat disaring untuk mendapatkan ekstrak atau simplisia berbentuk

cair. Setelah dilakukan maserasi, simplisia yang diperoleh kemudian dievaporasi untuk memperoleh hasil yang lebih jernih dan kental (Kumuro, 2015).

2.2.2 Pelarut Etanol

Pelarut merupakan zat cair atau gas yang dapat melarutkan benda padat, cair, maupun gas yang akan menghasilkan sebuah larutan campuran. Dalam proses ekstraksi, ada banyak sekali pelarut yang dapat digunakan untuk melarutkan bahan yang akan diekstrak. Dalam penelitian ini, pelarut yang digunakan adalah etanol. Etanol merupakan salah satu bahan kimia yang berbentuk cair, tidak berwarna, berbau, dan mudah terbakar. Etanol memiliki rumus kimia C_2H_5OH . Massa jenis dan titik didih. etanol secara berturut-turut yaitu 0.7893 g/mL dan $78.32^{\circ}C$. Di alam, etanol memiliki ketersediaan yang berada dalam jumlah yang banyak. Harga pelarut etanol juga terjangkau, sehingga sering digunakan untuk melarutkan berbagai macam bahan ekstraksi. Selain itu, etanol juga digunakan sebagai bahan pelarut karena bersifat polar dan universal (Trifani, 2012). Karena memiliki sifat tersebut, pelarut etanol mampu mengikat senyawa-senyawa kimia metabolit sekunder seperti flavonoid, fenol, ataupun triterpenoid yang terkandung pada tumbuhan. Tingkat kepolaran senyawa etanol menyerupai senyawa metabolit sekunder salah satunya flavonoid. Sehingga, etanol dapat mengikat metabolit sekunder khususnya flavonoid dalam jumlah banyak agar dapat digunakan sebagai larvasida nyamuk *Ae. aegypti* (Verdiana, 2018).

2.3 Larvasida

Larvasida berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari 2 suku kata, yaitu *Lar* (serangga belum dewasa) dan *Sida* berarti (pembasmi, pembunuh). Sehingga, larvasida dapat diartikan sebagai golongan dari pestisida yang sifatnya mampu membasmi serangga yang belum dewasa atau sebagai

pembunuh larva. Larvasida umumnya berbentuk seperti butiran (Garcia-Luna *et al.*, 2019). Sejauh ini, pemberantasan penyebaran nyamuk yang paling efektif adalah dengan menggunakan larvasida. Dalam pembuatannya, larvasida umumnya dibagi menjadi dua macam, yaitu larvasida alami dan juga larvasida kimia.

2.3.1 Larvasida Alami

Larvasida alami merupakan salah satu jenis larvasida yang minim efek sampingnya terhadap lingkungan bila digunakan untuk membunuh nyamuk. Hal ini dikarenakan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan biolarvasida atau larvasida alami diperoleh dari tumbuhan yang mengandung bahan kimia (bioaktif) yang toksik terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*. Penggunaan larvasida alami memiliki beberapa keuntungan yaitu cepat diuraikan atau didegradasi oleh sinar matahari, udara, kelembaban, dan komponen alam lainnya. Sehingga mengurangi risiko pencemaran tanah dan air. Selain itu, umumnya larvasida alami mengandung toksisitas yang rendah pada mamalia. Hal ini menyebabkan larvasida alami memungkinkan dan aman untuk diterapkan pada kehidupan manusia (Novizan, 2012). Menurut Pratiwi (2012), dalam pembuatan biolarvasida perlu diperhatikan juga bahan-bahan yang digunakan apakah mengandung komponen toksik yang bersifat membunuh larva nyamuk seperti steroid, alkaloid, flavonoid, minyak atsiri, asam amino, protein, serta senyawa lain dari golongan terpenoid yang berpotensi sebagai pembasmi larva nyamuk.

2.3.2 Larvasida Kimia

Larvasida kimia merupakan jenis larvasida yang bahan komponennya berasal dari senyawa-senyawa kimia yang memiliki potensi untuk memberantas larva nyamuk *Ae. aegypti*. Efek samping dari penggunaan larvasida (insektisida sintetis) diantaranya adalah resistensi terhadap

serangga, pencemaran lingkungan, dan residu insektisida (Abubakar *et al.*, 2020). Dalam penerapannya, penggunaan larvasida kimia memberikan hasil yang efektif dan optimal, namun tidak jarang pula memberikan dampak negatif pada lingkungan sekitar dan organisme hidup lainnya. Menurut *World Health Organization* (2016), terdapat sekitar 20.000 orang per tahun meninggal dunia yang disebabkan oleh keracunan larvasida sintetis. Selain itu, larvasida juga menyebabkan dampak krusial lainnya, seperti kanker, cacat tubuh, dan kemandulan. Dalam pemberantasan nyamuk, larvasida sintetis yang umumnya digunakan adalah temephos atau DDT (Refai dkk., 2012).

2.3.3 Mekanisme Kerja Larvasida dalam Membunuh Larva Serangga

Larvasida bekerja sebagai racun yang mampu membunuh dengan merusak bagian dalam tubuh larva untuk memberikan racun pada serangga atau hewan target. Hal ini dapat terjadi melalui berbagai cara di antaranya:

1. Racun kontak, yaitu larvasida yang menyerang tubuh larva melalui permukaan tubuh atau kutikula. Racun kontak akan memberikan efek tubuh yang mengkerut dan gerakan yang semakin lamban hingga larva mati. Hal ini disebabkan oleh kandungan dalam larvasida mampu menghambat proses sintesis energi dalam tubuh larva (Marianti, 2015).
2. Racun perut, yaitu larvasida yang menyerang tubuh larva melalui mulut yang masuk bersama makanan dan merusak sistem kerja lambung dan pencernaan makanan pada larva. Racun ini juga akan merusak sel-sel epitelium pada larva yang menyebabkan terhambatnya aktivitas makan pada larva hingga menyebabkan kematian (Taslimah, 2014).
3. Racun pernafasan, yaitu larvasida yang menyerang tubuh larva melalui sistem pencernaan. Racun ini akan bekerja dengan membuka spirakel hingga saat menyelam, air akan masuk dengan jumlah yang lebih banyak dan menghambat proses respirasi pada larva. Sehingga, larva akan kekurangan oksigen dan mati (Wahyuni, 2013).

