

**UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradisiaca* L.) MUDA SEBAGAI OVISIDA DAN
INSECT GROWTH REGULATOR LARVA *Aedes aegypti***

(Skripsi)

Oleh

**Rara Nur Aini
2117021024**



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

**UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradisiaca* L.) MUDA SEBAGAI OVISIDA DAN
INSECT GROWTH REGULATOR LARVA *Aedes aegypti***

Oleh

RARA NUR AINI

Skripsi

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

Pada

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



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

ABSTRAK

UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca* L.) MUDA SEBAGAI OVISIDA DAN INSECT GROWTH REGULATOR LARVA *Aedes aegypti*

Oleh

Rara Nur Aini

Pengendalian nyamuk umumnya dilakukan menggunakan insektisida sintetis, namun pemakaian yang terus menerus dapat menyebabkan resistensi dan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu dicari cara alternatif pengendalian nyamuk yang lebih ramah lingkungan. Ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin dan saponin yang berpotensi menghambat perkembangan nyamuk. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai ovisida dan *insect growth regulator* (IGR) terhadap larva *Aedes aegypti*, serta mengetahui nilai LC_{50} ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai ovisida. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Uji ovisida terdiri atas 6 perlakuan yaitu konsentrasi ekoenzim kulit pisang kepok muda 5%; 10%; 15%; 20%; air PAM (kontrol negatif) dan 1% azadirachtin (kontrol positif). Uji IGR terdiri atas 3 perlakuan yaitu konsentrasi ekoenzim kulit pisang kepok muda 20% dan air PAM (kontrol negatif) serta abate 1% (kontrol positif). Hasil analisis ANOVA uji ovisida menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan dengan nilai (Sig.) $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada pengamatan 48-72 jam. Hasil analisis ANOVA uji IGR didapatkan nilai (Sig.) $p = 0,000$ ($p < 0,05$) untuk mortalitas larva dan nilai (Sig.) $p = 0,116$ ($p > 0,05$) untuk mortalitas pupa. Hasil analisis probit pada uji ovisida menunjukkan nilai LC_{50} ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebesar 11,65% pada waktu 48 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda efektif sebagai ovisida dan *insect growth regulator* larva *Ae. aegypti*.

Kata kunci: *Ae. aegypti*, ekoenzim, IGR, kulit pisang, nyamuk, ovisida

ABSTRACT

EFFECTIVENESS TEST OF UNRIPE KEPOK BANANA (*Musa paradisiaca* L.) PEEL ECOENZYME AS AN OVICIDE AND INSECT GROWTH REGULATOR FOR *Aedes aegypti* LARVAE

By

Rara Nur Aini

Mosquito control is generally carried out using synthetic insecticides, but continuous use can cause resistance and environmental pollution. Therefore, it is necessary to find alternative ways to control mosquitoes that are more environmentally friendly. Unripe kepok banana (*Musa paradisiaca* L.) peel ecoenzyme contains bioactive compounds such as flavonoids, tannins and saponins that have the potential to inhibit mosquito development. This study aims to test the effectiveness of unripe kepok banana (*Musa paradisiaca* L.) peel ecoenzyme as an ovicide and insect growth regulator (IGR) against *Aedes aegypti* larvae, and to determine the LC₅₀ value of unripe kepok banana (*Musa paradisiaca* L.) peel ecoenzyme as an ovicide. This study used a Complete Randomized Block Design (CRBD). The ovicide test consisted of 6 treatments, namely the concentration of unripe banana peel ecoenzyme 5%; 10%; 15%; 20%; PAM water (negative control) and 1% azadirachtin (positive control). The IGR test consisted of 3 treatments, namely the concentration of unripe banana peel ecoenzyme 20% and PAM water (negative control) and 1% abate (positive control). The results of the ANOVA analysis of the ovicide test showed that there was a significant difference between treatments with a value (Sig.) $p = 0.000$ ($p < 0.05$). The results of the Tukey test showed no significant difference in the 48-72 hours observation. The results of the ANOVA analysis of the IGR test obtained a value (Sig.) $p = 0.000$ ($p < 0.05$) for larval mortality and a value (Sig.) $p = 0.116$ ($p > 0.05$) for pupal mortality. The results of the probit analysis on the ovicide test showed the LC₅₀ value of the unripe banana peel ecoenzyme of 11.65% at 48 hours. The results of the study showed that the ecoenzyme of unripe kepok banana (*Musa paradisiaca* L.) peel is effective as an ovicide and insect growth regulator for *Ae. aegypti* larvae.

Keywords: *Ae. aegypti*, ecoenzyme, IGR, banana peel, mosquito, ovicide

Judul Skripsi

: **UJI EFEKTIVITAS EKOENZIM KULIT
PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca* L.) MUDA
SEBAGAI OVISIDA DAN *INSECT GROWTH*
REGULATOR LARVA *Aedes aegypti***

Nama Mahasiswa

: **Rara Nur Aini**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2117021024

Jurusan/Program Studi

: Biologi/S1 Biologi

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing 1

Pembimbing II

Rochmah Agustrina, Ph.D.
NIP 196108031989032002

Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.
NIP 196405171988032002

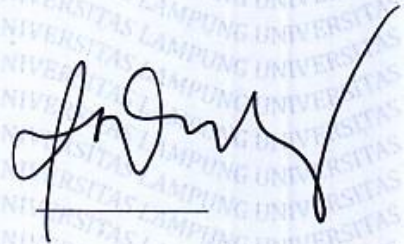
2. Ketua Jurusan Biologi
FMIPA Universitas Lampung

Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP 19830312008121001

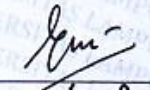
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Rochmah Agustina, Ph.D.



Sekretaris : Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.



Anggota : Gina Dania Pratami, S.Si, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng Heri Satria, S.Si, M.Si.
NIP 1971100112005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rara Nur Aini
NPM : 2117021024
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 paradisica* L.) MUDA SEBAGAI OVISIDA DAN INSECT GROWTH REGULATOR LARVA *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 dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain. Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah saya, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2025

Yang Menyatakan



Rara Nur Aini

NPM 2117021024

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 13 Januari 2003. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara oleh pasangan Bapak Rahmat Yulianto dan Ibu Jumana. Penulis beralamat di Dusun IV (Sarirejo) Desa Natar, Kec. Natar, Kab. Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Penulis mengawali pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak Sayang Ibu, Lampung Selatan di tahun 2008. Pada tahun 2009, penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Natar, Lampung Selatan. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Natar, Lampung Selatan pada tahun 2015. Pada tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Natar, Lampung Selatan.

Pada tahun 2021, penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi FMIPA Unila, penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Praktik Keterampilan Dasar Laboratorium (PKDL), Zoologi Invertebrata dan Biologi Sel. Penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila, sebagai Anggota Biro Dana dan Usaha (Danus) pada tahun 2021–2022, serta menjabat sebagai Bendahara Biro Dana dan Usaha (Danus) pada tahun 2022–2023. Penulis juga terlibat dalam kepanitiaan berbagai acara yang diselenggarakan oleh HIMBIO, seperti Pekan Konservasi Sumber Daya Alam (PKSDA) ke-XXVI dan XXVII sebagai anggota Divisi Dana dan Usaha.

Pada bulan Desember 2023 – Februari 2024, penulis telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Lampung dengan judul laporan **“Deteksi Paratuberkulosis Pada Sapi Impor di Balai Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan Lampung”**. Kemudian, pada bulan Juni – Agustus 2024 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Ngesti karya, kecamatan Waway Karya, kabupaten Lampung Timur, provinsi Lampung.

PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan rasa syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, nikmat, hidayah, dan ridha-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan

Shalawat beriring salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang dinantikan syafaatnya di *yaumul akhir*

Saya persembahkan skripsi ini untuk:

Orang tua yang sangat saya cintai dan sayangi, Bapak Rahmat Yulianto dan Ibu Jumana yang telah merawat, memberikan kasih sayang dan cinta, mengorbankan waktu, tenaga, dan materi yang tak terganti, serta doa yang selalu mengiringi setiap langkah yang saya lalui.

Almamater tercinta yang memberikan kesempatan kepada saya untuk menimba ilmu dan menjadi kebanggan saya dimanapun saya berada, Universitas Lampung

MOTTO

"Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(QS. Al-Baqarah: 286)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri."

(QS. Ar-Ra'd ayat 11)

"You only lose when you stop fighting"

(Jorge Lorenzo)

"Turn the pain into power"

The script

Dimana ada kemauan, disitu ada jalan

SANWACANA

Alhamdulillahirobbilalamiin,

Puji syukur atas kehadiran Allah, Tuhan yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya. Saya mengucapkan rasa syukur yang mendalam atas segala berkah dan bimbingan-Nya yang tak terhingga sehingga skripsi dengan judul, “**Uji Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda sebagai Ovisida dan *Insect Growth Regulator* Larva *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.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penulisan skripsi ini, namun penulis sangat bersyukur karena mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

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

5. Ibu Rochmah Agustrina, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu, membimbing, memotivasi, memberikan arahan, dan saran kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu, membimbing, memotivasi memberikan arahan, dan saran kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan banyak masukan, saran, kritik, motivasi, dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. 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.
9. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung atas dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan sampai mencapai gelar sarjana.
10. Zikri Aji Pamungkas selaku adik yang selalu membantu saya.
11. Gilang Audiokorgie Pangestu yang berkontribusi dari awal perkuliahan, penelitian, hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Sahabat seperjuangan Julid No Secret yang telah menjadi sahabat yang setia menemani, mendukung, menghibur serta menjadi tempat berkeluh kesah.
13. Teman-Teman Pesuruh 2023 (Hafidz, Hafid, Nela, Elisabeth, Harlina, Fannia, Yasmin, Wana, Fakhri, Ihya, Alya, Malika, Balya, Ika, Intan dan lainnya) yang telah mewarnai masa perkuliahan dengan berbagai pengalaman, dukungan, dan segala momen baik suka maupun duka.
14. Teman-teman Jurusan Biologi angkatan 2021 yang telah memberi dukungan dan semangat.
15. Kanda dan Yunda yang telah memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi. Akan tetapi, penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Bandarlampung, 23 Juni 2025

