

**UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradisiaca* L.) MUDA TERHADAP MORTALITAS
LARVA NYAMUK *Aedes aegypti***

(Skripsi)

Oleh

**Risa Dita Adifitri
2117021022**



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

**UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradisiaca* L.) MUDA TERHADAP MORTALITAS
LARVA NYAMUK *Aedes aegypti***

Oleh

Risa Dita Adifitri

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
2025**

ABSTRAK

UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca* L.) MUDA TERHADAP MORTALITAS LARVA NYAMUK *Aedes aegypti*

Oleh

RISA DITA ADIFITRI

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Pengendalian nyamuk *Aedes* sp. dapat dilakukan dengan memutus rantai penyebarannya, antara lain dengan mematikan larvanya menggunakan larvasida. Penggunaan larvasida sintetik secara terus-menerus dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, sehingga diperlukan biolarvasida sebagai alternatif pengendalian vektor yang ramah lingkungan dan menghindari resistensi. Ekoenzim kulit pisang kepok muda berpotensi sebagai biolarvasida *Ae. aegypti* karena memiliki kandungan asam organik dan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, dan tanin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai biolarvasida terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian merupakan penelitian faktorial 2 faktor yang dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Faktor pertama adalah konsentrasi ekoenzim 5%, 10%, 15%, 20%, air PAM (kontrol negatif) dan 1% abate (kontrol positif). Faktor kedua larva *Ae. aegypti* dengan instar III dan IV. Setiap unit perlakuan diujikan pada 25 ekor larva *Ae. aegypti* dengan pengulangan sebanyak 4 kali. Hasil analisis menunjukkan bahwa ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda memiliki aktivitas biolarvasida terhadap nyamuk *Ae. aegypti*. Semua konsentrasi mampu meningkatkan mortalitas larva bahkan pada konsentrasi terendah sekalipun. Nilai LC_{50} ekoenzim kulit pisang kepok muda terhadap larva *Ae. aegypti* instar III dan IV adalah konsentrasi 8,31% dan konsentrasi 7,29%, sedangkan nilai LT_{50} larva *Ae. aegypti* instar III dan IV adalah 15,21 jam dan 13,19 jam.

Kata Kunci: Biolarvasida, Ekoenzim, Larva *Aedes aegypti*, *Musa paradisiaca* L.

ABSTRACT

THE EFFECTIVINESS TEST OF UNRIPE KEPOK BANANA PEEL (*Musa paradisiaca* L.) ECOENZYME ON THE MORTALITY LARVAE OF *Aedes aegypti*

By

RISA DITA ADIFITRI

Aedes aegypti mosquito is a vector of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF). Control of *Aedes* sp. mosquitoes can be done by breaking the chain of transmission, among others by killing the larvae using larvicide. Continuous use of synthetic larvicide can cause environmental pollution, so biolarvicide is needed as an alternative to environmentally friendly vector control and avoid resistance. Ecoenzyme of unripe banana peel has the potential as a biolarvicide for *Ae. aegypti* because it contains organic acids and secondary metabolite compounds such as flavonoids, saponins, and tannins. This research aims to determine the effect of ecoenzyme of unripe kepok banana peel (*Musa paradisiaca* L.) as a biolarvicide on the mortality of *Ae. aegypti* mosquito larvae. This research is a 2-factor factorial research designed in a Randomized Complete Block Design (RCBD). The first factor is the concentrations of ecoenzyme 5%, 10%, 15%, 20%, PAM water (negative control) and 1% abate (positive control). The second factor was *Ae. aegypti* larvae with instars III and IV. Each treatment unit was tested on 25 *Ae. aegypti* larvae with 4 repetitions. The analysis showed that the ecoenzyme of unripe kepok banana peel (*Musa paradisiaca* L.) has biolarvicidal activity against *Ae. aegypti* mosquitoes. All concentrations were able to increase larval mortality even at the lowest concentration. The LC₅₀ value of unripe kepok banana peel ecoenzyme against *Ae. aegypti* larvae instars III and IV were 8.31% and 7.29%, while the LT₅₀ value of *Ae. aegypti* larvae instars III and IV were 15.21 hours and 13.19 hours.

Keywords: Biolarvicide, Ecoenzyme, *Aedes aegypti* larvae, *Musa paradisiaca* L.

Judul Skripsi

: **UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT
PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca* L.) MUDA
TERHADAP MORTALITAS LARVA
NYAMUK *Aedes aegypti***

Nama Mahasiswa

: **Risa Dita Adifitri**

NPM

: 2117021022

Jurusan/Program Studi

: Biologi/S1-Biologi

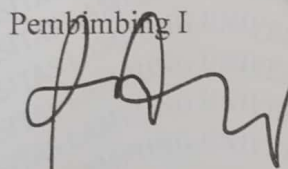
Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

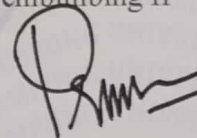
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



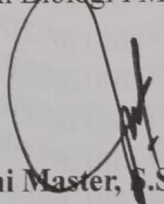
Rochmah Agustrina, Ph.D.
NIP. 196108031989032002

Pembimbing II



Primasari Pertiwi, M.Si.
NIP. 199307212022032007

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

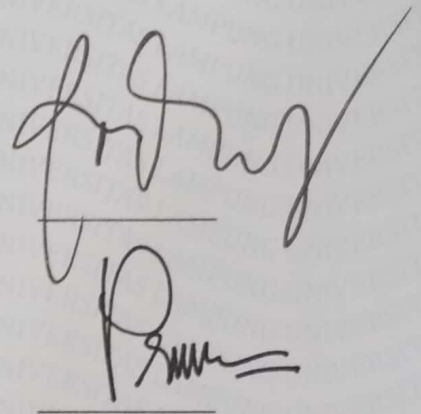


Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP. 198301312008121001

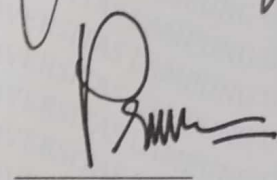
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

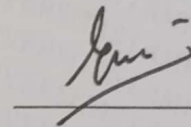
Ketua : Rochmah Agustrina, Ph.D.



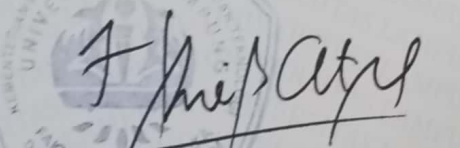
Sekretaris : Primasari Pertiwi, M.Si.



Anggota : Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 18 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risa Dita Adifitri
NPM : 2117021022
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul:

**“UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradisiaca* L.) MUDA TERHADAP MORTALITAS
LARVA NYAMUK *Aedes aegypti*”**

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

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

Bandar Lampung, 29 Juni 2024

Yang menyatakan



Risa Dita Adifitri

NPM. 2117021022

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lubuklinggau, Sumatera Selatan pada tanggal 15 Juni 2003. Penulis merupakan anak pertama dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Edi Riadi dan Ibu Rusnita.

Penulis mengawali pendidikan pertamanya di Taman Kanak-kanak Al-Lisan, Lubuklinggau di tahun 2008. Pada tahun 2009, penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 2 Beringin Raya pada tahun 2009 – 2015. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 14 Bandar Lampung pada tahun 2015 – 2018. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 7 Bandar Lampung pada tahun 2018 – 2021.

Pada tahun 2021, penulis resmi terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menempuh pendidikan studi di Jurusan Biologi FMIPA Unila, penulis pernah menjadi asisten praktikum Genetika, Praktik Keterampilan Dasar Laboratorium (PKDL), Zoologi Invertebrata, dan Biologi Sel. Penulis juga pernah menjadi Anggota Bidang Ekspedisi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila pada tahun 2022, dan menjabat sebagai Sekretaris Bidang Ekspedisi pada tahun 2023. Penulis juga terlibat dalam kepanitiaan berbagai acara yang diselenggarakan oleh HIMBIO, seperti Pekan Konservasi Sumber Daya Alam (PKSDA) ke-XXVI sebagai anggota subacara Aksi Lingkungan dan PKSDA ke-XXVII sebagai anggota Divisi Kesekretariatan.

Pada bulan Desember 2023 – Februari 2024, penulis telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Veteriner Lampung dengan judul “Analisis Hematologi (Eritrosit, Leukosit, dan Hemoglobin) sebagai Indikator Kesehatan pada Domba (*Ovis aries*) di Balai Veteriner Lampung”. Kemudian penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Braja Caka, Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Lampung pada bulan Juni – Agustus 2024.

PERSEMBAHAN



Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya karya ilmiah ini dapat terselesaikan.

Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya ini untuk orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

Orang tua dan Keluarga

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih karena telah memberikan kasih sayang, dukungan, serta doa yang tiada henti dalam mengiringi perjalanan hidup yang saya lalui.

Bapak dan Ibu Dosen Biologi Universitas Lampung

Yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan segala ilmunya dengan ikhlas, dan motivasi baik dalam perkuliahan maupun dunia kerja dan sebagainya kepada saya.

Almamater tercinta

Universitas Lampung yang memberikan kesempatan kepada saya untuk menimba ilmu.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.
Dia mendapat (pahala) dari kebajikan yang dikerjakannya dan dia mendapat
(siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya.”