2.4 Nyamuk *Aedes aegypti*

2.4.1 Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* adalah salah satu jenis nyamuk yang menjadi vektor atau penular utama dari penyakit-penyakit arbovirus. Penyakit tersebut di antaranya demam berdarah, demam chikungunya, demam kuning encephalitis, dan berbagai penyakit lainnya. Namun, nyamuk *Ae. aegypti* merupakan penyebab utama terjadinya demam berdarah dengue atau umumnya disingkat dengan penyakit DBD yang menyerang manusia tanpa memandang umur. Hal ini dikarenakan nyamuk *Ae. aegypti* lebih dekat kehidupannya dengan lingkungan kehidupan manusia. Sehingga, manusia merupakan sasaran utama dari nyamuk *Ae. aegypti* (WHO, 2021).

Adapun klasifikasi nyamuk *Ae. aegypti* menurut (Womack, 1993) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Classis : Insecta
Ordo : Diptera
Familia : Culicidae
Genus : *Aedes*
Spesies : *Aedes aegypti* L.

2.4.2 Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

2.4.2.1 Telur Nyamuk *Aedes aegypti*

Telur nyamuk *Ae. aegypti* memiliki bentuk lonjong dan berukuran kecil. Panjang telurnya berkisar 6.6 mm dan beratnya ± 0.0113 mg. Telur nyamuk *Ae. aegypti* memiliki bentuk torpedo dan memiliki bentuk meruncing pada ujungnya. Telur nyamuk *Ae. aegypti* umumnya berwarna putih ketika baru dikeluarkan dan kemudian berubah menjadi hitam

selama 30 menit. Apabila diamati secara mikroskopis, telur *Ae. aegypti* memiliki dinding luar yang bergaris-garis seperti yang dapat diamati pada Gambar 2. *Ae. aegypti* dapat bertelur sebanyak 800-100 butir setiap kali bertelur. Selama kurun waktu 4-5 hari, akan diperoleh 300-700 butir telur nyamuk. Telur *Ae. aegypti* di letakkan secara memisah antara satu dengan yang lain dan menempel pada wilayah perindukannya yang lembab dan tidak terpapar sinar matahari (Irianto, 2013).



Gambar 2. Telur nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2012).

Menurut Nugraheni (2017), nyamuk *Ae. aegypti* betina akan meletakkan telurnya di permukaan air yang tergenang sesaat setelah ia menghisap darah. Umumnya, nyamuk betina akan meletakkan telur-telurnya di kolam, danau, maupun tempat penampungan air lainnya. Pada fase telur nyamuk *Ae. aegypti* memerlukan waktu yang bervariasi. Fase ini dapat berlangsung selama satu hari hingga sembilan bulan. Setelah fase telur berakhir, maka akan melewati tahap selanjutnya yaitu fase larva.

2.4.2.2 Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Larva nyamuk *Ae. aegypti* akan memecah cangkang telur menggunakan gigi kecil sementara yang letaknya berada di bagian kepala. Saat baru menetas, ukuran larva sangatlah kecil. Berikut ciri-ciri dari larva *Ae. aegypti* sebagai berikut:

1. Memiliki corong udara pada segmen terakhir.
 2. Memiliki pektin pada corong udara.
 3. Memiliki sepasang rambut serta jumbai pada corong yang disebut sifon.
 4. Sifon berukuran besar namun pendek.
 5. Membentuk sudut dengan permukaan air saat fase istirahat (Eka, 2013).
- Selengkapnya morfologi larva nyamuk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Larva nyamuk *Aedes aegypti* (Cameron, 2011).

Larva nyamuk *Ae. aegypti* umumnya terdapat di genangan air. Sifon pada larva memiliki struktur seperti alat penyelam yang fungsinya untuk mengambil oksigen serta makanan yang membantu larva untuk dapat terus berkembang. Sifon pada larva terletak di bagian dasar perut tubuh larva. Larva nyamuk *Ae. aegypti* memiliki rangka luar (eksoskeleton) yang akan berganti kulitnya ketika larva terus berkembang menjadi lebih besar. Rangka luar tersebut akan memakan kembali rangka luar yang telah terlepas. Peristiwa ini disebut dengan *molting*. Periode pergantian kulit pada larva nyamuk dapat terjadi sebanyak 4 kali (Soalani, 2010). Pada fase perkembangan ini, larva nyamuk *Aedes aegypti* terdiri dari empat stadium yaitu:

- a. Larva instar I, berukuran 1-2 mm yang memiliki *spinae* (belum terlihat jelas) serta sifon yang belum menghitam dan berlangsung selama 1-2 hari.

- b. Larva instar II, berukuran 2.5-3.5 mm, *spinae* belum terlihat jelas namun sifon sudah mulai menghitam dan berlangsung 2-3 hari.
- c. Larva instar III, berukuran 4-5 mm, *spinae* sudah mulai terlihat jelas dan sifon mulai berwarna coklat kehitaman dan berlangsung 2-3 hari.
- d. Larva instar IV, berukuran 5-6 mm dan warna kepalanya lebih gelap dibanding fase instar lainnya dan berlangsung 2-3 hari (Husni, 2019).

Pada bagian tubuh larva nyamuk *Ae. aegypti*, terdapat beberapa ciri khas seperti terdapat delapan segmen pada bagian perutnya. Larva *Ae. aegypti* dapat bergerak secara aktif seperti menyelam ke permukaan air lalu turun ke dasar perairan. Larva nyamuk *Ae. aegypti* juga sensitif terhadap rangsangan, cahaya, maupun getaran. Makanan larva *Ae. aegypti* berupa alga, protozoa, bakteri, maupun jamur yang terdapat di dasar perairan. Ketika larva akan mengambil oksigen ke udara, sifon yang dimilikinya akan berada pada posisi membentuk sudut di permukaan air (Setyowati, 2013).