Penulis

Rara Nur Aini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Manfaat Penelitian	6
1.4 Kerangka Pemikiran.....	6
1.5 Hipotesis..	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	8
2.1.1 Morfologi dan Siklus Hidup.....	8
2.2 Ovisida.....	13
2.2.1 Mekanisme Ovisida	13
2.2.2 Senyawa Aktif Ovisida	14
2.3 Insect Growth Regulator	17
3.3.1 Senyawa Aktif <i>Insect Growth Regulator</i>	17
3.4 Kulit Pisang Kepok sebagai Sumber Bioaktif	18
3.5 Ekoenzim.....	19
3.6 Ekoenzim sebagai Ovisida	21
3.7 Ekoenzim sebagai Insect Growth Regulator.....	21
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat.....	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.3 Rancangan Penelitian.....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.4.1 Persiapan Telur dan Larva Instar III <i>Ae. aegypti</i>	24
3.4.2 Pembuatan Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda.....	25
3.5 Pembuatan dan Pengukuran pH Larutan Uji Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda	25

3.6 Uji efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda sebagai Ovisida dan <i>Insect Growth Regulator</i> Nyamuk <i>Ae. Aegyptii</i>	26
3.6.1 Uji Ovisida.....	26
3.6.2 Uji IGR	26
3.7 Analisis Data.....	26
3.8 Diagram Alir	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda sebagai Ovisida dan <i>Insect Growth Regulator</i> Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	28
4.1.1 Aktivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda sebagai Ovisida	28
4.1.2 Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda sebagai <i>Insect Growth Regulation</i>	33
4.2 Analisis Probit LC ₅₀ Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda sebagai Ovisida <i>Ae. aegypti</i>	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Hasil analisis ANOVA pengaruh ekoenzim kulit pisang kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) muda terhadap telur nyamuk pada konsentrasi dan waktu yang berbeda	29
Tabel 2. Hasil uji tukey telur <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas setelah perlakuan ekoenzim kulit pisang kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) muda	30
Tabel 3. Rata-rata mortalitas larva berdasarkan waktu pengamatan.....	33
Tabel 4. Rata-rata mortalitas pupa berdasarkan waktu pengamatan.....	34
Tabel 5. Hasil analisis ANOVA mortalitas larva pada uji IGR	34
Tabel 6. Hasil analisis ANOVA mortalitas pupa pada uji IGR	34
Tabel 7. Hasil Uji Probit LC ₅₀ ekoenzim kulit pisang kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) muda sebagai ovisida <i>Ae. aegypti</i>	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Siklus hidup nyamuk <i>Aedes</i>	9
Gambar 2. Telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	10
Gambar 3. Larva nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
Gambar 4. Larva <i>Ae. aegypti</i>	12
Gambar 5. Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dewasa	12
Gambar 6. Struktur flavonoid	14
Gambar 7. Struktur saponin	15
Gambar 8. Struktur tanin dan turunannya (a) struktur gallotanin (tanin terhidrolisis); (b) struktur ellagitanin (tanin terhidrolisis); (c) struktur tanin kompleks (turunan tanin terkondensasi); (d) Struktur tanin terkondensasi	16
Gambar 9. Struktur alkaloid	17
Gambar 10. Pisang kepok	19
Gambar 11. Telur <i>Ae. aegypti</i> fertil	24
Gambar 12. Diagram Alir Uji Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Muda sebagai Ovisida dan <i>Insect Growth Regulator</i> Larva <i>Aedes aegypti</i>	27
Gambar 13. Jumlah telur <i>Ae.aegypti</i> yang tidak menetas setelah perlakuan ekoenzim kulit pisang kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) muda	28
Gambar 14. Nilai pengukuran pH ekoenzim kulit pisang kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) muda pada berbagai konsentrasi yang berbeda.....	31

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat Indonesia yang beriklim tropis sering terpapar penyakit infeksi yang disebabkan oleh nyamuk. Nyamuk adalah salah satu vektor yang berperan dalam penyebaran penyakit pada manusia. Ada tiga penyakit utama yang dapat ditularkan oleh nyamuk, diantaranya malaria, demam berdarah dan filariasis. Salah satu spesies nyamuk yang menjadi vektor dari beberapa penyakit yaitu *Ae. aegypti*. *Ae. aegypti* merupakan jenis nyamuk yang berperan sebagai vektor utama penyakit demam berdarah dengue (DBD), filariasis, demam kuning (*yellow fever*), chikungunya, dan demam zika yang disebabkan oleh virus zika (Juariah *et al.*, 2024). Setiap tahunnya diperkirakan 50 juta orang terinfeksi penyakit DBD yang merupakan penyakit endemik di lebih dari 100 negara di dunia, termasuk Indonesia (Sukesi *et al.*, 2018).

Penurunan penularan penyakit dapat dilakukan dengan mengendalikan vektor penyakit dan binatang pengganggu. Vektor *Aedes* sp. menyebar mulai dari daerah perkotaan (urban) dengan jumlah penduduk yang sangat padat sampai ke daerah perdesaan (rural). Upaya pengendalian vektor nyamuk bisa dilakukan diantaranya dengan membatasi perkembangan vektornya (Atikasari dan Sulistyorini, 2018). Namun, pembatasan vektor yang umumnya menggunakan insektisida secara terus-menerus dalam waktu yang lama dapat memicu terjadinya resistensi serangga vektor (Gill and Garg, 2014). Resistensi *Ae. aegypti* terhadap insektisida bersifat menurun yang menjadikannya rintangan tunggal dalam keberhasilan

pengendalian vektor secara kimia. Resistensi vektor terhadap insektisida memunculkan masalah karena resistensi serangga atau vektor diturunkan pada keturunannya atau filialnya (Rodriguez *et al.*, 2014).

Selain menimbulkan resistensi vektor, penggunaan bahan sintetik misalnya *fogging* yang mengandung zat fumigant, piretroid dan lain-lain dapat menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan manusia maupun lingkungannya. Efek ini dapat bersifat langsung (akut) maupun baru berdampak pada jangka panjang (kronis). Oleh karena itu, perlu dicari alternatif lain untuk pengendalian vektor nyamuk dengan memanfaatkan insektisida alami (bioinsektisida) (Aseptianova *et al.*, 2017).

Menurut Wibowo *et al.*, (2024) pemanfaatan insektisida alami menjadi alternatif sistem dalam mengendalikan penyebaran vektor. Insektisida nabati adalah zat pembasmi serangga yang dihasilkan dari metabolisme sekunder dalam tumbuhan. Metabolit ini mempengaruhi berbagai aspek biologis dan perilaku serangga dengan cara menghambat proses pencernaan, dan bertelur, serta menghalangi proses metamorfosis dan pada dasarnya menyebabkan kematian nyamuk *Ae. aegypti* (Wibowo *et al.*, 2024). Insektisida alami atau bioinsektisida mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid dan bahan kimia lainnya yang dapat digunakan untuk membunuh dan mengendalikan serangga. Keuntungan dari penggunaan insektisida alami antara lain tidak meninggalkan residu di lingkungan, mudah dibuat, bahan yang digunakan mudah didapat dan hemat, aman dan ekonomis (Firyanto *et al.*, 2021).

Insektisida dikelompokkan menjadi akarisida, aphisida, termisida, larvasida dan ovisida. Pembagian ini didasarkan pada jenis atau stadium sasarannya. Menurut Wibowo *et al.*, (2024) pemanfaatan insektisida nabati menjadi alternatif sistem dalam mengendalikan penyebaran vektor. Ovisida adalah pestisida yang digunakan untuk membunuh telur atau cara kerjanya membunuh atau menghambat perkembanganbiakkan telur.

Ovisida alami atau bioovisida dapat diperoleh dari bagian tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Bahan-bahan dari tumbuhan tersebut dapat diolah dalam berbagai bentuk misalnya ekstrak (Souza *et al.*, 2020).

Telur *Ae. aegypti* dapat bertahan pada kondisi kering selama berbulan-bulan dan akan menetas jika lingkungannya mendukung. Hal ini memungkinkan nyamuk *Ae. aegypti* tetap dapat memperbanyak populasinya, meskipun larvanya telah dihilangkan (Santos *et al.*, 2012).

Telur *Ae. aegypti* dapat bertahan pada kekeringan karena cangkang telurnya terdiri dari tiga lapisan, yaitu *exochorion*, *endochorion*, dan *serosal cuticle*. Lapisan *serosal cuticle* meningkatkan impermeabilitas cangkang telur, sehingga menghambat air keluar dari embrio yang menyebabkannya dapat bertahan terhadap kondisi kering (Farnesi *et al.*, 2015).

Penggunaan *insect growth regulator* (IGR) juga efektif dalam mengendalikan populasi larva *Ae. aegypti*. IGR bekerja dengan mengganggu proses perkembangan larva, seperti menghambat sintesis kitin atau mengacaukan sistem hormon yang mengatur pergantian kulit (*molting*), sehingga larva tidak dapat berkembang menjadi pupa atau dewasa. Beberapa senyawa nabati, seperti flavonoid, tanin, dan saponin dari ekstrak daun kembang bulan telah terbukti memiliki aktivitas IGR terhadap larva *Ae. aegypti* (Salsabila *et al.*, 2021).

Salah satu pendekatan alternatif untuk memperoleh insektisida nabati yang mampu mengendalikan larva dan mengatasi ketahanan telur *Ae. aegypti* terhadap kekeringan adalah dengan memanfaatkan limbah berbahan dasar kulit pisang. Pisang sangat mudah dijumpai di Indonesia, termasuk di provinsi Lampung. Berdasarkan data Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik Lampung (2024) jumlah produksi pisang Provinsi Lampung tahun 2023 yaitu sebesar 1.322.030 ton. Tingginya produksi olahan pisang

menyebabkan akumulasi kulit pisang sebagai limbahnya semakin meningkat, sehingga diperlukan upaya penanganan yang tepat agar tidak mencemari lingkungan. Salah satu pemanfaatan kulit pisang adalah dijadikan bahan ekoenzim, sehingga selain dapat mengurangi akumulasi limbah, pembuatan ekoenzim dari kulit pisang menyebabkan limbah produksi pisang menjadi bernilai ekonomi. Dengan demikian pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan pembuatan ekoenzim dapat dijadikan sumber untuk meningkatkan ekonomi masyarakat yang mudah, pembuatannya tidak memerlukan lahan luas, dan tidak memerlukan wadah khusus (Larasati *et al.*, 2020).

Ekoenzim adalah larutan organik yang dihasilkan dari fermentasi sisa bahan-bahan organik seperti sayur atau buah dengan tambahan gula dan air (Munir *et al.*, 2021). Ekoenzim mampu berperan sebagai biopestisida karena kandungan metabolitnya dapat digunakan sebagai agen biopestisida misalnya flavonoid, saponin, dan alkaloid (Vama and Cherekar, 2020). Produk ekoenzim adalah produk yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan dampak negatif untuk lingkungan dan mampu mengurangi akumulasi sampah organik khususnya sampah sayur dan buah-buahan (Mahali *et al.*, 2022).