(Q.S Al-Baqarah : 286)

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S Al-Insyirah : 6)

“Barang siapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya, Allah akan
memudahkan baginya jalan menuju surga.”

(HR. Muslim)

*“The beginning is perhaps more difficult than anything else, but keep heart, it will
turn out all right.”*

(Vincent van Gogh)

*“Success is not final, failure is not fatal : It is the courage to continue that
counts.”*

(Winston Churchill)

“Tahun yang berat harus dilalui dengan semangat yang kuat. Jalan yang panjang
harus dilalui dengan mental pejuang. Jaga ambisi, teguhkan hati. Hal yang
belum bisa didapat hari ini masih mungkin dikejar esok hari. Jangan cepat layu
dan sia-sia.”

(Boy Candra)

SANWACANA

Alhamdulillahilahi robbilalamiin,

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya. Berkat Ridha-Nya sehingga Skripsi dengan judul “Uji Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*” yang menjadi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung ini dapat diselesaikan.

Dalam penulisan Skripsi ini penulis menyadari bahwa banyak sekali kendala dan kekurangan. Namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak sehingga kendala-kendala dan kekurangan yang dihadapi dalam penulisan Skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A, IPM., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si. selaku Kepala Program Studi S1 Biologi FMIPA Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Hendri Busman, M.Biomed. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, dukungan, semangat, dan saran selama proses perkuliahan sampai terselesainya skripsi ini.

6. Ibu Rochmah Agustina, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu, membimbing, memotivasi, memberikan arahan, dan saran kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Primasari Pertiwi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu, membimbing, memotivasi memberikan arahan, dan saran kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
8. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan banyak masukan, saran, kritik, motivasi, dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan sampai mencapai gelar sarjana
10. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan sampai mencapai gelar sarjana
11. Kedua orang tua dan adik-adik penulis yang telah memberikan dukungan dan doa yang tulus kepada penulis sehingga menjadi termotivasi untuk menyelesaikan laporan ini.
12. Among (Alm. Zatiyah), Alak Lina, Udo Andri, dan Abang Ivan yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi, dan bantuan kepada penulis dari proses perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
13. Sahabat terkasih di grup Julid No Secret, Nurul Isnaini, Rara Nur Aini, dan Muhammad Gushafit yang selalu memberikan kehangatan, dukungan, semangat, dan mendengarkan keluh kesah, serta selalu setia menemani penulis dari awal perkuliahan hingga skripsi ini terselesaikan.
14. Anggy Wahyuni, sahabat penulis sedari SMA yang selalu menemani, memberikan motivasi, dan semangat yang luar biasa. Terima kasih sudah menjadi sahabat yang sangat baik bahkan seperti saudara. Terima kasih tidak pernah meninggalkan penulis sendirian, selalu menjadi garda terdepan saat penulis membutuhkan bantuan, dan selalu mendengarkan keluh kesah serta menghibur penulis saat merasa tidak baik-baik saja.

15. Nurul Isnaini, yang selalu ada untuk penulis kapanpun dan dimanapun, memberikan dukungan, semangat, motivasi tiada henti, dan mendengarkan setiap keluh kesah dari awal proses perkuliahan hingga saat ini.
16. Teman-teman Pesuruh 2023 (Fannia, Hafid Hak, Yasmin, Wana, Fakhri, Cintya, Balya, Ika, Alya, Malika, Ihya, Intan, Harlina, Nela, dan Elisabeth) yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan selalu memberikan hiburan di kala penat.
17. Teman-teman Jurusan Biologi angkatan 2021 yang telah memberi dukungan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan dalam penulisan kemudian hari agar menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi kita yang membutuhkan.

Bandar Lampung, 29 Juni 2025

Penulis

Risa Dita Adifitri

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Kerangka Pemikiran.....	4
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.).....	6
2.1.1 Kandungan Senyawa pada Kulit Pisang Kepok	7
2.2 Ekoenzim	11
2.2.1 Fermentasi Ekoenzim	12
2.3 <i>Aedes aegypti</i>	13
2.3.1 Morfologi dan Siklus Hidup <i>Ae. aegypti</i>	13
2.3.2 Pengendalian <i>Ae. aegypti</i>	17
2.4 Biolarvasida	18
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1 Alat Penelitian	19
3.2.2 Bahan Penelitian.....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4.1 Pengambilan Sampel	20
3.4.2 Pembuatan Ekoenzim Kulit Pisang Kepok.....	20
3.4.3 Pembuatan Larutan Uji.....	21
3.4.4 Pengukuran pH Ekoenzim.....	21
3.4.5 Uji Efektivitas Ekoenzim Terhadap Mortalitas Larva.....	22

3.5 Analisis Data.....	22
3.6 Diagram Alir Penelitian	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Pengaruh Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	24
4.2 Analisis Probit LC ₅₀ dan LT ₅₀ Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda Terhadap Mortalitas Larva <i>Ae. aegypti</i>	30
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil analisis ANOVA pengaruh ekoenzim kulit pisang kepok muda terhadap mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i> pada konsentrasi dan stadium larva berbeda	27
2. Rata-rata mortalitas nyamuk <i>Ae. aegypti</i> berdasarkan pengaruh konsentrasi ekoenzim kulit pisang kepok muda.....	27
3. Nilai LC ₅₀ ekoenzim kulit pisang kepok muda terhadap mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i> instar III dan instar IV	30
4. Nilai LT50 ekoenzim kulit pisang kepok muda terhadap mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i> instar III dan instar IV	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pisang kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	6
2. Struktur kimia alkaloid.....	8
3. Struktur kimia flavonoid	9
4. Struktur kimia tanin	9
5. Struktur kimia saponin	10
6. Struktur kimia terpenoid	11
7. Siklus hidup <i>Ae. aegypti</i>	14
8. Telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	14
9. Larva nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	15
10. Pupa nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	16
11. Imago nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	17
12. Diagram alir penelitian.....	23
13. Mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i> instar III setelah perlakuan ekoenzim kulit pisang kepok muda	24
14. Mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i> instar IV setelah perlakuan ekoenzim kulit pisang kepok muda	25
15. pH ekoenzim dari kulit pisang kepok muda.....	26
16. Fermentasi ekoenzim kulit pisang kepok selama 3 bulan.....	42
17. Cairan hasil fermentasi ekoenzim kulit pisang kepok.....	42
18. Pembiakan larva <i>Ae. aegypti</i>	42

19. Perlakuan pada larva uji	43
20. Larva uji sebelum perlakuan	43
21. Larva uji setelah perlakuan	43

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Nyamuk merupakan vektor dari banyak penyakit menular yang disebabkan oleh patogen dan parasit. Di antara spesies nyamuk yang menjadi vektor. *Aedes aegypti*, vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), demam chikungunya, dan demam zika. *Aedes aegypti* memiliki penyebaran yang sangat luas di seluruh dunia, terutama di daerah tropis dan subtropis, khususnya di kawasan perkotaan dan semi-perkotaan, yang berkontribusi pada penyebaran DBD (Ryan *et al.*, 2019).

DBD adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue. Virus ini ditularkan melalui gigitan nyamuk betina *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus*. Penyakit DBD merupakan satu dari beberapa penyakit menular yang menjadi masalah kesehatan dunia terutama di negara berkembang (Herdiansyah *et al.*, 2024). DBD pertama kali ditemukan pada tahun 1953 di Filipina, kemudian menyebar hampir di semua negara Asia (Suja'nah *et al.*, 2022). *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) melaporkan bahwa sekitar 40% populasi dunia yang tinggal di daerah yang berisiko tertular demam berdarah. *World Health Organization* (WHO) memperkirakan bahwa 50-100 juta infeksi terjadi setiap tahun, termasuk 500.000 kasus DBD dan 22.000 kasus yang menyebabkan kematian. Asia menempati urutan pertama jumlah penderita demam berdarah tertinggi setiap tahun salah satunya Indonesia.

Sebagai salah satu negara yang endemik terhadap penyakit DBD, jumlah kasus DBD di Indonesia terus meningkat dan menyebar luas, sehingga muncul Kejadian Luar Biasa (KLB) setiap 5-6 tahun (Bestari *et al.*, 2020).

Pada akhir tahun 2022 jumlah kasus dengue di Indonesia mencapai 143.000 kasus dengan angka kejadian dengue terbanyak di Provinsi Jawa Barat, Jawa Timur dan Jawa Tengah (Kemenkes, 2023).

Upaya pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilakukan dengan memutus siklus hidup nyamuk mulai dari nyamuk pradewasa (larva) sampai dewasa menggunakan insektisida dan larvasida (Widawati dan Prasetyowati, 2013). Pada tahun 1980, pemerintah Indonesia telah mengingatkan bahwa penggunaan larvasida sintetis, temefos (abate), untuk mengendalikan larva *Ae. aegypti* secara massal yang terus menerus dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, yaitu kematian organisme non-target, kontaminasi lingkungan, dan resistensi pada vektor (Al Kamal *et al.*, 2017). Kerugian yang ditimbulkan oleh larvasida sintetis ini menunjukkan pentingnya dicari metode alternatif untuk mengendalikan populasi nyamuk, salah satunya dengan menggunakan larvasida alami atau biolarvasida.