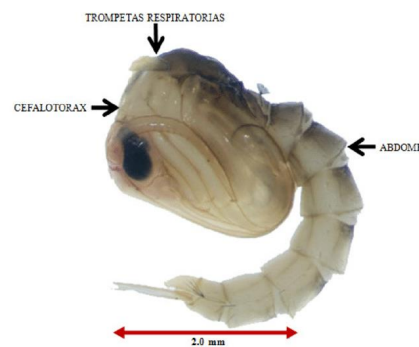
Dalam perkembangannya, suhu dan ketersediaan makanan tentu mempengaruhi kehidupan larva. Pada suhu lingkungan 28°C, larva akan berkembang sekitar 10 hari. Pada suhu 30-40°C, waktu yang dibutuhkan larva untuk menjadi pupa adalah 5-7 hari. Cara larva dalam memperoleh sumber nutrisi untuk proses perkembangbiakannya melalui mulut dan kulit tubuhnya (Wati, 2015).

2.4.2.3 Pupa Nyamuk *Aedes aegypti*

Pupa nyamuk *Ae. aegypti* memiliki morfologi yang bentuknya bengkok, bagian *cephalothorax* yang lebih besar daripada perutnya. Bila diamati akan berbentuk seperti tanda “koma” seperti yang terlihat pada Gambar 4. Adapun ciri-ciri lain dari pupa *Ae. aegypti* diantaranya:

1. Memiliki tabung pernapasan yang berbentuk segitiga

2. Ukuran pupa lebih besar dan lebih ramping daripada ukuran larvanya.
3. Bila dibandingkan dengan larva yang aktif, gerakan pupa *Ae. aegypti* lebih lambat dan sering berada di permukaan air
4. Masa stadium pupa *Ae. aegypti* normalnya berlangsung 1-2 hari (Sucipto, 2011).



Gambar 4. Pupa nyamuk *Aedes aegypti*
(Rao, 2019)

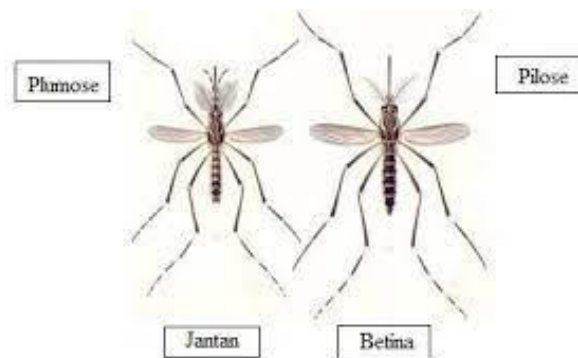
Saat memasuki stadium pupa nyamuk *Ae. aegypti*, tidak akan terjadi lagi aktivitas makan. Namun, pupa akan terus berkembang melalui pengambilan oksigen menggunakan sifon (corong pernafasan). Stadium pupa ini akan berlangsung selama 1-2 hari sebelum berkembang menjadi nyamuk dewasa baik jantan maupun betina. Semakin berkembang, maka tidak hanya sifon, namun akan muncul sepasang alat pengayuh yang digunakan untuk berenang pada segmen perut ke-8. Pada tahapan ini, pupa lebih dapat beradaptasi dengan suhu lingkungannya (Susanna, 2011).

2.4.2.4 Nyamuk *Aedes aegypti* Dewasa

Nyamuk *Ae. aegypti* dikenal dengan sebutan *black white mosquito* atau *tiger mosquito* karena nyamuk ini mempunyai ciri khas yang berupa adanya garis-garis dan bercak-bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam yang terdapat pada kaki dan tubuhnya (Achmadi, 2012). Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala (*caput*), dada

(*thorax*), dan perut (*abdomen*). Nyamuk jantan umumnya berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan nyamuk betina. Pada tubuh nyamuk *Ae. aegypti* jantan, warnanya adalah hitam kecoklatan dan memiliki bercak putih pada kaki dan badannya. Pada antena nyamuk jantan terdapat rambut-rambut tebal, sedangkan nyamuk betina hanya terdapat rambut yang tipis. Rambut pada antena nyamuk jantan disebut dengan *pilose*. Sedangkan pada antena nyamuk betina disebut dengan *plumose*.

Berdasarkan lama waktu hidupnya, nyamuk jantan hanya memiliki waktu kurang lebih 1 minggu untuk hidup. Sedangkan nyamuk betina dapat hidup lebih lama mencapai 2-3 bulan. Nyamuk *Ae. aegypti* lebih suka hinggap di tempat yang gelap dengan posisi abdomen dan kepalanya tidak terdapat pada satu sumbu. Jarak terbang nyamuk *Ae. aegypti* mencapai 100 meter dan umumnya menggigit manusia ataupun hewan (Suyanto & Astuti, 2011).



Gambar 5. Nyamuk *Aedes aegypti* jantan dan betina (Finurikha, 2017)