Madona *et al.* (2020) mengemukakan bahwa kandungan flavonoid, saponin, alkaloid dan minyak atsiri pada ekstrak daun tomat menunjukkan aktivitas ovisida terhadap telur nyamuk *Ae. aegypti*. Menurut Purwaningsih *et al.* (2015), ekstrak yang mengandung flavonoid mampu menghambat perkembangan telur *Ae. aegypti* menjadi larva bahkan merusak cangkang telur. Mayangsari *et al.* (2015) menyatakan bahwa saponin dapat menghambat penetasan telur. Saponin merupakan suatu triterpenoid yang berperan sebagai *ecdysion blocker* dan *entomotoxicity* yang menghambat perkembangan telur menjadi larva. Salsabila *et al.*, (2021) menyatakan bahwa flavonoid, tanin, dan saponin juga memiliki aktivitas IGR pada larva *Ae. aegypti*. Ekoenzim kulit pisang terbukti

mengandung senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid, tanin dan saponin (Salsabila *et al.*, 2024). Selain itu, adanya kandungan asam asetat dalam ekoenzim mampu menghancurkan organisme (Nazim and Meeta, 2017). Kandungan metabolit sekunder ini menunjukkan bahwa ekoenzim kulit pisang memiliki potensi sebagai ovisida dan *insect growth regulator* (IGR).

Amalia *et al.*, (2023) telah melakukan penelitian menggunakan ekoenzim sebagai insektisida nyamuk *Culex* sp. Hasilnya ditemukan bahwa ekoenzim kulit buah kopi (*Coffea canephora* Piere) berpengaruh sebagai insektisida alami terhadap larva nyamuk *Culex* sp. Penelitian lain yang dilakukan oleh Lauren *et al.*, (2021) membuktikan bahwa ekstrak etanol buah belimbing wuluh yang mengandung saponin, tanin, dan flavonoid memiliki aktivitas ovisida dan *insect growth regulator* (IGR) terhadap *Ae. aegypti*.

Sejauh ini, belum ada penelitian tentang potensi ekoenzim kulit pisang sebagai ovisida dan *insect growth regulator*. Oleh karena itu, dalam proposal ini diajukan suatu kajian dengan judul “Uji Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda sebagai Ovisida dan *Insect Growth Regulator* Larva *Aedes aegypti*”.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. mengetahui efektivitas ovisida dan IGR ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda terhadap *Ae. aegypti*
2. mengetahui konsentrasi ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda yang efektif sebagai ovisida dan IGR terhadap *Ae. aegypti*
3. menentukan nilai LC₅₀ ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai ovisida *Ae. aegypti*

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. memberikan informasi ilmiah tentang efektivitas ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai ovisida dan IGR terhadap *Ae. aegypti*
2. menyediakan informasi tentang bahan organik sebagai sumber insektisida alami pengendali nyamuk yang lebih ramah lingkungan
3. meningkatkan nilai ekonomis kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda

1.4 Kerangka Pemikiran

Masyarakat Indonesia yang beriklim tropis sering terpapar penyakit infeksi yang disebabkan oleh nyamuk. Nyamuk merupakan salah satu vektor utama penyebaran penyakit pada manusia, seperti malaria, demam berdarah, dan filariasis. Salah satu spesies nyamuk yang paling berbahaya adalah *Ae. aegypti*, yang berperan sebagai vektor utama penyakit demam berdarah dengue (DBD), filariasis, demam kuning, chikungunya, dan demam Zika. Setiap tahunnya, diperkirakan 50 juta orang terinfeksi DBD, yang menjadi penyakit endemik di lebih dari 100 negara, termasuk Indonesia. Oleh karena itu, pengendalian vektor nyamuk sangat penting untuk mengurangi penyebaran penyakit ini.

Pengendalian vektor nyamuk seperti *Ae. aegypti* sering dilakukan dengan menggunakan insektisida sintetik. Namun, penggunaan insektisida secara terus-menerus dapat menyebabkan resistensi pada nyamuk, mengurangi efektivitasnya, dan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia serta lingkungan. Resistensi ini bahkan dapat diturunkan ke generasi berikutnya, memperumit upaya pengendalian. Selain itu, bahan kimia dalam insektisida sintetik seperti piretroid dapat menimbulkan efek akut maupun kronis. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih aman dan berkelanjutan, seperti penggunaan insektisida alami atau bioinsektisida yang ramah lingkungan.

Salah satu solusi potensial adalah pemanfaatan ekoenzim kulit pisang sebagai bioinsektisida. Ekoenzim merupakan hasil fermentasi limbah organik yang mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid, yang dapat berperan sebagai ovisida dan *insect growth regulator* (IGR). Kandungan ini mampu menghambat perkembangan telur dan larva *Ae. aegypti*, sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Selain itu, pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan ekoenzim dapat mengatasi masalah limbah organik dan meningkatkan nilai ekonomi. Penelitian ini mengusulkan uji efektivitas ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai ovisida dan IGR terhadap *Ae. aegypti*, yang belum banyak dieksplorasi sebelumnya.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. ekoenzim dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda mempengaruhi daya tetas telur dan perkembangan larva *Ae. aegypti*.
2. diperoleh konsentrasi ekoenzim dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda yang efektif sebagai ovisida dan IGR terhadap *Ae. aegypti*.
3. diperoleh nilai LC₅₀ ekoenzim dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda yang efektif sebagai ovisida *Ae. aegypti*

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nyamuk *Ae. aegypti*

Ae. aegypti berasal dari Afrika. *Ae. aegypti* adalah spesies nyamuk liar yang berkembang biak di hutan. Pembukaan lahan untuk pemukiman mengakibatkan *Ae. aegypti* beradaptasi dengan lingkungan sekitar habitat manusia (peridomestik) dengan berkembang biak di wadah penyimpanan air di wilayah Afrika. Aktivitas perdagangan global pada abad ke-17 hingga ke-19 menyebabkan penyebaran spesies ini hingga ke Amerika dan Asia Tenggara (Ryan *et al.*, 2019).

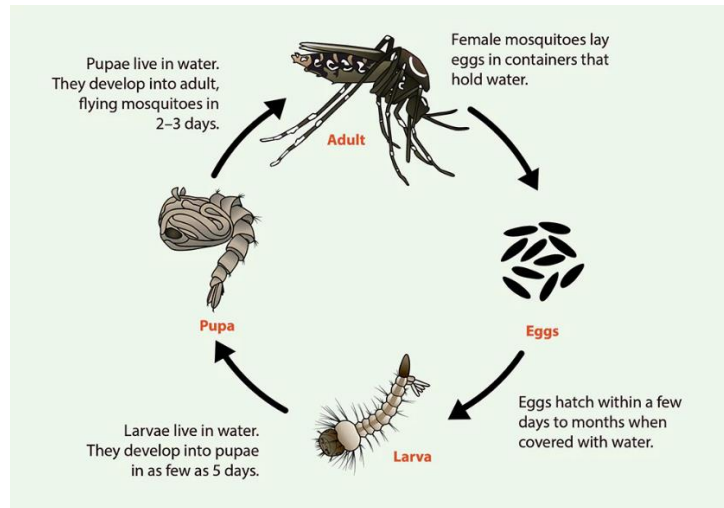
Adapun klasifikasi dari nyamuk *Ae. aegypti* menurut Borror *et al.*, (1989) adalah sebagai berikut:

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

2.1.1 Morfologi dan Siklus Hidup

Nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorfosis yang sempurna yaitu, telur – jentik (larva) – pupa – nyamuk dewasa (Gambar 1). Pada stadium telur, larva, hingga pupa spesies ini akan hidup di dalam air. Dalam waktu sekitar 2 hari setelah terendam air, telur akan menetas

dan menjadi larva. Selama 6-8 hari stadium larva akan berlangsung, dan stadium pupa akan berlangsung sekitar 2-4 hari. Telur bertumbuh hingga dewasa membutuhkan waktu sekitar 9-10 hari (Zen dan Sutanto, 2017).

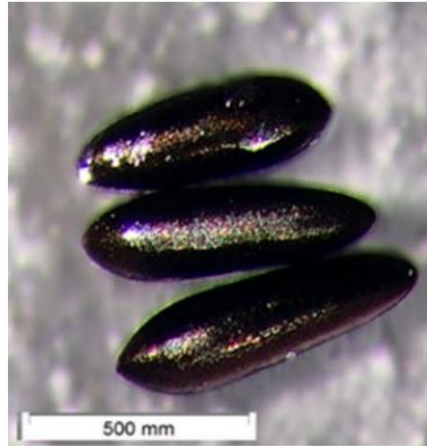


Gambar 1. Siklus hidup nyamuk Aedes (CDC, 2020)

a. Fase Telur

Telur *Ae. aegypti* setiap kali bertelur nyamuk betina dapat mengeluarkan kurang lebih 100 butir telur dengan berukuran 0,7mm per butir. Ketika pertama kali dikeluarkan oleh induk nyamuk, telur *Ae. aegypti* berwarna putih dan juga lunak. Kemudian telur tersebut menjadi warna hitam dan keras (Gambar 2). Telur tersebut dengan bentuk ovoid meruncing dan sering diletakkan satu per satu. Induk nyamuk biasanya meletakkan telurnya pada dinding tempat penampungan air seperti lubang batu, gentong, lubang pohon, dan bisa jadi di pelepah pohon pisang diatas garis air (WHO, 2009). Penetasan telur dipengaruhi oleh suhu dan pH, suhu yang optimum untuk penetasan telur *Ae. aegypti* yaitu berkisar 27-32°C dan pH yang optimum untuk penetasan telur *Ae. aegypti* yaitu berkisar 6-8 (Mayangsari *et al.*, 2015). Pada suhu 20°C-40°C, telur dapat bertahan hingga

berbulan-bulan namun dikelembaban yang rendah, telur dapat menetas dalam kurun waktu 1-2 hari. Pada kondisi normal, sebanyak 80% telur *Ae. aegypti* menetas pada hari pertama dan 95% pada hari kedua (Aradilla, 2009).