Bioinsektisida adalah pestisida yang terbuat dari bahan alami, seperti mikroorganisme atau ekstrak tanaman. Bioinsektisida berfungsi untuk mengendalikan populasi serangga yang lebih ramah lingkungan dibandingkan insektisida kimia sintetis. Bioinsektisida dapat digunakan untuk memutus rantai penyebaran nyamuk *Ae. aegypti* dengan cara memutuskan rantai penyebaran pada tahap larva (Sari *et al.*, 2023). Biolarvasida biasanya mengandung agen biologis yang efektif dalam mengatasi fase larva, umumnya terbuat dari bahan bioaktif yang berasal dari metabolit sekunder tumbuhan, karena memiliki sifat toksik terhadap serangga. Metabolit sekunder dalam tanaman, umumnya aspek terhadap senyawa steroid, alkaloid, fenolik, terpenoid, dan minyak. Beberapa kelebihan pemakaian biolarvasida adalah toksisitas yang rendah dan mudah terdegradasi oleh sinar matahari, udara, dan kelembaban (Ara *et al.*, 2021). Salah satu sumber biolarvasida yang mudah didapat adalah ekoenzim.

Ekoenzim merupakan larutan yang berasal dari proses fermentasi (Salsabila *et al.*, 2024). Fungsi ekoenzim yang beragam berdasarkan aktivitasnya dikelompokkan ke dalam empat kategori utama yaitu pengurai, penyusun, pengubah, dan pengkatalisis. Ekoenzim dapat digunakan sebagai pembersih lantai, pemurni udara, dan membantu menghilangkan bau, serta zat beracun yang terlarut. Ekoenzim juga efektif sebagai pengawet makanan karena kandungan asam propionatnya yang mampu mencegah pertumbuhan mikroba. Selain itu, kandungan asam asetat ekoenzim dapat menghancurkan organisme, sehingga berpotensi sebagai insektisida (Nazim dan Meera, 2017).

Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda mengandung unsur karbon, nitrogen, fosfor, dan kalium sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk pertumbuhan tanaman (Pratiwi *et al.*, 2024). Limbah tanaman kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda dapat dimanfaatkan sebagai bahan organik pembuatan ekoenzim. Berdasarkan hasil uji fitokimia diketahui bahwa ekoenzim kulit pisang kepok muda mengandung senyawa flavonoid, tanin, dan saponin (Salsabila *et al.*, 2024). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Salsabila *et al.* (2024), ekoenzim kulit pisang kepok muda dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Sedangkan pada penelitian Rathy *et al.* (2015), menunjukkan bahwa ekstrak kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dapat membunuh larva *Ae. aegypti*. Pada penelitian ini dilakukan kajian untuk mengetahui efektivitas ekoenzim kulit pisang kepok muda (*Musa paradisiaca* L.) sebagai agen biolarvasida terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai biolarvasida terhadap mortalitas larva nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Mengetahui nilai LC₅₀ dan LT₅₀ ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda terhadap larva *Ae. aegypti*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditularkan melalui gigitan vektor nyamuk betina *Ae. aegypti*. Kasus DBD terus meningkat setiap tahun, dan dikhawatirkan penyebarannya akan semakin meluas. Pengendalian kasus DBD dapat dilakukan dengan mengatasi penyebab penyakit serta penyebarannya. Salah satu metode untuk mengendalikan DBD adalah dengan menghambat perkembangbiakan larva nyamuk *Ae. aegypti* menggunakan larvasida. Umumnya larvasida yang digunakan merupakan larvasida sintetis yang apabila digunakan secara terus menerus dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, sehingga perlu adanya bahan alternatif sebagai pengganti larvasida sintetis. Biolarvasida adalah subkategori dari bioinsektisida yang secara khusus ditujukan untuk mengendalikan nyamuk pada tahap larva. Biolarvasida berisiko lebih ramah terhadap lingkungan dibandingkan penggunaan larvasida sintetis. Biolarvasida biasanya mengandung agen biologis yang efektif dalam mengatasi fase larva, umumnya terbuat dari bahan bioaktif yang berasal dari metabolit sekunder tumbuhan, karena memiliki sifat toksik terhadap serangga.

Ekoenzim dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda diketahui memiliki aktivitas sebagai bioinsektisida karena mengandung senyawa aktif seperti asam asetat dan berbagai metabolit sekunder yang berpotensi sebagai biolarvasida. Ekoenzim kulit pisang kepok muda (*Musa paradisiaca* L.) memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, tanin,

saponin. Senyawa metabolit pada ekoenzim kulit pisang kepok muda memiliki sifat toksik terhadap larva nyamuk, karena dapat mengganggu sistem pencernaan larva, menghambat pertumbuhan, dan menyebabkan kematian pada larva.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda memiliki pengaruh sebagai biolarvasida terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda diketahui memiliki nilai LC_{50} dan LT_{50} terhadap larva *Ae. aegypti*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.)

Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) merupakan tanaman dalam golongan monokotil tahunan berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu. Buah pisang kepok tersusun dalam tandan dimana setiap tandan terdiri atas beberapa sisir dan tiap sisir terdapat 10-14 buah berpenampang segi tiga atau segi empat. Daging buahnya berwarna putih kekuning-kuningan dengan tekstur lebih keras dan sedikit berkapur. Kulit buah pisang kepok yang masih muda memiliki warna hijau (Gambar 1) serta akan berubah menjadi warna kekuningan ketika sudah masak dengan memiliki ukuran yang terus akan membesar (Sinta dan Hasibuan, 2023).



Gambar 1. Pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) (Dokumentasi Pribadi)

Menurut Cronquist (1981) pisang kepok dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
 Phylum : Magnoliophyta
 Class : Liliopsida
 Ordo : Zingiberales
 Family : Musaceae
 Genus : *Musa*
 Species : *Musa paradisiaca* L.

2.1.1 Kandungan Senyawa pada Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang merupakan limbah dari buah pisang yang memiliki banyak manfaat (Ulfa *et al.*, 2020). Kulit pisang mengandung beberapa unsur penting yang dibutuhkan oleh tubuh diantaranya karbohidrat, magnesium, protein, kalsium, fosfor, zat besi, natrium, dan flavonoid. Senyawa bioaktif yang ada di dalam kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan (Enein *et al.*, 2016). Kandungan unsur gizi kulit pisang kepok cukup lengkap, seperti karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B, vitamin C dan air. Dilihat dari kandungan mineralnya kulit pisang kepok mengandung kalsium yang cukup tinggi yaitu sebesar 715 mg/100 g (May *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian Lunowa dan Bardin (2018), kulit pisang kepok memiliki kandungan senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, terpenoid. Sehingga saat dilakukan uji fitokimia pada kulit pisang kepok diketahui memiliki kandungan senyawa flavonoid, alkaloid dan tanin (Salsabila *et al.*, 2024). Kandungan kimia inilah yang memiliki potensi sebagai insektisida alami (Febriyanti dan Rahayu, 2012).

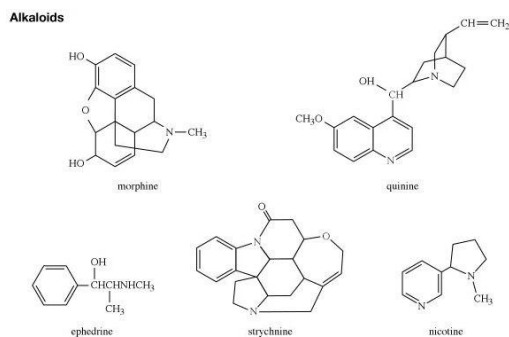
2.2.3 Kandungan Metabolit Sekunder Kulit Pisang Kepok

Berdasarkan penelitian Agnesia (2017), kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin,

dan terpenoid dimana kandungan tersebut, diketahui mampu memberikan efektivitas terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti*, diantaranya sebagai berikut.

1. Alkaloid

Alkaloid merupakan salah satu senyawa kimia yang mempunyai paling sedikit satu atom nitrogen, sifatnya basa dimana sebagian besar dari atom nitrogen ini termasuk bagian dari cincin heterosiklik. Alkaloid biasa ditemukan di dalam tanaman misalnya seperti pada daun, biji, ranting, akar, bunga, maupun pada batang tanaman yang mempunyai keaktifan fisiologis tertentu. Biasanya alkaloid berbentuk garam organik, padat, berkristal dan tidak berwarna (Karim *et al.*, 2022). Alkaloid memiliki mekanisme kerja dengan cara menghambat daya makan larva dan sebagai racun perut. Alkaloid dapat menghambat kerja enzim asetilkolin yang menyebabkan penumpukan asetilkolin, sehingga terjadi kekacauan pada sistem penghantaran impuls ke sel-sel otot (Kumara *et al.*, 2021). Struktur kimia alkaloid dapat dilihat pada Gambar 2.

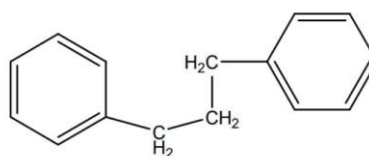


Gambar 2. Struktur kimia alkaloid (Bhambani *et al.*, 2021).