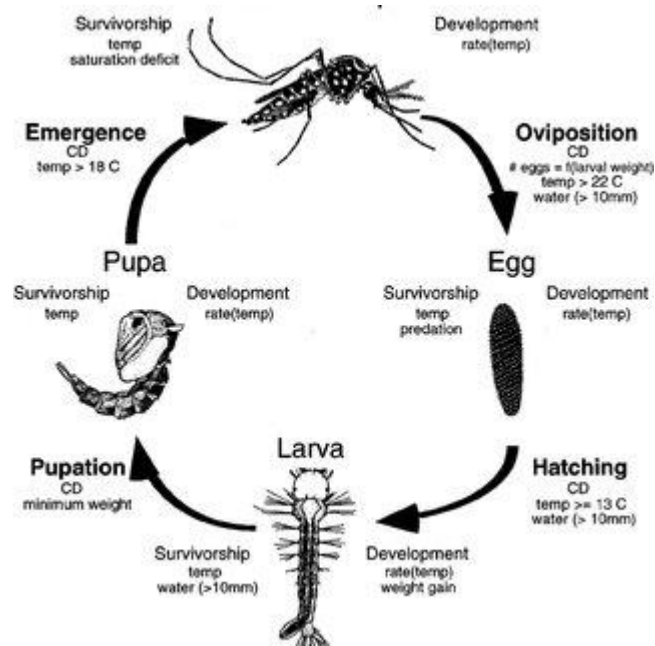
Ciri morfologi lain dari nyamuk *Ae. aegypti* yaitu memiliki mulut berupa moncong atau disebut dengan probosis yang ukurannya panjang dan berfungsi untuk menembus kulit serta menghisap darah sasarannya. Sifat ini umumnya terdapat pada nyamuk betina. Sedangkan pada nyamuk jantan, moncongnya digunakan untuk menghisap sari-sari makanan yang diperoleh dari bunga ataupun tumbuhan yang mengandung gula atau nektar untuk nutrisinya. Sama seperti nyamuk jantan, nyamuk betina

menggunakan moncongnya untuk menghisap darah sebagai sumber protein yang bertujuan untuk mematangkan telurnya (Eka, 2013). Perbedaan morfologi nyamuk *Ae. aegypti* dewasa jantan dan betina dapat diamati pada Gambar 5.

2.4.3 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes* sp. aktif pada siang hari untuk berkembang biak dan meletakkan telurnya pada tempat-tempat penampungan air, baik air bersih maupun genangan air hujan. Misalnya pada vas bunga (baik di lingkungan dalam rumah, sekolah, dan perkantoran), pagar bambu, bak mandi, tangki penampungan air, ban bekas ataupun semua bentuk container, kaleng bekas, kantung plastik bekas, talang rumah, di atas lantai gedung terbuka, serta kulit buah (rambutan, tempurung kelapa). *Ae. aegypti* dewasa biasanya hidup dan mencari mangsa di dalam lingkungan rumah atau bangunan (Soedarto, 2012).

Siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* tergolong dalam siklus hidup sempurna yang mengalami metamorphosis sempurna (holometabola), terdiri dari 4 (empat) stadium yaitu telur, larva, pupa, nyamuk dewasa (Eka, 2013). Kurun waktu yang diperlukan dalam siklus hidup nyamuk *Aedes* pada kondisi lingkungan optimum yaitu sekitar 7-9 hari. Siklus hidup stadium telur larva dan pupa terjadi di lingkungan air. Sedangkan stadium nyamuk dewasa terjadi di udara dan darat. Siklus hidup nyamuk pada kondisi temperatur rendah memerlukan waktu yang lebih lama (Amalia, 2015). Diagram daur hidup nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*
(Hopp & Foley, 2012)

2.5 Pengendalian Vektor

2.5.1 Pengendalian Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

Vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) berupa nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilakukan pengendaliannya dengan ditujukan pada habitatnya yang berada di lingkungan pemukiman penduduk menurut *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2011. Beberapa jenis pengendalian vektor yang mampu menurunkan populasi larva nyamuk *Ae.aegypti* yaitu dengan cara mengurangi penyebaran (*transmission*) vektor virus dengue dan dilakukan pengecekan berkala dalam mengontrol vektor DBD (Karyanti *et al.*, 2014).

Pengontrolan untuk pengendalian vektor penyakit DBD tersebut telah dilakukan dengan berbagai cara oleh pemerintah di antaranya melakukan penyemprotan (*fogging*). Namun, cara ini dilaporkan dapat memicu

gangguan kesehatan pada manusia dan juga dapat membunuh hewan atau insekta non target. Sehingga, cara penyemprotan dianggap tidak ramah lingkungan. Selain penyemprotan, masyarakat umumnya menggunakan obat pembasmi nyamuk yang berbahan dasar kimia. Namun, kandungan yang terdapat dalam obat pembasmi nyamuk sangat berbahaya karena dapat menimbulkan efek toksik baik lokal maupun sistemik terhadap manusia. Pengurangan dampak negatif penggunaan bahan-bahan kimia tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan sumber daya alami yang terdapat di lingkungan sekitar kita (Purnama, 2017).

Terdapat banyak sekali jenis tanaman yang telah dimanfaatkan sebagai bahan alami untuk pembuatan biolarvasida yang ramah lingkungan dan tidak mengganggu kesehatan makhluk hidup, salah satunya adalah rumput laut. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, rumput laut memiliki kandungan senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, dan terpenoid yang berperan dalam pembuatan biolarvasida sebagai pengendali vektor larva *Ae. aegypti*. Penggunaan insektisida alami ini juga harus sesuai dengan konsentrasi atau dosis yang benar agar tidak merusak lingkungan serta mengganggu kesehatan makhluk hidup (Supriadi, 2013).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 hingga bulan Maret 2022 di Laboratorium Botani dan Zoologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

1. Pengambilan Sampel Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan Larva instar III nyamuk *Aedes aegypti*

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah botol untuk wadah penyimpanan sampel dan kantong plastik. Sedangkan bahan yang diambil sebagai sampel adalah 500 gram rumput laut *E. cottonii* dan 480 ekor larva instar III nyamuk *Aedes aegypti*.

2. Pembuatan Ekstrak Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Alat yang diperlukan dalam pembuatan ekstrak rumput laut yaitu wadah, blender, evaporator, oven, *beaker glass*, kertas saring, dan koran. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan ekstrak rumput laut adalah rumput laut dan pelarut etanol 96%.

3. Preparasi Sampel Larva Instar III Nyamuk *Aedes aegypti*
Alat yang digunakan dalam persiapan sampel larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* adalah enam wadah atau gelas plastik, dan nampan plastik. Sedangkan bahan yang digunakan dalam persiapan sampel larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* adalah 480 telur nyamuk *Ae. aegypti* yang diperoleh dari Loka Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Litbangkes) Pangandaran dan pelet ikan secukupnya sebagai makanan larva.