Gambar 2. Telur nyamuk *Ae. aegypti* (Pombo *et al.*, 2021)

Bagian luar telur *Ae. aegypti* terdiri dari lapisan cangkang telur. Cangkang telur berfungsi untuk melindungi embrio yang sedang berkembang dari tekanan biotik dan abiotik, serta membantu menjaga keseimbangan air. Cangkang telur *Ae. aegypti* terdiri dari tiga lapisan yaitu *exochorion*, *endochorion*, dan *serosal cuticle*. Lapisan *exochorion* dan *endochorion* sudah terbentuk pada saat telur diletakkan, karena kedua lapisan tersebut diproduksi oleh sel folikel betina selama choriogenesis di ovarium. Sedangkan *serosal cuticle* merupakan lapisan terdalam yang diproduksi selama sepertiga pertama embryogenesis nyamuk oleh *extraembryonic* serosa setelah sepenuhnya membungkus embrio (Farnesi *et al.*, 2015).

b. Fase Larva

Larva *Ae. aegypti* berwarna transparan ketika baru menetas dari telur. Terdapat empat stadium perkembangan larva, yaitu instar I hingga instar IV. Ukuran larva membesar seiring dengan perkembangan stadiumnya. Larva instar I *Ae. aegypti* hanya

memiliki panjang sekitar 1 mm, sedangkan pada larva instar IV panjangnya dapat mencapai 8 mm. Pada setiap instar, warna larva menjadi gelap sebelum pergantian cangkang (*ecdysis*) dan warna larva menjadi transparan kembali setelahnya (Bar and Andrew, 2013).



Gambar 3. Larva nyamuk *Ae. aegypti* (Surati, 2018)

Telur nyamuk akan menetas menjadi larva setelah 1-3 hari. Larva nyamuk atau biasa disebut jentik tidak berlengan dan memiliki abdomen lebih lebar dari kepala (Gambar 3). Kepalanya berkembang baik dilengkapi dengan sepasang antena dan mata majemuk. Larva selalu bergerak aktif di air. Sese kali larva bergerak ke permukaan air untuk bernapas dengan mengarahkan corong udara (sifon) ke permukaan air. Pada waktu istirahat, posisi larva tegak lurus dengan permukaan air (Marlik, 2017).

c. Fase Pupa

Pupa atau kepompong merupakan periode puasa yang ditandai dengan struktur kepala dan toraks menyatu menjadi bentuk seperti koma (Gambar 4). Pada periode ini pupa tetap bernafas namun tidak makan. Tubuh pupa terdiri dari sepalotoraks, abdomen, sifon, dan ekor. Suhu optimum untuk perkembangan pupa adalah sekitar 27° -30° C. Dalam waktu 1-2 hari kulit kepompong akan

pecah dan pupa siap berkembang menjadi nyamuk dewasa (Marlik, 2017).



Gambar 4. Larva *Ae. aegypti* (Zettel and Kaufman, 2019)

d. Fase Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa memiliki tubuh berwarna cokelat tua kehitaman. Tubuh nyamuk terbagi atas tiga bagian: kepala, dada, dan perut.



Gambar 5. Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa (CDC, 2024)

Morfologi nyamuk *Ae. aegypti* ditandai dengan badan berwarna dasar hitam disertai corak putih keperakan pada dada, abdomen, kaki, dan sayap. Bercak putih pada tungkai kaki dan dua garis keperakan melengkung berbentuk siku berhadapan (*lyre-shaped*) di punggungnya merupakan ciri utama nyamuk *Ae. aegypti*.

Umumnya ukuran nyamuk jantan relatif lebih kecil dari nyamuk betina, yaitu sekitar 4-5 mm dan 4-6 mm. Nyamuk *Aedes* betina mempunyai abdomen yang berujung lancip dan mempunyai cerci yang panjang (Theodora, 2018). Antena nyamuk *Aedes* jantan dan betina memiliki 13 segmen (flagella), dengan panjang 1-1,5 mm

dengan rambut-rambut kecil (funiculus) pada setiap segmen. Antena nyamuk jantan disebut plumose berbulu lebih lebat, sedangkan antena nyamuk betina yang disebut pilose berbulu jarang (Supriyono *et al.*, 2023).

2.2 Ovisida

Ovisida berasal dari bahasa latin yaitu *ovum* yang berarti telur dan *cide* yang berarti pembunuh. Ovisida merupakan suatu senyawa yang memiliki mekanisme kerja dengan merusak dan mengganggu perkembangbiakan telur (Widayat, 2017). Ovisida botani merupakan ovisida yang berasal dari tumbuhan dengan memanfaatkan bahan aktif atau metabolit sekunder yang berasal dari bagian tumbuhan seperti daun, batang, bunga, buah, biji, dan akar. Bahan-bahan dari bagian tumbuhan tersebut dapat diolah dalam bentuk ekstrak, rendaman, maupun rebusan (Oktafiana, 2018).

2.2.1 Mekanisme Ovisida

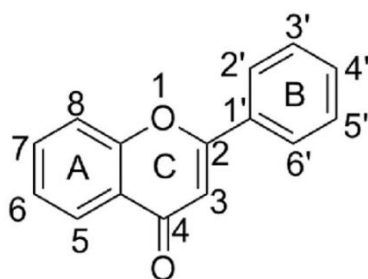
Mekanisme penghambatan daya tetas telur *Ae. aegypti* oleh ovisida diduga terjadi karena masuknya senyawa aktif ovisida ke dalam telur melalui titik-titik poligonal pada lapisan telur bagian luar. Masuknya senyawa aktif ovisida disebabkan karena potensial ovisida yang di lingkungan luar telur lebih tinggi (*hipertonis*) dibandingkan potensial air yang berada di dalam telur (*hipotonis*). Masuknya senyawa aktif ovisida ke dalam permukaan cangkang telur menyebabkan rusaknya permukaan *exochorion* yang terdiri dari *outer chorionic cell*, *micropyle*, *central tubercle* dan *peripheral tubercle* yang merupakan perlindungan pertama telur *Ae. aegypti* dari lingkungan luar dan senyawa toksik. Kemudian menembus bagian lebih dalam lagi yaitu *endochorion* dan *serosal cuticle* sehingga menyebabkan perkembangan telur atau *embryogenesis* terganggu dan berakhir dengan telur yang tidak menetas (Hutami, 2016).

2.2.2 Senyawa Aktif Ovisida

Kandungan senyawa kimia alami dalam tumbuhan yang diperkirakan dapat berfungsi sebagai insektisida atau ovisida antara lain golongan tanin, saponin, flavonoid, dan alkaloid. Ovisida adalah jenis insektisida yang memiliki mekanisme kerja membunuh atau menghambat perkembangbiakan telur. Zat aktif yang terkandung dalam ovisida akan masuk ke dalam telur. Masuknya senyawa aktif ovisida ke dalam telur akan mengganggu metabolisme dalam telur sehingga menyebabkan berbagai perubahan pada kondisi telur. Perubahan yang ditimbulkan antara lain rusaknya membran telur, sehingga senyawa aktif lain dapat masuk ke dalam telur dan mengakibatkan gangguan pada perkembangan telur serta berujung telur gagal menetas menjadi larva (Chinthia, 2016).

a) Flavonoid

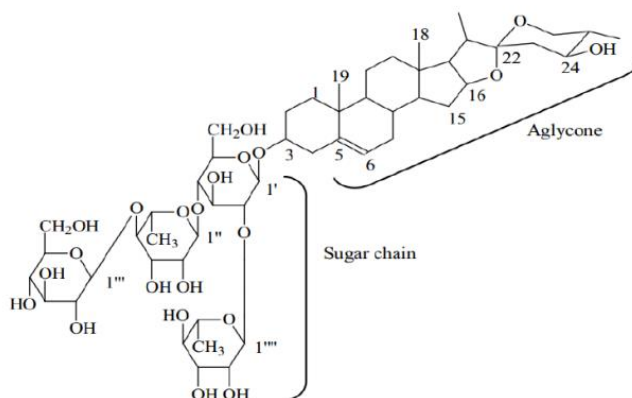
Purwaningsih *et al.*, (2015) menyatakan bahwa ekstrak yang mengandung flavonoid mampu menghambat pertumbuhan telur nyamuk *Ae. aegypti* menjadi larva bahkan merusak cangkang telur. Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang larut dalam air dan dapat ditemukan secara luas pada berbagai tumbuhan. Flavonoid termasuk senyawa polifenol yang struktur dasarnya terdiri dari 15 atom karbon dan sering ditemukan dalam bentuk glikon dan aglikon, terdiri dari cincin C6-C3-C6. Flavonoid disintesis dari turunan asam asetat atau fenilalanin melalui jalur asam shikimat. Flavonoid dapat diklasifikasikan ke dalam subkelas yang berbeda dan memberikan berbagai turunan yang sangat beragam (Wang *et al.*, 2018).



Gambar 6. Struktur flavonoid (Wang *et al.*, 2018)

b) Saponin

Saponin merupakan golongan senyawa glikosida yang dapat membentuk larutan koloidal dalam air dan terdapat buih bila dikocok. Saponin memberikan rasa pahit dan memiliki bau yang menyengat. Saponin pada hidrolisis menghasilkan glikon (gula) dan aglikon (sapogenin). Menurut struktur aglikon, saponin diklasifikasikan sebagai jenis netral dan asam. Saponin netral memiliki struktur steroid dengan rantai samping spiroketal yang terdapat dalam tumbuhan angiospermae monokotil. Sedangkan saponin asam memiliki struktur triterpenoid terdapat dalam tumbuhan angiospermae dikotil (Anggraito *et al.*, 2018).

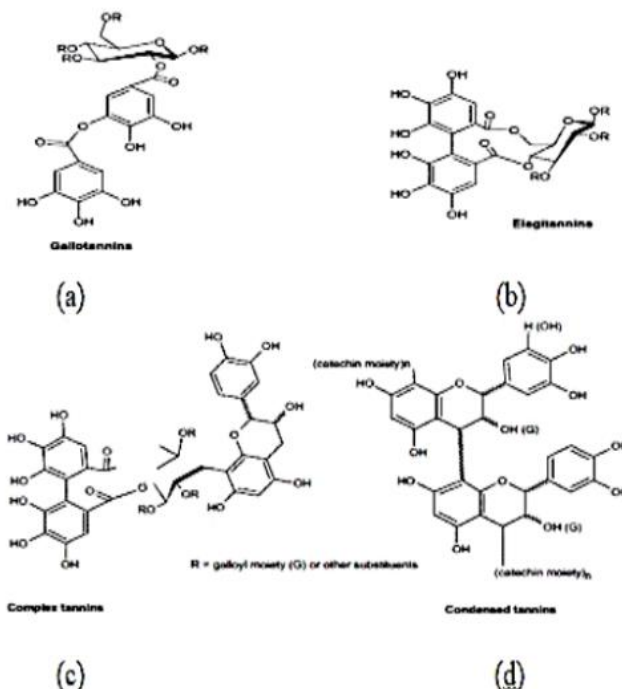


Gambar 7. Struktur saponin (Moghimpour and Handali, 2015)

c) Tanin

Senyawa tanin merupakan jenis senyawa fenolik yang memberikan rasa pahit. Senyawa tanin dapat bereaksi dan mengumpulkan protein atau senyawa yang mengandung asam amino dan alkaloid. Tanin banyak ditemukan pada banyak jenis tumbuhan dan mampu melindungi tumbuhan dari hama. Tanin terdiri dari gugus hidroksil, yang memberi mereka sifat hidrofilik, kelarutan dalam pelarut berair dan juga kemampuan untuk membentuk senyawa kompleks jika berinteraksi dengan protein, karbohidrat, asam nukleat dan alkaloid (Corral *et al.*, 2021). Tanin mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan menginaktivasi enzim-enzim esensial,

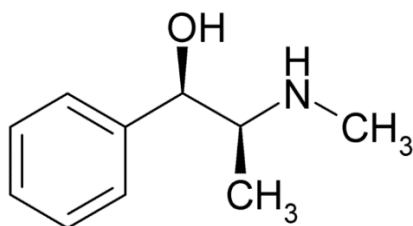
merusak membrane sel, dan destruksi fungsi material serta menghambat enzim *reverse transcriptase* dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk (Nurdianti *et al.*, 2022).