2. Flavonoid

Senyawa flavonoid adalah senyawa polifenol yang mempunyai 15 atom karbon yang tersusun dalam konfigurasi C6-C3-C6, artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C6 (cincin benzena tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon (Arifin dan Ibrahim, 2018). Flavonoid bekerja sebagai inhibitor pernapasan atau sebagai toksin pernapasan. Flavonoid mempunyai mekanisme

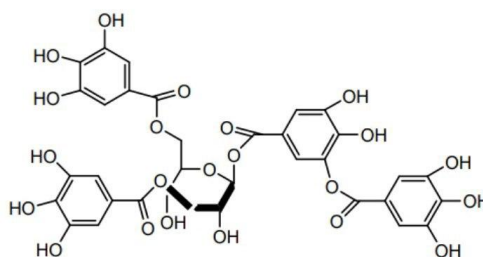
kerja dengan cara masuk ke dalam tubuh larva melalui sistem pernapasan yang kemudian menyebabkan layu pada saraf dan kerusakan pada sumsum tulang belakang akibatnya serangga tidak dapat bernapas dan akhirnya mati (Ilham *et al.*, 2019). Struktur kimia flavonoid dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia flavonoid (Noer *et al.*, 2018)

3. Tanin

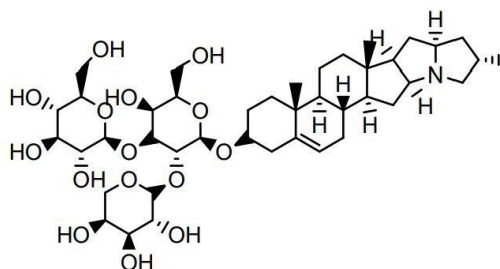
Tanin adalah senyawa polifenol dengan gugus hidroksil yang kompleks. Struktur tanin terdiri dari cincin benzena (C6) yang terikat pada gugus hidroksil (-OH). (Elgailani dan Christine, 2016). Secara umum tanin memiliki sifat tertentu, terutama dalam fisika dan kimia. Sifat fisika tanin membentuk koloid jika dilarutkan dalam air, memiliki bau yang khas, rasa asam dan sepat, berupa serbuk amorf, dan tidak memiliki titik leleh. Sedangkan sifat kimia tanin sulit dipisahkan dan sulit dikristalisasi, larut dalam pelarut organik, dan dapat dihidrolisis oleh asam, basa dan enzim (Mabrurroh, 2015). Tanin memiliki fungsi sebagai racun perut yang dapat mengganggu kerja enzim dalam mengikat protein pada sistem pencernaan serangga sehingga mengganggu proses pencernaan larva (Ishak, 2019). Struktur kimia tanin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur kimia tanin (Noer *et al.*, 2018)

4. Saponin

Saponin merupakan glikosida yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpenoid. Saponin memiliki berbagai kelompok glikosil yang terikat pada posisi C3, tetapi beberapa saponin memiliki dua rantai gula yang menempel pada posisi C3 dan C17 (Yanuartono *et al.* 2017). Saponin adalah detergen atau glikosida alami yang mempunyai sifat aktif permukaan yang bersifat amfifilik dan mempunyai berat molekul besar. Saponin dibedakan menjadi dua golongan yaitu saponin steroid dan saponin triterpenoid (Pratiwi *et al.*, 2023). Saponin mampu mengurangi aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan pada larva (Utami *et al.*, 2016). Struktur kimia saponin dapat dilihat pada Gambar 5.

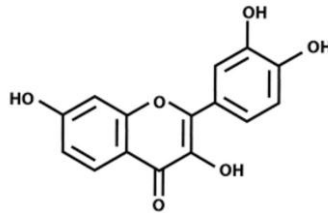


Gambar 5. Struktur kimia saponin (Noer *et al.*, 2018)

5. Terpenoid

Terpenoid adalah senyawa fitokimia turunan asam mevalonik yang tersusun dari isoprena 5-karbon dan polimer isoprena yang disebut terpen. Terpenoid memiliki struktur siklik yang bisa berikatan dengan alkohol. Terpenoid didefinisikan sebagai modifikasi senyawa terpen karena mengandung hidrokarbon yang teroksidasi (Yang *et al.*, 2020). Sifat non-polar terpenoid mudah menembus membran sel pada sisi hidrofobik sehingga membentuk misel. Adanya interaksi antara senyawa non-polar dari terpenoid dengan bagian non-polar dari membran sel menyebabkan permeabilitas

membran sel terganggu. Terpenoid juga memiliki efek sinergis bagi toksin lain dengan bertindak sebagai solven untuk memfasilitasi toksin bergerak melalui membran sehingga mengganggu metabolisme larva dan mengakibatkan kematian larva (Yulianti *et al.*, 2017). Struktur kimia terpenoid dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur kimia terpenoid (Azalia *et al.*, 2023)

2.2 Ekoenzim

Ekoenzim adalah cairan fermentasi yang diproduksi dari limbah sayur dan buah yang ditambahkan gula. Ekoenzim merupakan cairan yang memberikan dampak yang baik bagi lingkungan, proses produksi yang murah, dan juga mudah digunakan. Ekoenzim dapat membantu mengurangi jumlah sampah organik yang dihasilkan oleh rumah tangga yang komposisinya masih tinggi (Mardiani *et al.*, 2021). Fungsi yang dimiliki ekoenzim dapat dimanfaatkan sebagai pembersih lantai, pembersih sayur dan buah, penangkal serangga serta penyubur tanaman. Manfaat ekoenzim sebagai desinfektan disebabkan oleh kandungan alkohol dan asam asetat yang terdapat dalam cairan tersebut (Larasati, 2020).

Ekoenzim dapat diaplikasikan diberbagai bidang, fungsinya dibagi menjadi 4 kelompok utama yaitu mengurai, menyusun, mengubah dan mengkatalisis. Ekoenzim dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti pembersih lantai karena kondisi asamnya. Selanjutnya, dapat digunakan sebagai pemurnian udara atau menghilangkan bau dan udara beracun terlarut. Selain itu ekoenzim juga dapat digunakan sebagai pengawet makanan karena kandungan asam propionatnya yang efektif dalam mencegah pertumbuhan

mikroba. Asam asetat dalam ekoenzim juga dapat menghancurkan organisme, sehingga dapat digunakan sebagai insektisida atau pestisida (Nazim dan Meera, 2017).

2.2.1 Fermentasi Ekoenzim

Dalam pembuatannya, Ekoenzim membutuhkan kontainer berupa wadah yang terbuat dari plastik, penggunaan bahan yang terbuat dari kaca sangat dihindari karena dapat menyebabkan wadah pecah akibat aktivitas mikroba fermentasi. Ekoenzim tidak memerlukan lahan yang luas untuk proses fermentasi seperti pada pembuatan kompos dan tidak memerlukan bak komposter dengan spesifikasi tertentu (Prasetio *et al.*, 2021).

Selama proses fermentasi bahan organik akan dioksidasi oleh mikroba sehingga terjadi biodegradasi, secara enzimatik menghasilkan air, CO₂, dan energi, menguraikan bahan organik seperti karbohidrat menjadi glukosa. Glukosa kemudian diserap oleh bakteri sebagai sumber energi. Asam organik yang ada dalam bahan limbah juga larut ke dalam larutan fermentasi karena pH enzim sampah bersifat asam di alam. Enzim sampah memiliki kekuatan tertinggi untuk mengurangi atau menghambat patogen karena sifat asam dari enzim sampah membantu mengekstraksi enzim ekstraseluler dari limbah organik ke dalam larutan selama fermentasi (Septiani *et al.*, 2021). Dalam proses fermentasi glukosa dirombak untuk menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat dalam kondisi anaerob akan mengalami penguraian oleh piruvat dekarboksilase menjadi etanol dan karbondioksida, bakteri *Acetobacter* akan merubah alkohol menjadi asetaldehid dan air yang selanjutnya akan diubah menjadi asam asetat (Astuti *et al.*, 2020). Proses fermentasi akan berlangsung 3 bulan. Bulan pertama, akan dihasilkan alkohol, kemudian pada bulan kedua akan menghasilkan cuka dan pada bulan ketiga menghasilkan enzim. Pada bulan ketiga, ekoenzim sudah bisa dipanen (Prasetio *et al.*, 2021).

2.3 *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan serangga dengan ukuran tubuh kecil (± 5 mm) dan memiliki garis-garis hitam putih pada kaki dan punggungnya. Nyamuk *Ae. aegypti* yang memiliki virus dengue dalam tubuhnya dapat menyebabkan infeksi pada manusia lewat gigitannya (Delita dan Nurhayati, 2022).