4. Uji Ekstrak Rumput Laut pada Larva Instar III Nyamuk *Aedes aegypti*
Alat yang digunakan dalam uji ekstrak rumput laut pada larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* adalah enam wadah atau gelas plastik, kertas label, *stopwatch*, dan alat tulis. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam perlakuan ini adalah ekstrak rumput laut, air sumur, serta larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 macam perlakuan. Untuk setiap perlakuan dilakukan 4 kali ulangan yaitu sebagai berikut:

1. Kontrol negatif dengan air sumur
2. Kontrol positif dengan Abate®
3. Konsentrasi ekstrak rumput laut *E. cottonii* sebanyak 50 ppm
4. Konsentrasi ekstrak rumput laut *E. cottonii* sebanyak 100 ppm
5. Konsentrasi ekstrak rumput laut *E. cottonii* sebanyak 200 ppm
6. Konsentrasi ekstrak rumput laut *E. cottonii* sebanyak 300 ppm

Tabel 1. Konsentrasi ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii*

| Ulangan | Konsentrasi Ekstrak Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> (ppm) | | | | | |
|---------|--|-----------|--------|---------|---------|---------|
| | K+ | K- | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | 300 ppm |
| 1 | 1% Abate® | Air Sumur | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | 300 ppm |
| 2 | 1% Abate® | Air Sumur | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | 300 ppm |
| 3 | 1% Abate® | Air Sumur | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | 300 ppm |
| 4 | 1% Abate® | Air Sumur | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | 300 ppm |

Keterangan : Kontrol (+) = 1% Abate®

Kontrol (-) = air sumur

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh (Suciani, 2013) sebagai berikut:

3.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel rumput laut diperoleh dari Desa Tridharmayoga, Kecamatan Ketapang, Lampung Selatan dan telur nyamuk *Ae. aegypti* berasal dari Loka Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Pangandaran yang nantinya akan dipelihara hingga larva berada pada stadium instar III sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.4.2 Pembuatan Ekstrak Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut *E. cottonii* segar dicuci bersih menggunakan air bersih. Setelah itu, rumput laut ditiriskan dan dikering-anginkan selama 1 minggu pada suhu ruang hingga kering. Rumput laut kemudian dikeringkan

dengan menggunakan oven untuk mengurangi kadar airnya pada suhu 37-38°C. Selanjutnya, rumput laut yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender hingga membentuk serbuk dan ditimbang sebanyak 500 gram. Setelah itu, dilakukan tahap maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 6 liter dalam *beaker glass* dan didiamkan selama 3x24 jam. Kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas dengan larutan (maserat etanol) yang akan dievaporasi (dipanaskan) dalam waktu kurang lebih 2 jam tanpa ditutup agar etanolnya menguap menggunakan *rotary vacuum evaporator*. Hasil ekstraksi tersebut kemudian diletakkan dalam oven dengan suhu yang sama agar diperoleh hasil maserat berupa pasta. Selanjutnya, ekstrak disimpan dalam wadah atau botol dan ditimbang.

3.4.3 Preparasi Sampel Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Larva nyamuk *Ae. aegypti* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ae. aegypti* instar III. Mula-mula, telur *Ae. aegypti* dipelihara dengan meletakkan kertas saring berisi telur nyamuk *Ae. aegypti* ke atas nampan plastik yang berisi air sumur. Kemudian dipelihara hingga mencapai stadium larva instar III. Dalam pemeliharanya, larva diberikan makanan berupa pelet ikan yang digerus halus dan diberikan dengan interval satu atau dua hari sekali. Berdasarkan pedoman WHO (2016) tentang pengujian larvasida terhadap larva, setiap kelompok perlakuan membutuhkan larva sebanyak 20 ekor. Setelah telur berkembang hingga stadium yang diinginkan, larva dipindahkan ke dalam botol plastik untuk dilakukan perlakuan lanjutan.

3.4.4 Perlakuan Ekstrak Rumput Laut pada Larva Instar III Nyamuk *Aedes aegypti*

- a. Disiapkan 6 botol plastik atau toples yang berisi air dan larva instar III masing-masing sebanyak 20 ekor.