Gambar 8. Struktur tanin dan turunannya (a) struktur gallotanin (tanin terhidrolisis); (b) struktur ellagitanin (tanin terhidrolisis); (c) struktur tanin kompleks (turunan tanin terkondensasi); (d) Struktur tanin terkondensasi (Delgoda and Murray, 2017).

d) Alkaloid

Alkaloid adalah senyawa fitokimia turunan asam amino yang mengandung satu atau lebih cincin heterosiklik yang mengandung nitrogen. Alkaloid sangat reaktif terutama dalam reaksi biokimia. Alkaloid berkonjugasi dengan asam dan membentuk garam yang larut dalam air, dan banyak di antaranya berbentuk kristal. Hampir semua alkaloid memiliki rasa pahit dan kuat (Dey *et al.*, 2020). Sifat dasar alkaloid adalah larut dalam air dalam kondisi asam dan larut dalam lemak dalam kondisi saraf dan basa. Hal ini sangat penting untuk pelarutan dalam bentuk terprotonasi dan permeasi membran dalam bentuk terdeprotonasi (Heinrich *et al.*, 2021).



Gambar 9. Struktur alkaloid (Dey *et al.*, 2020)

2.3 Insect Growth Regulator

Insect Growth Regulator (IGR) adalah senyawa yang disintesis seperti hormon serangga serta bersifat biodegradabel. IGR dapat mengendalikan serangga termasuk kutu, kecoa, dan nyamuk dengan menghambat reproduksi, penetasan telur, dan pergantian kulit dari satu tahap ke tahap berikutnya (National pesticide information center, 2020). Menurut kemenkes RI (2012) IGR dibagi dalam 2 kelas yaitu:

1. *Juvenoid* atau *Juvenile Hormone Analog* (JHA). Penggunaan juvenoid untuk serangga mengakibatkan perpanjangan stadium larva dan gagalnya pertumbuhan menjadi pupa. Kelas ini mempengaruhi kinerja sistem endokrin maka metabolisme, reproduksi, pertumbuhan serta perkembangan serangga menjadi terganggu. Contoh JHA: metopren, fenosikarb, dan piripoksifen.
2. *Khitin* atau *Chitin Synthesis Inhibitor* (CSI) menghambat pembentukan kitin sehingga mengganggu proses ganti kulit. Kitin berfungsi dalam
3. Pembangun eksoskeleton nyamuk dan morfogenesis dinding sel. Insektisida yang menghambat pembentukan kitin dapat mengakibatkan eksoskeleton nyamuk rusak dan menyebabkan proses pertumbuhan serta metabolisme nyamuk akan terhambat sehingga mengakibatkan kematian. Contoh CSI: heksaflumoron dan difsublensuron.

3.3.1 Senyawa Aktif *Insect Growth Regulator*

Senyawa aktif *insect growth regulator* (IGR) merupakan kelompok bahan kimia yang dirancang untuk mengganggu proses perkembangan serangga, sehingga menghambat pertumbuhan dan reproduksi mereka.

IGR bekerja dengan cara meniru hormon alami serangga atau mengganggu sintesis hormon yang diperlukan untuk metamorfosis, sehingga mengakibatkan kematian larva sebelum mencapai fase dewasa. Beberapa senyawa aktif sebagai IGR yaitu:

- a) Flavonoid memiliki mekanisme kerja dengan cara masuk ke dalam tubuh larva melalui sistem respirasi yang akan menimbulkan kelumpuhan pada syaraf serta kerusakan pada sistem respirasi sehingga mengakibatkan larva sulit bernapas dan akhirnya mati.
- b) Alkaloid bertindak sebagai racun melalui mulut larva dan memiliki rasa yang pahit. Selain itu, alkaloid juga menyebabkan perubahan warna terjadi pada tubuh larva menjadi lebih transparan dan gerakannya yang melambat bila dirangsang dengan sentuhan serta selalu membengkokkan tubuhnya.
- c) Saponin bersifat racun mulut bagi larva dan memiliki rasa yang pahit sehingga menurunkan nafsu makan larva. Saponin juga dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan serta mengiritasi mukosa saluran cerna.
- d) Tanin bekerja dengan mengikat enzim protease, dengan terikatnya enzim tersebut oleh tanin, maka kerja enzim protease terhambat. Terhambatnya enzim protease mengakibatkan terganggunya metabolisme sel dan kekurangan nutrisi pada larva. Kekurangan nutrisi dapat menghambat pertumbuhan larva dan bila berlangsung secara terus-menerus akan berujung kematian (Salsabila *et al.*, 2021).

3.4 Kulit Pisang Kepok sebagai Sumber Bioaktif

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang). Volume kulit pisang sebagai limbah produksi pisang semakin meningkat dengan peningkatan pertumbuhan industri perkebunan dan industri pengolahan. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau (Supriyanti, 2015). Kulit pisang masih

mengandung bahan organik yang tinggi berupa potassium sebesar 78.1%, kalsium 19.2% dan besi 24.3% (Rustianti *et al.*, 2018). Kulit pisang juga mengandung unsur kimia lain seperti magnesium, fosfor, sulfur dan sodium yang masih bisa dimanfaatkan diantaranya sebagai bahan untuk pembuatan kompos (Putri *et al.*, 2022).



Gambar 10. Pisang kepek (Dokumentasi pribadi)

Kulit pisang kepek memiliki senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai pestisida nabati yaitu senyawa flavonoid, tannin dan terpenoid (Supriyanti, 2015). Hal ini didukung oleh uji fitokimia yang dilakukan Lumowa dan Bardin (2018) yang menunjukkan bahwa kulit pisang kepek mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, triterpenoid, dan saponin. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa kulit pisang kepek memiliki berbagai potensi, diantaranya sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* (Primadiamanti *et al.*, 2021), sebagai pupuk alami (Sari *et al.*, 2020), sebagai bioinsektisida (Pramushinta, 2020), biosorben logam besi (Fe) (Arifiyana dan Devianti, 2020) dan lain-lain.

3.5 Ekoenzim

Ekoenzim adalah ekstrak cairan yang dihasilkan dari fermentasi sisa sayuran dan buah-buahan dengan substrat gula merah. Prinsip proses pembuatan ekoenzim sendiri sebenarnya mirip proses pembuatan kompos, namun ditambah air sebagai media pertumbuhan sehingga produk akhir yang diperoleh berupa cairan yang lebih disukai karena lebih mudah digunakan.

Keistimewaan ekoenzim ini adalah tidak memerlukan lahan yang luas untuk proses fermentasi seperti pada pembuatan kompos, bahkan produk ini tidak memerlukan bak komposter dengan spesifikasi tertentu. Ekoenzim memiliki banyak manfaat seperti dapat digunakan sebagai *growth factor* tanaman, campuran deterjen pembersih lantai, pembersih sisa pestisida, pembersih kerak dan penurunan suhu radiator mobil (Astuti dan Maharani, 2020).

Ekoenzim merupakan suatu cairan yang diperoleh dari hasil fermentasi bahan-bahan sederhana seperti gula, limbah atau sampah organik, dan air selama tiga bulan dengan komposisi 1 : 3 : 10 (900 g sampah organik : 300 mL molase : 3000 mL air). Selama fermentasi, karbohidrat diubah menjadi asam volatile dan disamping itu, asam organik yang ada dalam bahan limbah juga larut ke dalam larutan fermentasi karena pH enzim sampah bersifat asam di alam (Nazim dan Maeera, 2013).

Larutan ekoenzim umumnya mengandung berbagai zat-zat aktif seperti asam organik, senyawa metabolit sekunder, fenol, serta beberapa senyawa aktif sebagai penghasil aktivitas mikroba berbahan dasar kulit buah atau limbah sayuran. Kandungan larutan ekoenzim dapat bermanfaat sebagai penunjang pertumbuhan dan antimikroba bagi tanaman, agen pembersih rumah tangga, penangkal serangga dan sebagai pembersih buah dan sayur (Yanti dan Chandra, 2020).

Enzim dalam ekoenzim memiliki kekuatan tertinggi untuk mengurangi atau menghambat patogen karena sifat asam dari enzim di dalam ekoenzim membantu mengekstraksi enzim ekstraseluler dari limbah organik ke dalam larutan selama fermentasi. Dalam proses fermentasi glukosa dirombak untuk menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat dalam kondisi anaerob akan mengalami penguraian oleh piruvat dekarboksilase menjadi asetaldehid, selanjutnya asetaldehid diubah oleh alkohol dehidrogenase menjadi etanol dan karbondioksida, dimana bakteri *Acetobacter* akan merubah alkohol menjadi asetaldehid dan air, yang selanjutnya asetaldehid akan diubah menjadi asam asetat (Astuti dan Maharani, 2020).