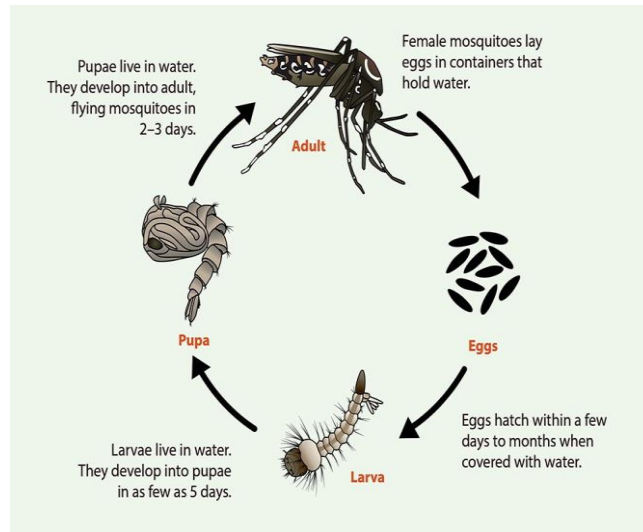
Ae. aegypti adalah vektor virus demam berdarah dan penyebab utama penyakit demam berdarah. Penularan terjadi karena nyamuk menggigit dan menghisap darah manusia, menghasilkan air liur dengan alat tusuknya, sehingga tidak dapat membeku. *Ae. aegypti* tersebar di seluruh dunia, sebagian besar di daerah tropis dan subtropis. Hal ini mengikuti siklus penyebarannya di desa, kota, dan daerah yang padat penduduk (Susanti dan Suharyo, 2017).

2.3.1 Morfologi dan Siklus Hidup *Ae. aegypti*

Menurut Borror *et al.* (1996), *Aedes aegypti* dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Ordo	: Diptera
Family	: Culicidae
Genus	: <i>Aedes</i>
Species	: <i>Aedes aegypti</i>

Nyamuk *Ae. aegypti* mengalami empat tahap perkembangan yang berbeda dari siklus hidupnya yaitu telur, larva, pupa, dan dewasa. Telur, jentik dan pupa *Ae. aegypti* biasanya dapat ditemukan pada genangan air yang tertampung disuatu tempat atau bejana. Umumnya perkembangbiakan telur hingga dewasa biasanya dalam waktu 9-10 hari (Lema *et al.*, 2021). Siklus hidup *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Siklus hidup *Ae. aegypti* (CDC, 2024)

a. Stadium Telur

Siklus hidup *Ae. aegypti* dimulai dari fase telur nyamuk yang akan menetas menjadi larva dalam waktu 1-2 hari pada suhu 20-40°C. Telur *Ae. aegypti* tidak mempunyai pelampung dan diletakkan satu persatu di atas permukaan air. Ukuran panjangnya berkisar 0,700 mm, berwarna putih dan berubah menjadi warna hitam dalam kisaran waktu 30 menit, mempunyai saluran berupa corong untuk masuknya spermatozoa, dan telur berbentuk elips dan mempunyai permukaan yang *polygonal* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8. Telur *Ae. aegypti* dalam keadaan kering dapat tahan 3 bulan lamanya (Febritasari *et al.*, 2016).



Gambar 8. Telur nyamuk *Ae. aegypti* (CDC, 2022)

b. Stadium Larva

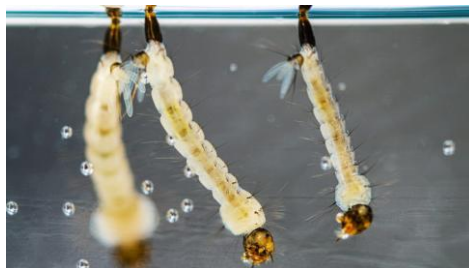
Telur nyamuk *Ae. aegypti* akan menetas dan berkembang menjadi larva setelah 1-3 hari. Ciri khas larva *Ae. aegypti* yaitu pada segmen VIII terdapat *comb* yang berduri lateral. Larva *Ae. aegypti* memiliki *siphon* yang merupakan alat pernafasan, sehingga larva *Ae. aegypti* menghirup oksigen menggunakan *siphon* yang terletak di belakang dan berada di atas permukaan air. Pada bagian tubuh lainnya menggantung secara vertikal. Bagian kepala terdapat rambut *clypeal* dalam dan rambut *clypeal* luar. *Thorax* terbagi antara *propleural*, *mesopleural*, *metapleural*, dan *shoulder* (Sabira *et al.*, 2024). Larva *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 9. Menurut Adrianto *et al.* (2023), terdapat empat fase instar akibat proses pergantian kulit larva sebagai berikut.

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

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

Instar III, *spinae* pada dada sudah terlihat jelas dan sifon berwarna cokelat, ukuran tubuh berkembang mencapai 4-5 mm. pada instar III, memiliki struktur yang lebih jelas sehingga mudah diamati.

Instar IV, tahap ini merupakan tahap perkembangan akhir larva yang ditandai dengan struktur tubuh lengkap terdiri dari kepala (*cephal*) yang dilengkapi sepasang mata dan antena, dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*). Larva berukuran 5-6 mm.



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

c. Stadium Pupa

Stadium pupa adalah fase terakhir siklus nyamuk yang berada di dalam lingkungan air. Stadium ini hanya berlangsung 2-3 hari tetapi dapat diperpanjang sampai 10 hari pada suhu rendah, dibawah suhu 10°C tidak ada perkembangan (Mawardi dan Busra, 2019). Pupa berbentuk seperti koma. Pada ruas ke delapan, terlihat sepasang *paddles* (alat pengayuh) yang digunakan untuk bergerak di dalam air seperti yang dapat dilihat pada Gambar 10. Pupa tidak membutuhkan makanan tetapi membutuhkan udara yang cukup. Pupa bernafas pada permukaan air melalui sepasang struktur seperti terompet kecil pada toraks (Lema *et al.*, 2021).



Gambar 10. Pupa nyamuk *Ae. aegypti* (CDC, 2022)

d. Stadium Dewasa

Nyamuk *Ae. aegypti* stadium dewasa atau imago memiliki tiga struktur tubuh utama, yaitu *cephal* (kepala), *thorax* (dada), dan *abdomen* (perut). Nyamuk memiliki dua jenis kelamin terpisah, yaitu jantan dan betina. Badan nyamuk betina lebih besar dibandingkan nyamuk jantan (Adrianto *et al.*, 2023). *Ae. aegypti* memiliki tubuh berwarna dasar hitam disertai corak putih keperakan pada dada, abdomen, kaki, dan sayap. Bercak putih pada tungkai kaki dan dua garis keperakan berbentuk siku berhadapan (*lyre-shaped*) di punggungnya merupakan ciri utama nyamuk *Ae. aegypti* (Supriyono *et al.*, 2023) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Imago nyamuk *Ae. aegypti* (Lema *et al.*, 2021)

2.3.2 Pengendalian *Ae. aegypti*

Upaya pemberantasan penyakit DBD yang terus dilakukan hingga saat ini bertujuan untuk memutus rantai penularan dengan memberantas vektor yaitu nyamuk *Ae. aegypti*, melalui pengendalian nyamuk mulai dari stadium telur, larva, dewasa. (Herawati dan Hakim, 2023).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2017 ada beberapa metode pengendalian vektor nyamuk yaitu metode pengendalian fisik dan mekanis, metode pengendalian secara kimia, dan metode pengendalian secara biologis, seperti berikut:

Metode pengendalian fisik dan mekanik mencakup upaya untuk mencegah, mengurangi, dan menghilangkan habitat serta populasi vektor secara langsung. Beberapa langkah yang dapat diambil antara lain modifikasi dan manipulasi lingkungan tempat perindukan (seperti 3M plus, pembersihan lumut, pengeringan, dan pengaliran/drainase), pemasangan kelambu, memakai pakaian lengan panjang, penggunaan hewan sebagai umpan nyamuk (*cattle barrier*), dan pemasangan kawat kasa.

Metode pengendalian secara kimiawi adalah upaya-upaya untuk mencegah, mengurangi, menghilangkan habitat perkembangbiakan dan populasi vektor secara kimia, antara lain *surface spray* (IRS), kelambu berinsektisida, larvasida, *space spray* (Pengkabutan panas/*fogging* dan dingin/ULV), dan insektisida rumah tangga (penggunaan repelen, anti

nyamuk bakar, *liquid vaporizer*, *paper vaporizer*, mat, aerosol, dan lain-lain).

Metode pengendalian secara biologis adalah upaya-upaya mencegah, mengurangi, menghilangkan habitat perkembangbiakan dan populasi vektor secara biologis, antara lain predator pemakan jentik (ikan cupang, mina padi dan lain-lain), bakteri, virus, fungi, manipulasi gen, dan penggunaan bahan-bahan alami.