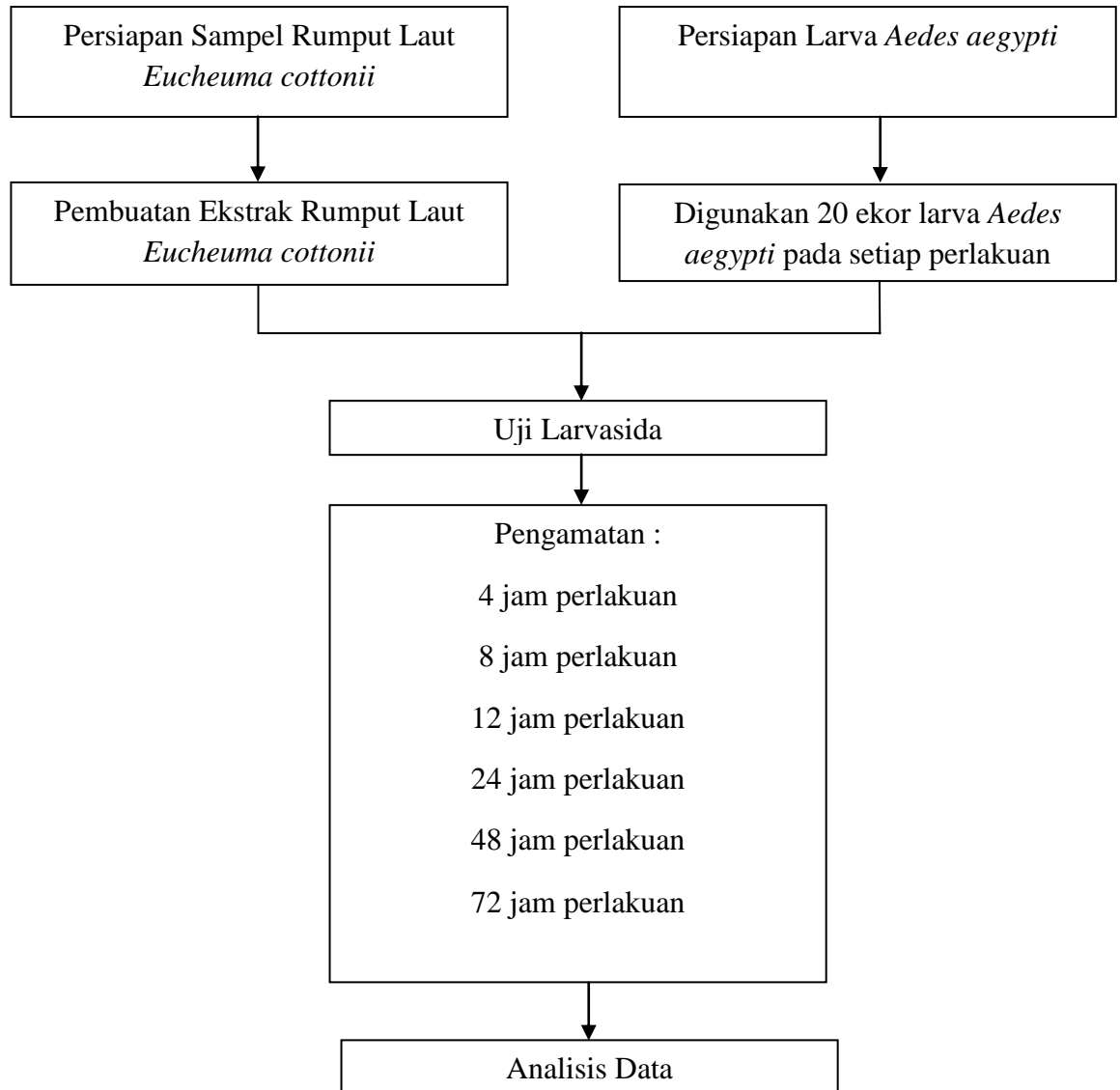
- b. Dimasukkan ekstrak rumput laut pada masing-masing botol plastik yang telah diberikan label yaitu 1= Kontrol negatif dengan air sumur, 2= Kontrol positif dengan Abate®, 3 = konsentrasi 50 ppm, 4 = konsentrasi 100 ppm, 5 = konsentrasi 200 ppm, dan 6 = konsentrasi 300 ppm. Kemudian diamati dan dicatat jumlah larva nyamuk yang mati pada 4 jam pertama, 8 jam, 12 jam sampai 24 jam pada hari 1. Pengamatan dilakukan hingga hari berikutnya sampai larva nyamuk menjadi dewasa (± 7 hari).
- c. Percobaan (a) sampai (c) dilakukan sebanyak 4 kali ulangan.

3.5 Analisis Data

Data yang telah diperoleh berupa jumlah larva yang mati pada tiap konsentrasi. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan Analisis Probit untuk mengetahui besarnya dosis efektif melalui penentuan konsentrasi mortalitas atau *Lethal Concentration* (LC) yang diberikan pada larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*. Selain itu, dilakukan juga perhitungan waktu yang efektif untuk membunuh larva melalui uji waktu mortalitas atau *Lethal Time* (LT).

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 7. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu ekstrak etanol *Eucheuma cottonii* memberikan pengaruh, namun efeknya rendah terhadap kematian (mortalitas) larva instar III nyamuk *Aedes aegypti* karena nilai LC_{50} yaitu 42.358551 ppm setelah 72 jam dan nilai $LT_{50}>24$ jam yaitu 52.773 jam pada konsentrasi 200 ppm.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu dilakukan metode atau ekstraksi *Eucheuma cottonii* dengan pelarut yang berbeda terhadap larva instar III *Aedes aegypti* untuk memperoleh hasil yang lebih baik dan bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Y., Tijjani, H., Egbuna, C., Adetunji, C.O., Kala, S., Kryeziu, T.L., Ifemeje, J.C. & Patrick-Iwuanyanwu, K.C. 2020. Pesticides, History, and Classification in Natural Remedies For Pest, Disease and Weed Control. *Academic Press*. 29-42.
- Achmadi, U. F. 2012. *Dasar-Dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. PT. Rajagrafindo Persada. Depok.
- Adrianto, H., Yotopranoto, S. & Hamidah, H. 2014. Efektivitas Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*), Jeruk Limau (*Citrus amblycarpa*), dan Jeruk Bali (*Citrus maxima*) terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Aspirator*. 6(1): 1-6.
- Afif, S., 2015. 'Ekstraksi, Uji Toksisitas Dengan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) Dan Identifikasi Golongan Senyawa Aktif Ekstrak Alga Merah *Eucheuma cottonii* Dari Perairan Sumenep Madura'. *Skripsi Universitas Islam Negeri Maulan Malik Ibrahim*. Malang.
- Amalia, R. 2015. Daya Bunuh Air Perasan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*'. *Disertasi*. Universitas Negeri Semarang.
- Anggadiredja, J., Purwanto, A., & Istini, S. 2011. *Seri Agribisnis Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Anyanji, V.U., Mustapha, N.M., Lim, S.L. and Mohamed, S. 2015. Seaweed (*Eucheuma Cottonii*) Reduced Inflammation, Mucin Synthesis, Eosinophil Infiltration and MMP-9 Expressions in Asthma-Induced Rats Compared to Loratadine. *Journal of Functional Foods*. 19 (710-722).
- Aslan, L. M. 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Atmaja, W. S., Kadi, A., Sulistijo., dan Satari, R. 1996. *Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. Puslitbang Oseonologi LIPI. Jakarta.