3.6 Ekoenzim sebagai Ovisida

Berdasarkan penelitian Salsabila *et al.* (2023), diketahui bahwa ekoenzim berbahan dasar limbah kulit pisang kepok manado muda mengandung senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid, tanin dan saponin. Ketiga senyawa tersebut dapat digunakan sebagai ovisida. Menurut Purwaningsih *et al.* (2015), ekstrak yang mengandung flavonoid mampu menghambat pertumbuhan telur nyamuk *Ae. aegypti* menjadi larva bahkan merusak telur sehingga terjadi kerusakan pada cangkang telur. Penelitian yang dilakukan oleh Mayangsari *et al.* (2015) menyatakan bahwa senyawa lain yang berperan aktif dalam proses penghambatan penetasan telur adalah saponin. Senyawa ini merupakan suatu triterpenoid yang berperan sebagai *ecdysion blocker* dan merupakan suatu *entomotoxicity* yang dapat menghambat perkembangan telur menjadi larva. Sementara senyawa tanin bertindak sebagai ovisida dengan cara mengikat protein pada lapisan *exochorion* telur *Ae. aegypti* sehingga sirkulasi oksigen ke dalam telur terganggu yang berpengaruh terhadap perkembangan embrio (Wirawan *et al.*, 2015).

3.7 Ekoenzim sebagai Insect Growth Regulator

Ekoenzim kulit pisang kepok diketahui memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, tanin dan saponin (Salsabila *et al.*, 2024). Ketiga senyawa ini dapat berperan sebagai *insect growth regulator*. Flavonoid mampu melumpuhkan saraf pada sistem respirasi sehingga larva akan sulit bernapas. Sementara itu, saponin berperan sebagai racun mulut yang dapat menimbulkan rasa pahit bagi larva sehingga nafsu makan larva akan menurun. Saponin juga mampu menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan serta mengiritasi mukosa pada saluran cerna. Senyawa tanin berperan untuk mengikat enzim protease sehingga akan mengganggu metabolisme sel dan kekurangan nutrisi pada larva (Salsabila *et al.*, 2021).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2024 – Maret 2025. Uji efektivitas ekoenzim sebagai ovisida dan *insect growth regulator* dilakukan di Laboratorium Zoologi II, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

1. Penyediaan telur *Ae. aegypti* menggunakan mikroskop stereo untuk mengamati telur *Ae. aegypti*, kuas untuk memilih telur *Ae. aegypti* yang layak pakai dan cawan petri untuk meletakkan telur *Ae. aegypti*.
2. Pembuatan ekoenzim menggunakan toples plastik untuk membuat larutan ekoenzim, timbangan untuk menimbang bahan ekoenzim, pisau untuk memotong kulit pisang dan pengaduk untuk menghomogenkan larutan.
3. Uji efektivitas ekoenzim kulit pisang kepok sebagai ovisida dan *insect growth regulator* menggunakan gelas uji sebagai wadah, gelas ukur untuk mengukur larutan ekoenzim media telur *Ae. aegypti*, mikroskop untuk mengamati telur, larva, pupa, serta nyamuk dewasa *Ae. aegypti* dan kamera HP untuk dokumentasi.
4. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain telur *Ae. aegypti*, kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda, molase, air, azadirachtin dan abate. Telur *Ae. aegypti* diperoleh dari Loka Laboratorium Kesehatan Masyarakat Baturaja, Kec. Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan. Kulit pisang kepok diperoleh dari Desa Natar, Lampung Selatan, Lampung. Molase diperoleh dari toko pertanian di Kecamatan Sukarame, Bandar Lampung.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimental dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), rancangan penelitiannya yaitu sebagai berikut. Uji ovisida terdiri dari 6 kelompok perlakuan konsentrasi ekoenzim kulit pisang sebanyak 0% (kontrol positif), 5%, 10%, 15%, 20% dan azadirachtin 1% (kontrol negatif). Masing-masing perlakuan menggunakan 4 kali pengulangan ditentukan oleh rumus Federer (1993):

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

Keterangan: t (*treatment*) = Jumlah perlakuan
 r (*replication*) = jumlah ulangan

Diketahui: $t = 6$

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

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

$$5r - 5 \geq 15$$

$$5r \geq 20$$

$$r \geq 4$$

Jumlah telur yang digunakan pada setiap unit perlakuan adalah 25 butir (WHO, 2005). Uji *insect growth regulator* (IGR) dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan yaitu perlakuan konsentrasi ekoenzim kulit pisang kepok muda yang paling efektif pada uji ovisida dengan mortalitas telur terbanyak, 1 kelompok perlakuan abate 1% (kontrol positif), dan perlakuan menggunakan air PAM (kontrol negatif). Masing-masing unit perlakuan diulang 6 kali yang ditentukan berdasarkan rumus Federer (1997):

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

Keterangan: t (*treatment*) = Jumlah perlakuan
 r (*replication*) = jumlah ulangan

Diketahui: $t = 3$

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

$$3(r - 1) \geq 15$$

$$3r - 3 \geq 15$$

$$3r \geq 18$$

$$r \geq 6$$

Jumlah larva yang diujikan adalah sebanyak 25 ekor (WHO, 2005).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Telur dan Larva Instar III *Ae. aegypti*

Objek yang digunakan pada penelitian ini yaitu telur *Ae. aegypti* yang diperoleh dari Loka Laboratorium Kesehatan Masyarakat Baturaja, Kec. Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan. Telur yang diperoleh diletakkan pada cawan petri, kemudian diamati menggunakan mikroskop stereo. Telur *Ae. aegypti* dipisahkan antara telur yang layak dan yang tidak layak digunakan menggunakan kuas. Telur yang layak digunakan yaitu telur nyamuk fertil yang memiliki ciri-ciri berbentuk bulat panjang, lonjong (oval) dan utuh (tidak pecah) (Eka, 2022). Jumlah telur *Ae. aegypti* yang digunakan pada setiap perlakuan yaitu 25 butir, sehingga total telur yang digunakan sebanyak 600 butir untuk uji ovisida.



Gambar 11. Telur *Ae. aegypti* fertil (Setiyaningsih *et al.*, 2015)

Persiapan larva *Ae. aegypti* instar III dilakukan dengan menetasakan telur di dalam wadah plastik berisi air. Telur akan menjadi larva dalam waktu 1-3 hari. Larva yang diperoleh akan dipelihara hingga mencapai

fase instar III. Jumlah larva *Ae. aegypti* yang digunakan pada setiap perlakuan yaitu 25 butir, sehingga total larva yang digunakan sebanyak 450 ekor.

3.4.2 Pembuatan Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda

Kulit pisang kepok terlebih dahulu dibersihkan dengan cara dicuci di air mengalir, kemudian dipotong menjadi potongan kecil berukuran sekitar 2 x 2 cm. Potongan-potongan ini dimasukkan ke dalam wadah dan dicampur dengan molase dan air dengan perbandingan 3:1:10 (900 g kulit pisang : 300 mL molase : 3000 mL air). Wadah ditutup rapat dan disimpan di tempat yang tidak terpapar sinar matahari. Proses fermentasi berlangsung selama tiga bulan. Selama proses fermentasi, dihasilkan gas, sehingga tutup wadah plastik harus dibuka sesekali untuk mengeluarkan gas tersebut. Setelah tiga bulan, filtrat dari fermentasi kulit pisang (ekoenzim) disaring. Ekoenzim disimpan pada wadah bersih sampai siap untuk digunakan (Salsabila *et al.*, 2024).

3.5 Pembuatan dan Pengukuran pH Larutan Uji Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda

Pembuatan larutan uji dilakukan dengan melarutkan ekoenzim dalam air kemudian diaduk hingga homogen. Adapun rumus yang digunakan untuk membuat konsentrasi larutan uji menurut Afandi *et al.*, (2014) yaitu sebagai berikut.

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

Keterangan:

V_1 = Volume larutan yang diencerkan (ml)

N_1 = Konsentrasi sebelum pengenceran (%)

V_2 = Volume larutan yang diinginkan (ml)

N_2 = Konsentrasi setelah pengenceran (%)

Pembuatan larutan uji dilakukan dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20%.

Pengukuran pH larutan dilakukan menggunakan pH meter digital Meditech. Sebelum digunakan, elektroda pH meter dikalibrasi menggunakan larutan pH *buffer* 4, 7, dan 10. Setelah dikalibrasi, elektroda pH meter dibilas akuades, kemudian dikeringkan dengan tisu, baru dapat digunakan untuk mengukur pH larutan ekoenzim.

3.6 Uji efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda sebagai Ovisida dan *Insect Growth Regulator* Nyamuk *Ae. aegypti*

3.6.1 Uji Ovisida

Uji efektivitas ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan dalam gelas uji sebagai wadah sebanyak 24 gelas. Konsentrasi larutan ekoenzim kulit pisang kepok yaitu 0% (kontrol negatif), 5%, 10%, 15%, 20% dan azadirachtin 1% sebagai kontrol positif. Pengamatan aktivitas ovisida ekoenzim kulit pisang kepok muda dilakukan setiap 6 jam selama 72 jam dengan cara menghitung jumlah telur yang tidak menetas.

3.6.2 Uji IGR

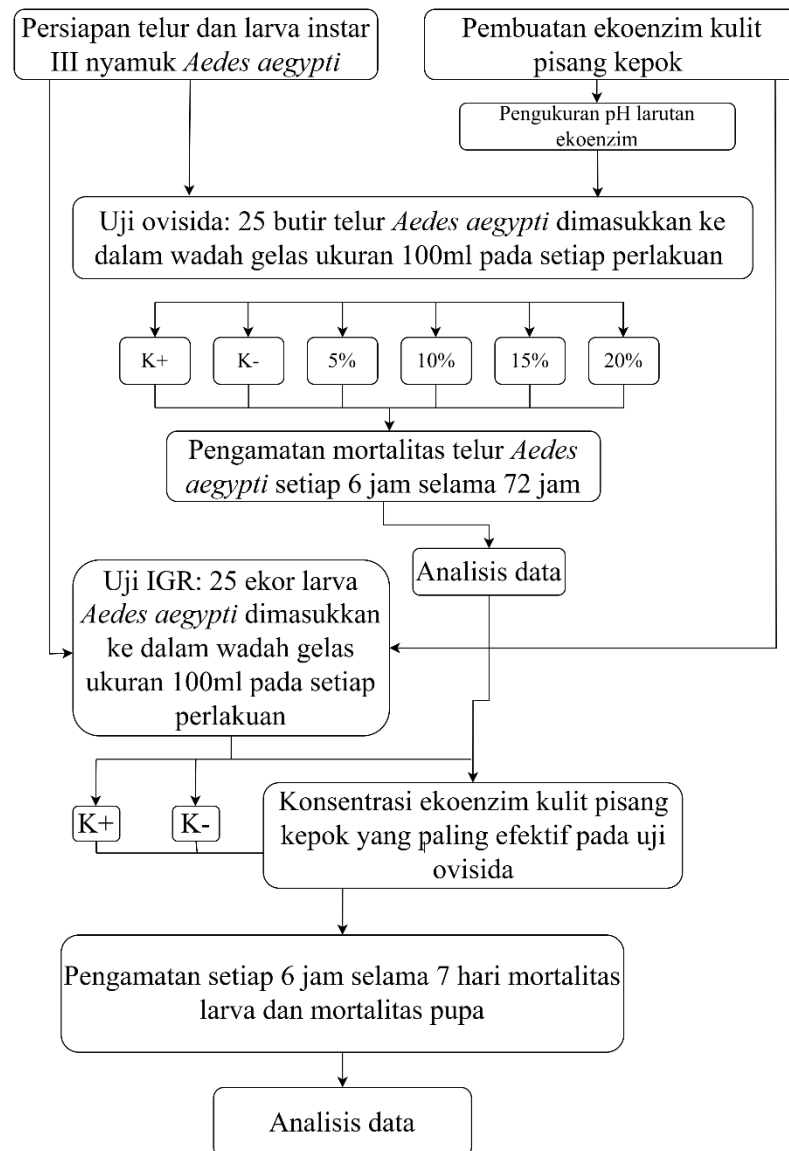
Uji IGR ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda terhadap larva *Ae. aegypti* dilakukan dalam gelas uji sebagai wadah. Gelas uji yang sudah berisi larutan dimasukkan 25 ekor larva *Ae. aegypti* instar III pada masing-masing gelas uji. Pengamatan mortalitas larva dan mortalitas pupa diamati setiap 6 jam selama 7 hari.