2.4 Biolarvasida

Biolarvasida adalah larvasida yang terbuat dari bahan-bahan alami tumbuhan dan mengandung senyawa kimia bioaktif yang beracun bagi larva nyamuk *Ae. aegypti*. Larvasida ini juga mudah terurai di alam, sehingga tidak membahayakan lingkungan dan relatif aman bagi manusia (Sinaga *et al.*, 2021). Beberapa tanaman yang dapat digunakan sebagai biolarvasida pada nyamuk *Ae. aegypti* adalah daun cengkeh hutan (Rumasukun *et al.*, 2022), daun jeruk nipis (Bestari *et al.*, 2024), kayu secang (Habibie dan Fadilla, 2024), daun kumis kucing (Arisandy *et al.*, 2024), daun pisang (Karima dan Ardiansyah, 2021), dan lain-lain. Tanaman ini mengandung senyawa metabolit sekunder berupa tanin, alkaloid, terpenoid, saponin, flavonoid, senyawa tersebut bersifat toksik bagi larva nyamuk *Ae. aegypti* sehingga dapat digunakan sebagai larvasida (Karima dan Ardiansyah, 2021). Biolarvasida yang berasal dari tumbuh-tumbuhan terbukti berpotensi untuk mengendalikan vektor, baik untuk pemberantasan larva maupun nyamuk dewasa. Selain itu, jenis larvasida ini bersifat mudah terurai (*bio-degradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi alam serta bagi manusia dan binatang ternak karena residu cepat menghilang. Daya bunuh biolarvasida berasal dari zat toksin yang dikandungnya dapat bersifat racun kontak, racun pernapasan serta racun perut pada hewan yang berbadan lunak (Rumasukun *et al.*, 2022).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2024 – Maret 2025, di Laboratorium Zoologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung. Pembuatan ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu toples, plastik, karet, timbangan analitik, corong, gelas ukur, nampan dan gelas plastik, pipet tetes, pinset, PH meter, kamera HP, dan *stopwatch*.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan berupa ekoenzim yang terdiri dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda, molase, dan air sebagai sampel, abate 1%, larva *Aedes aegypti* instar III dan IV. Kulit pisang kepok diperoleh dari Desa Sukarame, Kecamatan Natar, Lampung Selatan. Molase diperoleh dari toko pertanian di Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan. Larva *Aedes aegypti* diperoleh dari Loka Laboratorium Kesehatan Masyarakat, Baturaja, Provinsi Sumatera Selatan.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian faktorial 2 faktor yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Faktor pertama adalah larva *Ae. aegypti* terdiri dari larva instar III dan IV. Faktor kedua adalah konsentrasi ekoenzim yang terdiri dari 5%, 10%, 15%, 20%, air PAM sebagai (kontrol negatif) dan 1% abate sebagai (kontrol positif) (Amalia *et al.*, 2024). Setiap unit perlakuan diujikan pada 25 ekor larva dan diulang sebanyak 4 kali (WHO, 2005). Pengulangan tiap kelompok dihitung menggunakan rumus Federer (1993) sebagai berikut.

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan: t (*treatment*) = jumlah perlakuan
 r (*replication*) = jumlah pengulangan
diketahui t : 6

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(6-1)(r-1) \geq 15$$

$$5r - 5 \geq 15$$

$$5r \geq 20$$

$$r \geq 4$$

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel

Telur nyamuk *Ae. aegypti* dalam bentuk sediaan kering dipelihara dalam nampan plastik yang diisi air selama 1-2 hari. Larva yang diperoleh diberi nutrisi pelet ikan dan dibiakkan selama 3-5 hari hingga diperoleh larva instar I sampai III. Larva telah berada pada stadium instar III dan IV, kemudian dipindahkan ke dalam gelas plastik pengujian.

3.4.2 Pembuatan Ekoenzim Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok muda dicuci bersih, kemudian dipotong kecil-kecil. Potongan kulit pisang dimasukkan ke toples plastik dicampur molase dan air

dengan perbandingan (kulit pisang kepok : molase : air = 3:1:10) yaitu sebanyak 900 gram kulit pisang : 300 mL molase : 3000 mL air. Toples plastik ditutup rapat dan disimpan di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung. Proses fermentasi berlangsung selama 3 bulan. Tutup toples plastik sewaktu-waktu dibuka untuk mengeluarkan gas yang dihasilkan selama proses fermentasi. Setelah 3 bulan, fermentasi kulit pisang disaring untuk memisahkan cairan ekoenzim dari ampas kulit pisang. Kemudian ekoenzim dipindahkan ke dalam wadah bersih sampai siap untuk dianalisis kandungan fitokimia (Salsabila *et al.*, 2024).

3.4.3 Pembuatan Larutan Uji

Larutan stok ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda konsentrasi 100% dibuat pengenceran ekoenzim dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, air PAM (kontrol negatif), dan 1% abate (kontrol positif). Pembuatan larutan uji dilakukan mengikuti metode yang digunakan Putri *et al.* (2021).

$$N_1.V_1 = N_2.V_2$$

Keterangan:

N_1 : Konsentrasi larutan yang tersedia (%)

V_1 : Volume larutan yang harus diencerkan (mL)

N_2 : Konsentrasi larutan yang diinginkan (%)

V_2 : Volume larutan yang diinginkan (mL)

3.4.4 Pengukuran pH Ekoenzim

Pengukuran pH ekoenzim dimulai dengan mengkalibrasi pH meter menggunakan larutan buffer pH 4 dan 7 sesuai prosedur yang ditentukan. Sebelum digunakan untuk mengukur pH ekoenzim, elektroda pH meter yang telah dikalibrasi harus dibilas dengan aquades dan dikeringkan dengan tisu. Untuk menguji pH, celupkan elektroda pH meter ke dalam 150 mL larutan ekoenzim, tunggu beberapa saat dan lihat nilai pH yang ditampilkan di layar pH meter.

3.4.5 Uji Efektivitas Ekoenzim Terhadap Mortalitas Larva

Larutan ekoenzim sebanyak 100 ml dengan konsentrasi yang telah ditetapkan dimasukkan ke dalam gelas plastik sebanyak 100 mL, gelas plastik kemudian dilabel sesuai perlakuan. Sebanyak 25 ekor larva *Ae. aegypti* instar III dan instar IV kemudian dimasukkan ke dalam gelas perlakuan. Pengamatan mortalitas dilakukan setiap 6 jam selama 24 jam setelah perlakuan (Ati *et al.*, 2023). Kematian larva ditandai dengan jatuhnya larva ke dasar air atau tenggelam, tidak bergerak, dan tidak merespon rangsangan (Moniharopon *et al.*, 2019).

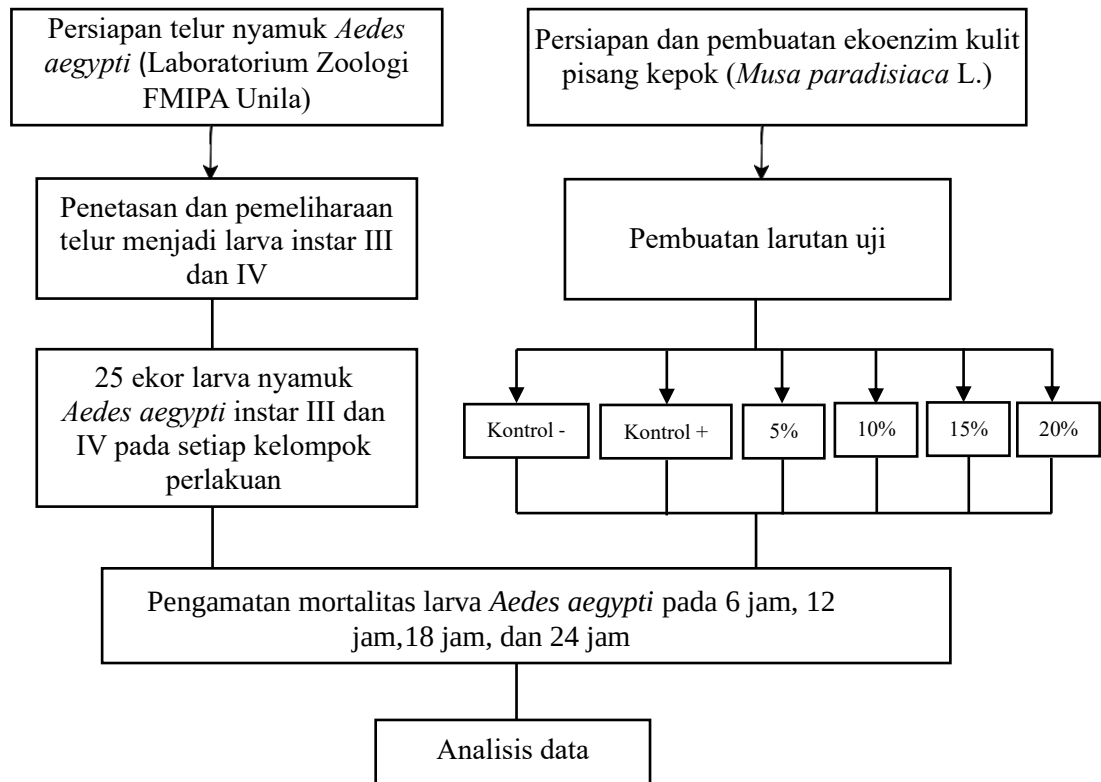
Uji efektivitas ini dilakukan untuk mengetahui daya bunuh dari ekoenzim kulit pisang kepok muda terhadap larva *Ae. aegypti* dengan menentukan nilai LC_{50} (*Lethal Concentration 50*) dan LT_{50} (*Lethal Time 50*) menggunakan analisis probit. Untuk mengetahui persentase kematian larva dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Persentase mortalitas} = \frac{\text{Jumlah larva yang mati}}{\text{Jumlah larva yang diuji}} \times 100\%$$

3.5 Analisis Data

Data mortalitas larva yang telah diperoleh dianalisis varians (ANOVA) pada $\alpha = 5\%$ untuk melihat pengaruh perlakuan ekoenzim dan stadium larva. Bila didapat pengaruh perlakuan yang menyebabkan perbedaan nyata pada mortalitas larva, analisis data dilanjutkan ke uji lanjut Tukey pada $\alpha = 5\%$ untuk melihat beda nyata antar rata-rata perlakuan. Efektivitas ekoenzim kulit pisang kepok muda terhadap mortalitas larva instar III dan IV dianalisis menggunakan analisis probit untuk mengetahui nilai LC_{50} dan LT_{50} .