- Bisyaroh, N. 2020. Uji Toksisitas Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Farmasi Tinctura*. 1(2): 34–44
- Bureni, E. Y. N., I. N. Sasputra, & M. A. E. Dedy. 2018. Uji Efektivitas Ekstrak Batang Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Cendana Medical Journal*. 15(3): 1–12.
- Cameron, E. W. 2011. *Beating the Bite of Mosquito-Borne Disease: A Guide to Personal Protection Strategies Against Australian Mosquitoes*. Department of Medical Entomology University of Sydney & Westmead Hospital. Australia.
- CDC. 2012. *Mosquito Life Cycle Ae. aegypti*. National Centre for Emerging and Zoonotic Infectious Disease. Amerika Serikat.
- Chapman, V. J & Chapman, D. J. 1980. *Seaweed and Their Uses*. Hapman and Hall. London.
- Cokrowati, N., Diniarti, N., Setyowati, D.N.A., Waspodo, S. & Marzuki, M. 2019. Ekplorasi dan Penangkaran Bibit Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Perairan Teluk Ekas Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*. 19(1): 51-53
- Ega, L., Lopulalan, C.G.C. & Meiyasa, F. 2016. Kajian Mutu Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Berdasarkan Sifat Fisiko-Kimia Pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) Yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(2).
- Eka. 2013. *Perbedaan Keberadaan Jentik Aedes aegypti Berdasarkan Karakteristik Kontainer di Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Finurikha, L. 2017. 'Formulasi Dan Uji Aktivitas Losion Repelan Kombinasi Minyak Bunga Lavender Dan Kulit Buah Jeruk Nipis 2% Dengan Fase Minyak Vco 10% Mengandung Minyak Bunga *Lavandula angustifolia* 2,5 %; 5 %; 7,5 %'. *Disertasi*' Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Garcia-Luna, S.M., Chaves, L.F., Juarez, J.G., Bolling, B.G., Rodriguez, A., Presas, Y.E., Mutebi, J.P., Weaver, S.C., Badillo-Vargas, I.E., Hamer, G.L. & Qualls, W.A. 2019. From Surveillance to Control: Evaluation of a Larvicide Intervention Against *Aedes aegypti* in Brownsville, Texas. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 35(3): 233-237.
- Hopp, M. J & Foley J. 2011. *Global-scale Relationships Between Climate and the Dengue Fever Vector Aedes aegypti* *Climate Change*. 48: 441-463.

- Husni, Zahir. 2019. 'Uji Resistensi Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida Golongan Organofosfat Di Kecamatan Medan Selayang'. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Hutabarat, R. R. 2020. Aktivitas Enzim Asetilkolinesterase Pada Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Di Kecamatan Medan Area. *Jurnal Ilmiah Kohesi*. 4(4): 138-143.
- Irianto, K., 2013. *Parasitologi Medis*. Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Karyanti, M. R., Uiterwaal, C. S. P. M., Kusriastuti, R., Hadinegoro, S. R., Rovers, M. M., Heesterbeek, H., & Bruijning-verhagen, P. 2014. The Changing Incidence of Dengue Haemorrhagic Fever in Indonesia : A 45-Year Registry-Based Analysis. *J. BMC Infectious Diseases*. 14(412): 1–7.
- Kemenkes RI. 2016. *Situasi DBD di Indonesia*. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Kemenkes RI. 2017. *InfoDatin Situasi Demam Berdarah Dengue Tahun 2017*. Jakarta.
- Kumara, C. J. 2021. 'Efektivitas Flavonoid, Tanin, Saponin Dan Alkaloid Terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*'. *Disertasi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kumoro, A. C. 2015. *Teknologi Ekstraksi Senyawa Bahan Aktif dari Tanaman Obat*. Plantaxia. Yogyakarta.
- Kurniawan, B., Rapina, R., Sukohar, A., & Nareswari, S. 2015. Effectiveness of The Pepaya Leaf (*Carica papaya* Linn) Ethanol Extract as Larvacide For *Aedes aegypti* Instar III. *Jurnal Majority*. 4(5): 76–84.
- Marhamah, M. & Husna, I. 2020. Potensi Ekstrak Rumput Laut Hijau (*Bryopsis pennata*) Sebagai Larvasida dalam Menekan Angka Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD). *Jurnal Medika Malahayati*. 4(1).
- Marianti, M. 2015. 'Pengaruh Granul Ekstrak Daun Sirih (*Piper Betle* Linn) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti linn*'. *Disertasi*. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Minarni, E., Armansyah, T., & Hanafiah, M. 2013. Daya Larvasida Ekstrak Etil Asetat Daun Kemuning (*Murraya paniculata* (L) Jack) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Medika Veterinaria*. 7(1): 27–29.
- Muawanah, M., Ahmad, A. & Natsir, H. 2016. Antioxidant Activity And Toxicity Polysaccharide Extract From Red Algae *Euclima cottonii* And *Euclima spinosum*. *Marina Chimica Acta*. 17(2).

- Mufadal, M. 2015. 'Isolasi Senyawa Alkaloid dari Alga Merah (*Euclima cottonii*) Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis serta Analisa Dengan Spektrofotometer UV-Vis dan FTIR' . *Disertasi* Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2).
- Noshirma, M. & Willa, R.W. 2016. Larvasida Hayati yang Digunakan dalam Upaya Pengendalian Vektor Penyakit Demam Berdarah di Indonesia. *Jurnal SEL*. 3(1): 31-40.
- Novizan. 2012. *Membuat Dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Nugraheni, R. A. 2017. 'Identifikasi Morfologi Telur Dan Larva Nyamuk Pembawa Vektor Penyakit Zoonosis Berbasis Citra Mikroskopis'. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Nurarif, A. H. & Kusuma. H. 2015. *Aplikasi Asuhan Keperawatan Berdasarkan Diagnosa Medis & Nanda Nic-Noc*. MediAction. Yogyakarta:
- Nurhaifah, D. & Sukesu, T.W. 2015. Effectivity of Sweet Orange Peel Juice as a Larvasides of *Aedes aegypti* Mosquito. *Kesmas-National Public Health Journal*. 9(3): 207-213.
- Prabha, V., Prakash, D.J. & Sudha, P.N. 2013. Analysis Ff Bioactive Compounds and Antimicrobial Activity Marine Algae *Kappaphycus alvarezii* Using Three Solvent Extracts. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 4(1): 306.
- Pratiwi, A. 2012. Penerimaan Masyarakat Terhadap Larvasida Alami. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 8(1): 254-267.
- Prakoso, G., Aulung, A., & Citrawati, M. 2017. Uji Efektivitas Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia*) Pada Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Profesi Medika : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*. 10(1).
- Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K. & Santoso, J. 2021. The Potential of *Euclima cottonii* Extract as a Candidate For Fish Anesthetic Agent. *Aquaculture and Fisheries*. 427-432.
- Purnama, S. G. 2017. *Diktat Pengendalian Vektor*. Universitas Udayana. Bali.
- Putra, D. R., Mulyadi, A. & Zulkifli, Z. 2021. Toxicity of Sea Grass Extract (*Euclima cottonii* And *Gracillaria* sp.) to Larva *Artemia salina*. *Asian Journal of Aquatic Sciences*. 4(2):.88-97.