3.7 Analisis Data

Pada uji ovisida, mortalitas telur dianalisis menggunakan uji *two way* ANOVA pada $\alpha=5\%$, dilanjutkan dengan uji *Tukey's* pada $\alpha=5\%$ untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Kemudian dilanjutkan uji probit dilakukan untuk menentukan nilai *Lethal Concentration* (LC_{50}). Pada uji IGR, mortalitas

larva dan mortalitas pupa dianalisis menggunakan uji *one way* ANOVA pada $\alpha=5\%$.

3.8 Diagram Alir



Gambar 12. Diagram Alir Uji Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda sebagai Ovisida dan *Insect Growth Regulator* Larva *Aedes aegypti*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda efektif sebagai ovisida dan IGR larva *Ae. aegypti*.
2. Konsentrasi 20% ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda efektif sebagai ovisida dengan efektivitas 90% dan sebagai IGR dengan efektivitas 98%.
3. Nilai LC_{50} ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda sebagai ovisida *Ae. aegypti* sebesar 11,65%.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengamati perubahan histologi organ pencernaan *Ae. aegypti* setelah diberi perlakuan ekoenzim kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) muda serta menggunakan konsentrasi lebih rendah untuk uji IGR.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. Y., Soeprbowati, T. R., & Hariyati, R. 2014. Pengaruh Perbedaan Kadar Logam Berat Kromium (Cr) Terhadap Pertumbuhan Populasi *Spirulina Platensis* (Gomont) Geitler Dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Akademika Biologi*, 3(3), 1-6.
- Amalia, L., Sriwahjuningsih, & Nurjannah. 2023. Penggunaan Ekoenzim Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora* Piere) Untuk Pengendalian Larva Nyamuk *Culex* sp. *Journal Scientific of Mandalika (JSM)* e-ISSN 2745-5955| p-ISSN 2809-0543, 4(12), 350-358.
- Ambarita, L. P., Taviv, Y., Budiyanto, A., Sitorus, H., Pahlepi, R. I., & Febriyanto, F. 2019. Tingkat kerentanan *Ae. aegypti* (Linn.) terhadap malation di Provinsi Sumatera Selatan. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 43(2), 97-104.
- Anggraini, T. S., & Cahyati, W. H. 2017. Perkembangan *Aedes aegypti* pada berbagai kondisi pH air dan salinitas air. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 1(3), 1-10.
- Anggraito, Y. U., R. Susanti, R. S. Iswari, A. Yuniastuti, Lisdiana, W. H. Nugrahaningsih, N. A. Habibah, dan S. H. Bintari. 2018. *Metabolit Sekunder dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Aradilla, A.S. 2009. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Ethanol Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva *Ae. aegypti*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Semarang.
- Arifiyana, D., & Devianti, V. A. 2020. Biosorpsi logam besi (Fe) dalam media limbah cair artifisial menggunakan biosorben kulit pisang kepok (*Musa acuminata*). *Jurnal Kimia Riset*, 5(1).
- Aseptianova, A., Wijayanti, T. F., & Nurina, N. 2017. Efektifitas pemanfaatan tanaman sebagai insektisida elektrik untuk mengendalikan nyamuk penular penyakit DBD. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 3(2), 10-19.

- Astriani, Y., & Widawati, M. 2016. Potensi tanaman di Indonesia sebagai larvasida alami untuk *Ae. aegypti*. *Jurnal Litbang*, 8(2), 37-46.
- Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. 2020. Pengaruh Variasi Gula Terhadap Produksi Ekoenzim Menggunakan Limbah Buah dan Sayur. *EDUSAINTEK*, 4.
- Atikasari, E., & Sulistyorini, L. 2018. Pengendalian Vektor Nyamuk *Ae. aegypti* di Rumah Sakit Kota Surabaya. *The Indonesian Journal of Public Health*, 13(1), 71-82.
- Aulyawati, N., & Suryani, N. 2021. Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Rambut Jagung Manis (*Zea mays ssaccharata Strurf*) Menggunakan Metode Dpph. *SPIN*, 3(2), 132–142.
- Bar, A. and J. Andrew. 2013. Morphology and Morphometry of *Ae. aegypti* Larvae. *Annual Review & Research in Biology* 3(1): 1-21.
- Borror DJ, Tripelhorn CA, Johnson NF. 1989. *An Introduction to The Study of Insects*. USA: Saunders College Publishing.
- Cania, E., & Setyaningrum, E. 2013. Uji efektivitas larvasida ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia*) terhadap larva *Ae. aegypti*. *Medical Journal of Lampung University*, 2(4).
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2024. Life Cycle of Aedes Mosquitoes. https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycles/aedes.html (Diakses pada tanggal 03 Oktober 2024).
- Chinthia, T. 2016. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum L.*) sebagai Ovisida *Ae. aegypti* [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Corral, M. F., P. Otero, J. Echave, P. Garcia. Oliveira, M. Carpena, A. Jarboui, B. N. Estevez, J. S. Gandara, and M. A. Prieto. 2021. By-Products of Agri-Food Industry as Tannin-Rich Sources: A Review of Tannins' Biological Activities and Their Potential for Valorization. *Foods*, 10(137): 1-23.
- Delgoda, R., & Murray, J. E. 2017. Evolutionary Perspectives on the Role of Plant Secondary Metabolites. *Pharmacognosy: Fundamentals, Applications and Strategy* (pp. 93–100). *Elsevier Inc.*
- Dey, P., Kundu, A., Kumar, A., Gupta, M., Lee, B. M., Bhakta, T., Dash, S., & Kim, H. S. 2020. Analysis of alkaloids (indole alkaloids, isoquinoline alkaloids, tropane alkaloids). *Recent Advances in Natural Products Analysis*, 505-567.

- Dinas Komunikasi dan Informatika Statistik Lampung. 2024. *Lampung Jadi Provinsi dengan Produksi Buah Pisang Terbesar Kedua di Indonesia 2023*. DISKOMINFOTIK Provinsi Lampung.
- Eka, R. S. 2022. Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Muda Sebagai Ovisida Terhadap Telur *Ae. aegypti*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Fadilla, A. 2019. *Efektifitas Serbuk Biji Lada Hitam (Piper Nigrum) Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Kecoa Rumah (Periplaneta americana)*. Bandar Lampung. Retrieved from <http://repository.poltekkes-tjk.ac.id/505>.
- Farnesi, L. C., R. F. S. M. Barreto., A. J. Martins., D. Valle, and G. L. Rezende. 2015. Physical Features and Chitin Content of Eggs from the Mosquitovectors *Ae. aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*: Connection with distinct levels of resistance to desiccation. *Journal of Insect Physiology*, 83: 43-52.
- Federer, W.T. 1993. *Statiscal Design and Analysis for Intercopping Experiments (II)*. Springer Science and Business Media.
- Federer, W.T. 1997. *Experimental Design Teory and Aplication*, 3 th ed., New Delhi Bombay Calcuta. Oxford and IBH Publising Co.
- Firyanto, R., Mulyaningsih, M. S., & Nisa, L. 2021. Efektivitas Pestisida Organik Ekstrak Kulit Jeruk Nipis Terhadap Kematian Jangkrik. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 6(2), 85-88.
- Gaspersz, M. M., Fitrihidajati, H. 2022. *Pemanfaatan Ekoenzim Berbahan Limbah Kulit Jeruk dan Kulit Nanas sebagai Agen Remediasi LAS Detergen*. 11, 503–513.
- Gill, HK, & Garg, H. 2014. Pestisida: dampak lingkungan dan strategi pengelolaan. *Aspek racun pestisida*, 8 (187), 10-5772.
- Halimu, B. R., Sulistijowati, S. R., & Mile, L. 2017. Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneratia alba*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 5(4). Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo.
- Heinrich, M., Mah, J., & Amirkia, V. 2021. Alkaloids Used as Medicines: Structural Phytochemistry Meets Biodiversity—An Update and Forward Look. *Molecules*, 26(7): 1836.
- Hutami, D. I. 2016. Ovicidal Activity Ekstrak Ethanol Daun Putri Malu (*Mimosa pudica* L.) Muda melalui Kerusakan Exochorion pada telur *Ae. aegypti*. Skripsi. Universitas Brawijaya.