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 12. Diagram alir penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Adapun kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa parasidiaca* L.) muda berpengaruh sebagai biolarvasida nyamuk *Ae. aegypti*, semakin tinggi konsentrasi ekoenzim yang digunakan menyebabkan tingkat mortalitas yang lebih tinggi.
2. Nilai LC_{50} ekoenzim kulit pisang kepok muda larva *Ae. aegypti* instar III adalah konsentrasi 8,31% dan instar IV adalah konsentrasi 7,29%.
Sedangkan nilai LT_{50} ekoenzim kulit pisang kepok muda pada larva *Ae. aegypti* instar III adalah 15,21 jam dan instar IV adalah 13,19 jam.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini baru diamati efek konsentrasi ekoenzim terhadap mortalitas larva, untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan uji biolarvasida terhadap perubahan histopatologi seperti bagian kepala (*cephal*), usus depan (*foregut*), dan usus tengah (*midgut*) larva *Ae. aegypti*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, H., Subekti, S., Arwati, H., dan Rohmah, E. A. 2023. *Pengendalian Nyamuk Aedes: dari Teori, Laboratorium, Hingga Implementasi di Komunitas*. Sukabumi: CV Jejak (Jejak Publisher).
- Agnesia, B. 2017. *Pengaruh Ekstrak Kulit Pisang Kepok (Musa paradisiaca var. bluggoe) Terhadap Pertumbuhan Jamur Candida albicans Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi*. Jambi: Pendidikan Biologi Universitas Jambi.
- Al Kamal, M. R., Syafei, N. S., dan Nasution, G. T. D. 2017. Perbandingan Efektivitas Antara Minyak Atsiri Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan Temephos sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. *Pharm Sci Res*. 4(1): 25–31.
- Amalia, L., Sriwahjuningsih, dan Nurjannah. 2023. Penggunaan Ekoenzim Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora* Piere) Untuk Pengendalian Larva Nyamuk *Culex* sp. *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*. 4(12): 350-358.
- Ara, Z. G. and Haque, A. R. 2021. A Comprehensive Review on Synthetic Insecticides: Toxicity to Pollinators, Associated Risk to Food Security, and Management Approaches. *J. Biosyst. Eng*. 46: 254–272.
- Arisandy, N., Wahyuni, D., dan Nuri, N. 2024. Potensi Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 23(1): 34-40.
- Astuti, A. P., Tri, E., dan Maharani, W. 2020. Pengaruh Variasi Gula Terhadap Produksi Ekoenzim Menggunakan Limbah Buah dan Sayur. *Prosiding Unimus*. 470-479.
- Ati, V., Mau, P., Meye, E., Dima, F., dan Amalo, D. 2023. Aplikasi Substitutif Ekstrak Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera* L.) Dengan Batang Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 10(1): 109-119.

- Audia, N., Daniel, dan Marliana, E. 2020. Uji Fitokimia dan Toksisitas (Brine Shrimp Lethality Test) Ekstrak Etanol, Fraksi Etil Asetat dan Fraksi Etanol Sisa Dari Daun Ajeran (*Bidens pilosa* L.). *Jurnal Atomik*. 05(2): 67-72
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Andriyani, F., Sanini, T., Supriyatin, dan Aulya, N. 2023. Uji Kualitatif Senyawa Aktif Flavonoid dan Terpenoid pada Beberapa Jenis Tumbuhan Fabaceae dan Apocynaceae di Kawasan TNGPP Bodogol. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 8(1): 32-43.
- Bestari, R., Budi, F., Rosyidah, D., dan Cahyo, F. 2020. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Medica Arteriana*. 2(2): 63-70.
- Bestari, R. S., Santosa, T. U., Rosyidah, D. U., Sintowati, R., dan Kusumaningrum, T. 2024. Efektivitas Ekstrak Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) dengan PEG 5% terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan - Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*. 23(2): 83-88.
- Bhambani, S., Kondhare, K. R., and Giri, A. P. 2021. Diversity in Chemical Structures and Biological Properties of Plant Alkaloids. *Molecules*. 26(3374).
- Bisyaroh, B. 2020. Uji Toksisitas Ekstrak Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Farmasi Tinctura*. 1(2): 34-44.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., and Johnson, N. F. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga (Edisi Keenam)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *An Introduction to The Study of Insects*.
- CDC. 2022. *Aedes aegypti* Eggs. Atlantan: CDC. Diakses tanggal 04 Juni 2025.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2024. *National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID). Lifetime Cycle of Aedes Mosquitoes*. <https://www-cdc-gov.translate.goog/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes>. Diakses 01 Oktober 2024.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York: Columbia University Press.
- Delita, K. dan Nurhayati. 2022. *Ekologi dan Entomologi Vektor Demam Berdarah Dengue Aedes aegypti*. Surabaya: Kurnia Group.
- Dwiyanti, F., Kurniawan, B., Lisiswanti, R., dan Mutiara, H. 2023. Hubungan pH Air terhadap Pertumbuhan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti*. *Medula*. 13(3): 158-163.

- Elgailani, I. E. H. and Christina, Y. I. 2016. Methods for Extraction and Characterization of Tannins from Some Acacia Species of Sudan. *Pak. J. Anal. Environ. Chem.* 17(1): 43-49.
- Enein, A., Salama, Z. A., Gaafar, A. A., Aly, H. F., Elella, F., and Ahmed, H. A. 2016. Identification of Phenolic Compound from Banana Peel *Musa paradisiaca* L. as Antioxidant and Antimicrobial Agents. *JOCPR*. 8(4): 46-55.
- Febrianti, N. dan Rahayu, D. 2012. Aktivitas Insektisidal Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Eupatorium odoratum* L.) terhadap Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). *In Prosiding Seminar Biologi*. 9(1).
- Febritasari, T., Hariani, N., dan Trimurti, S. 2016. Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) Instar III yang Dikoleksi dari Kelurahan Loa Bakung, Dadi Mulya dan Sempaja Timur Kota Samarinda Terhadap Abate. *Bioprospek*. 11(2): 25-31.
- Federer, W. T. 1993. *Statistical Design and Analysis for Intercropping Experiments (II)*. Springer science and Business Media.
- Habibie, A. dan Fadilla, Z. 2024. Efektivitas Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai Biolarvasida Nyamuk *Aedes aegypti* Penyebab Demam Berdarah Dengue. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Kesehatan dan Keperawatan*. 1(1): 164–174.
- Herawati, A. dan Hakim, A. 2023. Memo Education Health Sebagai Upaya Pencegahan DBD di Kelurahan Mekarjaya Tahun 2022. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Saga Komunitas*. 2(2): 166-177.
- Herdiansyah, D., Septira, A., Maharani, M., Nurwulan, G., Widiyanti, T., Queentari, R., Kurniawan, R., Rahmadhani, G., dan Astr, T. 2024. Gambaran Pengetahuan Masyarakat Terhadap Pencegahan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah Kerja Puskesmas Benda Baru. *AS-SYIFA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Kesehatan Masyarakat*. 5(1): 1-8.
- Ilham, R., Lelo, A., Harahap, U., Widyawati, T., and Siahaan, L. 2019. The Effectivity of Ethanolic Extract from Papaya Leaves (*Carica papaya* L.) as an Alternative Larvacide to *Aedes* spp. *J. Med. Sci.* 7(20). 3395–3399.
- Ishak, N. I. 2019. Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Limau Kuit (*Citrus amblycarpa*) sebagai Larvasida *Aedes aegypti* Instar III. *Jurnal MKMI*. 15(3): 302–310.
- Karim, A., Adnan, J., dan Irmawati. 2022. Penentuan Kadar Alkaloid Total Ekstrak Etanol Daun Ungu (*Graptophyllum pictum* L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Farmasi Pelamonia*. 42-47.

- Karima, W. and Ardiansyah, S. 2021. Lethal Efficacy of Banana Leaves Extract (*Musa paradisiaca* L.) Against *Aedes aegypti* Larvae. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*. 4(1): 7-12.
- Kemendes RI. 2017. *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Demam Berdarah Dengue di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Pengendalian dan Pencegahan Penyakit Kemendes RI. Tersedia di <https://www.dinkes.pulangpisaukab.go.id/wp-content/uploads/2020/09/Isi-Buku-DBD-2017.pdf>.
- Kemendes Kesehatan Republik Indonesia. 2023. *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2022*. Kemendes Kesehatan Republik Indonesia.
- Koraag, M. 2020. Lethal Time Ekstrak Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*. Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM. 300-309.
- Kumara, C. J., Nurhayani, N., Bestari, R. S., dan Dewi, L. M. 2021. Efektivitas Flavonoid, Tanin, Saponin, dan Alkaloid terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *Kolokium Penelitian Universitas*. 106–118.
- Larasati, D., Astuti, A. P., dan Maharani, E. T. 2020. Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang). In *Prosiding Seminar Nasional Edusainstek*. 279-283.
- Lema, Y., Almet, J., dan Wuri, D. 2021. Gambaran Siklus Hidup Nyamuk *Aedes* sp. di Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 4(1): 1-13.
- Lumowa, S. V. T. dan Syahril. B. 2018. Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(9). <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i9.87>.
- Manik, J. Luma, D., Kutani, L., Kailola, J., dan Boleu, F. 2020. Karakteristik Habitat Perkembangbiakan *Aedes aegypti* di Desa Gosoma, Halmahera Utara, Indonesia. *BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio*. 5(1): 31-36.
- Mardiani, I. N., Nurhidayanti, N., dan Huda, M. 2021. Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Organik sebagai Bahan Baku Pembuatan Eco Enzim bagi Warga Desa Jatireja Kecamatan Cikarang Timur Kabupaten Bekasi. *Jurnal Abdimas Pelita Bangsa*. 2(01): 42–47.
- Mardiyah, I., Marcelia, S., dan Winahyu, D. A. 2021. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Dalam Sediaan Semprot Sebagai Pengusir Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal of Pharmacy and Tropical Issues*. 1(1): 9-17.