- Rao, M. R. K. 2019. Lethal Efficacy of Phytochemicals Formulations Derived From The Leaf Control Dengue and Zika Vector. *Int. Res. J. Environmental Sci.* 9(2): 1-9.
- Refai, R., Hermansyah, H. & NauE, D. A. B. 2012. Uji Efektifitas Biolarvasida Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L) Terhadap Kematian Larva Instar III Nyamuk *Aedes aegypti*. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*. 1(11): 91-99.
- Setyaningsih, N. M. P. & Swastika, I., K. 2016. *Efektivitas Ekstrak Ethanol Daun Salam (Syzygium polyanthum) Sebagai Larvasida Terhadap Larva Nyamuk Aedes aegypti*. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Bali.
- Setyowati, E. 2013. *Biologi Nyamuk Aedes aegypti Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue*. Universitas Soedirman. Purwokerto.
- Sinaga, L., S. Martini, & L. D. Saraswati. 2016. Status Resistensi Larva *Aedes aegypti* (Linnaeus) terhadap Temephos (Studi di Kelurahan Jatiasih Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(1): 142–152.
- Soalani, D. 2010. *Peranan Ordo Diptera Nyamuk dan Lalat*. Jakarta.
- Soedarto. 2012. *Demam Berdarah Dengue Dengue Haemoohagic Fever*. Sugeng Seto. Jakarta.
- Soelama, H. J., Kepel, B.J. and Siagian, K.V. 2015. Uji Minimum Inhibitory Concentration (MIC) Ekstrak Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Streptococcus mutans*. *e-GiGi*. 3(2).
- Suciani. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Jeruk Nipis *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle Terhadap Perkembangan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Sucipto, C. D. 2011. *Vektor Penyakit Tropis*. Goysen Publishing. Yogyakarta.
- Sutarto & Syani, A.Y. 2018. Resistensi Insektisida pada *Aedes aegypti*. *Jurnal Agromedicine Unila*. 5(2): 582.
- Supriadi. 2013. Optimasi Pemanfaatan Beragam Jenis Pestisida Untuk Mengendalikan Hama Dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*. 32(1): 1–9.
- Susanna, D. 2011. *Entomologi Kesehatan*. UI Press. Jakarta.
- Suyanto, S. D. & Astuti, D. 2011. Hubungan Pengetahuan dan Sikap Dengan Praktek Pengendalian Nyamuk *Aedes aegypti* di Kelurahan Sangkrah Kecamatan Pasar Kliwon Kota Surakarta. *Jurnal Kesehatan*. 4(1): 1-13.

- Tandi, E. J. 2010. Pengaruh Tanin terhadap Aktivitas Enzim Protease. *In Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Makassar.
- Taslimah. 2014. 'Uji Efikasi Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa*) Sebagai Bioinsektisida Dalam Upaya Integrated Vector Management Terhadap *Aedes aegypti*'. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Trifani. 2012. *Ekstraksi Pelarut Cair-Cair*. Universitas Indonesia. Depok.
- Verawaty, S. J., Simanjuntak, N. H. & Simaremare, A. P. 2019. Tindakan Pencegahan Demam Berdarah Dengue dengan Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Masyarakat Di Kecamatan Medan Deli. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*. 29(4).
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R. & Permana, I.D.G.M. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 7(4): 213-222.
- Wahyuni, D. 2013. Granulasi Senyawa Toksin untuk Memberantas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Abstrak dan Executive Summary. Fakultas dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- Waskito, P. E. & Cahyati, W. H. 2018. Efektivitas Granul Daun Salam (*Eugenia polyantha wight*) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Spirakel*. 10(1): 12-20.
- Wati, F. 2015. Pengaruh Air Perasan kulit Jeruk Manis (*Citrus aurantium* sub spesies *sinensis*) Terhadap Tingkat Kematian Larva *Aedes aegypti* Instar III In Vitro. *Jurnal Ilmu Kedokteran*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Widiastuti, D. & Ikawati, B., 2016. Resistensi Malathion dan Aktivitas Enzim Esterase pada Populasi Nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten Pekalongan. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*. 12(2): 61-70.
- Womack, M. 1993. The Yellow Fever Mosquito, *Aedes aegypti*. *Wing Beats*. 5(4): 4.
- World Health Organization. 2011. *Comprehensive Guidelines For Prevention And Control Of Dengue And Dengue Haemorrhagic Fever*. WHO Regional Publication SEARO. Geneva.
- World Health Organization. 2016. *Monitoring and Managing Insecticide Resistance in Aedes Mosquito Populations: Interim Guidance for Entomologist*. World Health Organization Press. Geneva.

World Health Organization. 2021. *Dengue and Severe Dengue*. World Health Organization Press. Geneva.

Yasi, R. M. 2018. Plagiasi Uji Daya Larvasida Ekstrak Daun Kelor (*Moringa aloifera*) Terhadap Mortalitas Larva (*Aedes aegypti*) The Larvicidal Activity of *Moringa aloifera* Extract Leaf to the Larva's *Aedes aegypti* Mortality. *Journal of Agromedicine And Medical Sciences*. 4(3): 159-164.