- Masriyono, Radityaningrum, A., dan Afrianisa. 2019. Uji Toksisitas LC50 Air Limbah Restoran Cepat Saji Terhadap Biota Uji Ikan Nila Melalui Analisa Probabilitas Menggunakan Software Minitab. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur*. 459-464.
- Mawardi, R. dan Busra. 2019. Studi Perbandingan Jenis Sumber Air Terhadap Daya Tarik Nyamuk *Aedes aegypti* untuk Bertelur. *Serambi Engineering*. 4: 593-602.
- May, I., Ariani, R., dan Marsiti, C. 2019. Substitusi Tepung Kulit Pisang Kepok Pada Pembuatan Cake Pisang Ditinjau Dari Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan. *Jurnal Bosaparis: Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*. 10(1): 33-43.
- Moniharapon, D., Ukratalo, A., dan Wisnanda, B. 2019. Aktivitas Biolarvasida Ekstrak Etanol Kulit Batang Kedondong (*Spondias pinnata*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Biological Journal*. 1(1): 12-17.
- Nazim, F. dan Meera, V. 2017. Comparison of synthetic greywater using garbage Citrus enzymes. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 6(4): 49-54.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., dan Gresinta, E. 2018. Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid) Sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*. 18(1): 19-29.
- Prasetio, V. M., Ristiawati, T., dan Philiyanti, F. 2021. Manfaat Eco Enzyme Pada Lingkungan Hidup Serta Workshop Pembuatan Eco Enzyme. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(1): 21-29.
- Prasticha, Y. dan Surahmaida. 2024. Uji Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) Ekstrak Etanol 96% Daun Ande-Ande Lumut (*Selaginella doederleinei*). *BIOSPECIES*. 17(2): 1-6.
- Pratiwi, I., Abidin, Z., dan Aminah. 2023. Penetapan Kadar Senyawa Saponin Pada Batang dan Daun Beberapa Tanaman Pada Family Asteraceae. *Makassar Natural Product Journal*. 1(3): 18-21.
- Pratiwi, RF, Pratami, GD, Mumtazah, DF, & Agustrina, R. 2024. Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado Terhadap Mortalitas Kutu Putih Tanaman Pepaya. *Bioma: Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*. 9(2): 107-117.
- Putri, A., Fajarwati, F., dan Rachmadansyah, J. 2021. Analisis Parameter Fisika dan Kimia Outlet Ipal komunal Domestik Dusun Sukunan di Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah (PUSTEKLIM) Yogyakarta. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*. 6(2) 98-110.

- Putri, D. F., Triwahyuni, T., Saragih, J. R. N., Handayani, E. T., Monica, M., dan Buldani, A. 2024. Activities of Duku (*Lansium Domesticum* Corr.) Bark Extract Against *Aedes aegypti* Egg Stage. *JKM (Jurnal Kebidanan Malahayati)*. 10(6):543-551.
- Rathy, M., Sajith, U., and Harilal, C. 2015. Plant diversity for mosquito control: A preliminary study. *International Journal of Mosquito Research*. 2(1): 29-33.
- Reiskind, M. H. and Janairo, M. S. 2018. Tracking *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Larval Behavior Across Development: Effects of Temperature and Nutrients on Individuals' Foraging Behavior, *Journal of Medical Entomology*. 55(5): 1086–1092.
- Rumasukun, M., Nindatu, M., Kaihena, M., dan Jotlely, H. 2022. Potensi Biolarvasida Ekstrak Etanol Daun Cengkeh Hutan (*Syzygium obtusifolium* L.) Terhadap Mortalitas Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes aegypti*. *AGROLOGIA*. 11(2): 99-106.
- Ryan, S. J., Carlson, C. J., Mordecai, E. A., and Johnson, L. R. 2019. Global Expansion and Redistribution of *Aedes-borne* Virus Transmission Risk with Climate Change. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 13(3): 1-20.
- Sabira, Z., Jabal, A., Ratnasari, A., Toemon, A., dan Hanasia. 2024. Identifikasi Larva *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* di Kecamatan Pahandut Kota Palangka Raya. *Tropis: Jurnal Riset Teknologi Laboratorium Medis*. 1(1): 23-28.
- Salsabila, A. Z., Agustrina, R. Arifiyanto, A., Sumardi, dan Saputri, D. A. 2024. Uji Efektivitas Ekoenzim Berbahan Dasar Limbah Kulit Pisang Kepok Manado (*Musa paradisiaca* var. *formatypica*) Muda Sebagai Antimikroba. *BIOSFER, J.Bio. dan Pend.Bio*. 9(1): 70-80.
- Sari, V., Gafur, A., dan Sari, D. R. 2023. Efektivitas Minyak Serai Sebagai Bioinsektisida Nyamuk. *Jurnal Teknik Sains dan Manajemen Teknologi (JES-TM)*. 3 (1): 28–36.
- Septiani, U., Najmi, N., dan Oktaviani. 2021. Eco-Enzym: Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna di Yogyakarta. *Khazanah Kebajikan, Jurnal Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*. 2(1): 1–7.
- Sinaga, J., Tanjung, R., dan Auliani, R. 2021. Pembuatan Biolarvasida Sederhana dalam Pemberantasan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* dengan Pemanfaatan Ekstrak Daun Sirih. *Jurnal Abdidas*. 2(2): 303-310.

- Sinta, D. dan Hasibuan, R. 2023. Analisis Morfologi Tanaman Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Var. *Balbisiana colla*) di Desa Tanjung Selamat Kabupaten Labuhanbatu Selatan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 11(1): 86-97.
- Steinwascher, K. 2018. Competition among *Aedes aegypti* larvae. *PLoS One*. 13(11). doi: 10.1371/journal.pone.0202455.
- Suja'nah, D., Hadi, K., Arfah, A. I., Julyani, A., dan Fattah, N. 2022. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum*) untuk Menghambat Pertumbuhan Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*. 2(9): 598-603.
- Supriyono, S., Soviana, S., Musyaffa, M. F., Noviato, D., and Hadi, U. K. 2023. Morphological Characteristic of Dengue Vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* (Family: Culicidae) using Advanced Light and Scanning Electron Microscope. *Biodiversitas*. 24(2): 894-900.
- Susanti dan Suharyo. 2015. Hubungan Lingkungan Fisik dengan Keberadaan Jentik Aedes pada Area Bervegetasi Pohon Pisang. *Unnes Journal of Public Health*. 6(4): 271-276.
- Ulfa, A., Ekastuti, R., dan Wresdiyati, T. 2020. Potensi Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) dan Uli (*Musa paradisiaca sapientum*) Menaikkan Aktivitas Superoksida Dismutase dan Menurunkan Kadar Malondialdehid Organ Hati Tikus Model Hiperkolesterolemia. *Journal Acta Veteriana Indonesia*. 8(1): 40-46.
- Utami, W. W., Ahmad, A. R., dan Malik, A. 2016. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. 3(1): 141-145.
- WHO. 2005. Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides. *World Health Organization*.
- Widawati, M. dan Prasetyowati, H. 2013. Efektivitas Ekstrak Buah Beta vulgaris L. (Buah Bit) Dengan Berbagai Fraksi Pelarut Terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Aspirator J Penelit Penyakit Tular Vektor*. 5(1): 23-29.
- World Health Organization, Department of Control of Neglected Tropical Diseases. 2021. *Integrating neglected tropical diseases into global health and development: fourth WHO report on neglected tropical diseases*.
- Wulandari, D. dan Yulkifli. 2018. Studi Awal Rancang Bangun Colorimeter Sebagai Pendeteksi Pada Pewarna Makanan Menggunakan Sensor Photodiode. *Pillar of Physics*. 11(2): 81-87.

- Yang, W., Chen, X., Li, Y., Guo, S., Wang, Z., and Yu, X. 2020. Advances in Pharmacological Activities of Terpenoids. *Natural Product Communications*. 15(3): 1–13.
- Yanuartono, H., Purnamaningsih, A., Nururrozi, dan Indarjulianto, S. 2017. Saponin: Dampak terhadap Ternak (Ulasan). *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 6(2): 79-90.
- Yulianti, L., Supriadin, A., dan Rosahdi, T. D. 2017. Efek Larvasida Hasil Fraksinasi Ekstrak N-Heksana Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) terhadap Larva *Aedes aegypti*. *al-Kimiya*. 4(1): 38-44.
- Z uraida. 2018. Analisis Toksisitas Beberapa Tumbuhan Hutan Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 36(3). 239-246.