- Iskandar, D. 2020. Aplikasi Uji Skrining Fitokimia Terhadap Daun Uncaria Tomentosa Sebagai Bahan Utama Dalam Pembuatan Teh. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 153-158.
- Kamakshi KT, Raveen R, Tennyson S, Arivoli, Daniel RA. 2015. Ovicidal and repellent activities of *Cereus hildmannianus* (K. Schum.) (Cactaceae) extracts against the dengue vector *Ae. aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *International Journal of Mosquito Research*, 2:13–17.
- Kartika, W., Yety Lindawati, N., Prian Nirwana Program Studi, A. S., Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, S., & Raya Solo -Baki, J. 2022. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Herba Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb) terhadap mortalitas larva *Ae. aegypti* L. *Jurnal Farmasetis*, 11(3).
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2012. *Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor*. Jakarta. Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. 2020. Uji organoleptik produk eco-enzyme dari limbah kulit buah (studi kasus di Kota Semarang). *Edusaintek*, 4.
- Lauren, M., Wydiamala, E., & Hayatie, L. 2021. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Muda Sebagai Ovisida dan *Insect Growth Regulator* terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Homeostasis*, 4(2), 319-326.
- Lienny, M. M. 2013. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap *Eschericia coli* dan *Staphylococcus ureus*. *Jurnal Farmasi*. Universitas Surabaya. 2(2):1-9.
- Lumowa, S. V., & Bardin, S. 2018. Uji fitokimia kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda Bahan alam sebagai pestisida nabati berpotensi menekan serangan serangga hama tanaman umur pendek. *Jurnal sains dan kesehatan*, 1(9), 465-469.
- Madona, M., Setyaningrum, E., Pratami, G. D., Kanedi, M. 2020. Efektivitas ekstrak daun tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Muda sebagai ovisida nyamuk *Ae. aegypti*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 7(1), 368-374.
- Mahali, J. 2022. *Pembuatan Ecoenzym sebagai Upaya Pengelolaan Lingkungan di Daerah Pantai Panjang Bengkulu*, 1. Pp. 45-50.
- Marcellia, S., Chusniasih, D., & Safitri, F. D. 2020. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol dan Metanol Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata-xbalbisiana*) Pada Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *JFM (Jurnal Farmasi Malahayati)*, 3(2), 99-110.

- Maretta, G., E. Kuswanto, dan N. I. Septikayani. 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Patikan Kebo (*Euphorbia hirta* L.) Muda Sebagai Ovisida Terhadap Nyamuk Demam Berdarah Dengue (*Ae. aegypti*). *BIOSFER: Jurnal Tadris Biologi*, 10(1): 1-9.
- Marlik. 2017. *Temu Kunci sebagai Biolarvasida Ae. aegypti*. HAKLI Provinsi Jawa Timur.
- Mayangsari, I., Sidharti, L., dan Kurniawan, B. 2015. The Effects of Krisan Flower (*Crhysanthemum morifollium*) Extract as Ovicide Of *Ae. aegypti*'s Egg. *Jurnal Majority*, 4(5).
- Mello, C.A.B, Santos, W.P., and Rodrigues, M. A.B. 2014. *Automatic Counting of Aedes aegypti Eggs in Images of Ovitrap n: Naik GR, ed. Recent Advanced in Biomedical Engineering*. Brazil.
- Moghimipour, E., & Handali, S. 2015. Saponin: Properties, Methods of Evaluation and Applications. *Annual Research & Review in Biology*. 5(3): 207–220.
- Munir, N. F., Malle, S., & Huda, N. 2021. Karakteristik fisikokimia ekoenzim limbah kulit jeruk pamelu (*Citrus maxima* (burm.) merr.) dengan variasi gula. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan* (Vol. 2, pp. 631-637).
- National Pesticide Information Center, 2020. *Insect Growth Regulators*. [https://npic.orst.edu/ingred/ptype/igr.html#:~:text=Insect%20growth%20regulators%20\(IGRs\)%20are,fleas%2C%20cockroaches%2C%20and%20m%20osquitos](https://npic.orst.edu/ingred/ptype/igr.html#:~:text=Insect%20growth%20regulators%20(IGRs)%20are,fleas%2C%20cockroaches%2C%20and%20m%20osquitos) (Diakses pada tanggal 06 Oktober 2024).
- Nazim,F., dan Meera, V. 2013. Treatments of synthetic greywater using 5 percent and 10 percent garbage enzyme solution. *Bofring International Journal of Industrial. Engineering and Management Science*, 3, 1.
- Nazim,F., dan Meera, V. 2017. Comparinon of synthetic greywater using garbage Citrus enzyme. *International Journal of Inovative Research in Scinece., Engineering and Technology*, 6(4): 49-54.
- Nurdianti, L., Hidayat, T., & Bastian, R. 2022. Formulasi dan Evaluasi Sediaan Suppositoria Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Muda. *Prosiding Seminar Nasional S1 Farmasi*, Vol 2. Universitas Bakti Tunas Husada, Tasikmalaya.
- Oktafiana. 2018. Efektivitas Ekstrak Daun Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*) Sebagai Ovisida Nyamuk *Ae. aegypti*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

- Pombo, A. P. M. M., H. J. C. D. Carvalho, R. R. Ribeiro, M. Leon, D. A. Maria, and M. A. Miglino. 2021. *Ae. aegypti*: Egg Morphology and Embryonic Development. *Parasites Vectors* 14(531): 1-12.
- Pramushinta, I. 2020. Bioinsektisida ekstrak kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Wahana*, 72(2), 97-103.
- Pratiwi, F. R. 2024. Uji Efektivitas Ekoenzim dari Kulit Pisang Kepok Manado (*Musa x paradisiaca* L.) Muda Terhadap Mortalitas Hama Kutu Putih (*Paracoccus marginatus*) pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) Muda. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Lampung.
- Primadiamanti, A., Marcellia, S., & Sukmawan, S. 2021. Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Antiseptik Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok Mentah (*Musa paradisiaca* L.) Muda Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 8(2).
- Purwaningsih, N. V., Kardiwinata, M. P., dan Utami, N. W. A. 2015. Daya Bunuh Ekstrak Daun Srikaya (*A. squamosa* L.) Muda terhadap Telur dan Larva *Ae. aegypti*. *CAKRA KIMIA (Indonesian E-journal of Applied Chemistry)*, 3(3), 96-102.
- Putri, A. 2015. Efektivitas Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*, Roxb.) Sebagai Ovisida *Ae. aegypti* (Linn.) *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Putrinesia, I., Pratama, Y., Asyikin, N., & Rahmalia, W. 2018. Formulasi dan Uji Aktivitas Krim Pengkelat Merkuri Berbahan Dasar Ekstrak Etanol Alga Coklat (*Sargassum* sp.). *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 14(1), 152.
- Qurota'ayun, S. D., Rosa, E., Pratami, G. D., & Kanedi, M. 2022. Potential of Pepper Leaf (*Piper nigrum* L.) Muda Ethanol Extract as Ovicide for *Aedes aegypti*. *Jurnal Sains Natural*, 12(4), 170-175.
- Rahmawati, E., Hadiyah, I., Kurniati, F., & Indriati, G. 2019. Efikasi pestisida nabati minyak kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferrari). *Media Pertanian*, 4(2).
- Ramadani, A. H., Rosalina, R., & Ningrum, R. S. 2019. Pemberdayaan Kelompok Tani Dusun Puhrejo dalam Pengolahan Limbah Organik Kulit Nanas Sebagai Pupuk Cair Eko-enzim. *Prosiding Seminar Nasional HAYATI VII*, 225–226.

- Rashid, A. 2016. *Ovicidal Activity Ekstrak N-Heksana Daun Jeruk Purut (Citrus hystrix) Melalui Kerusakan Exochorion pada Telur Aedes aegypti* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Raveen, R., F. Ahmed, M. Pandeewari, D. Reegan, S. Tennyson, S. Arivoli, and M. Jayakumar. 2017. Laboratory Evaluation of A Few Plant Extracts for Their ovicidal, Larvicidal and Pupicidal Activity against Medically Important Human Dengue, Chikungunya and Zika Virus Vector, *Ae. aegypti* Linnaeus 1762 (Diptera: Culicidae). *International Journal of Mosquito Research*, 4(4): 17-28.
- Rodríguez, M. M., Hurtado, D., Severson, D. W., & Bisset, J. A. 2014. Inheritance of resistance to deltamethrin in *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) from Cuba. *Journal of Medical Entomology*, 51(6), 1213-1219.
- Salsabila, A. Z., Agustrina, R., Arifiyanto, A., Sumardi & Saputri, D. A. 2024. Uji Efektivitas Ekoenzim Berbahan Dasar Limbah Kulit Pisang Kepok Manado (*Musa paradisiaca* var. *formatypica*) Muda Sebagai Antimikroba. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 9(1), 70-80.
- Salsabila, V., Biworo, A., & Wydiamala, E. 2021. Aktivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) sebagai Ovisida dan *Insect Growth Regulator* terhadap Nyamuk *Ae. aegypti*. *Homeostasis*, 4(2), 305-318.
- Santos, N. D. L., K. S. Moura, T. H. Napoleao, G. K. N. Santos, L. C. B. B. Coelho, D. M. A. F. Navarro, and P. M. G. Paiva. 2012. Oviposition Stimulant and Ovicidal Activities of *Moringa oleifera* Lectin on *Ae. aegypti*. *Plos One*, 7(9): 1-8.
- Sari, A. N. 2018. *Efektivitas Daun Kemangi (Ocimum sanctum L.) Sebagai Ovisida Terhadap Nyamuk Ae. aegypti (Sebagai Bahan Penuntun Praktikum Biologi Materi Pencemaran Lingkungan pada Peserta Didik SMA Kelas X Semester Genap)* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Sari, R. P., Chaniago, I., & Syarif, Z. 2020. Pupuk Organik Cair Kulit Pisang untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Stroberi (*Fragaria vesca* L.) Muda. *Gema Agro*, 25(1), 38-43.
- Setiyaningsih, R., Agustini, M., & Rahayu, A. 2015. Pengaruh pelepasan nyamuk jantan mandul terhadap fertilitas dan perubahan morfologi telur *Aedes aegypti*. *Vektora: Jurnal Vektor Dan Reservoir Penyakit*, 7(2), 71-78.
- Solichah, N., Martini, M., & Susanto, H. S. 2016. Pengaruh pemberian larvasida *Insect Growth Regulator* (IGR) Berbahan aktif pyriproxyfen terhadap perubahan angka bebas jentik (ABJ) di kelurahan Bulusan kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(1), 167-175.

- Souza, L. M., Venturini, F. P., Inada, N. M., Iermak, I., Garbuio, M., Mezzacappo, N. F., ... & Bagnato, V. S. 2020. Curcumin in formulations against *Ae. aegypti*: Mode of action, photolarvicidal and ovicidal activity. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 31, 101840.
- Sukei, T. Y., Supriyati, S., & Satoto, T. T. 2018. Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengendalian Demam Berdarah Dengue (Literature Review). *Jurnal Vektor Penyakit*, 12(2), 67-76.
- Sunaryo, S., & Widiastuti, D. 2018. Resistensi *Ae. aegypti* terhadap insektisida kelompok organopospat dan sintetik piretroid di Provinsi Sumatera Utara dan Provinsi Jambi. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 14(1), 95-106.
- Supriyanti, T. M. F. 2015. Pemanfaatan Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Muda Sebagai Sumber Antioksidan Pada Produksi Tahu. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VII UNS*.
- Supriyono, Soviana, S., Musyaffa, M. F., Noviato, D., & Hadi, U. K. 2023. Morphological Characteristic of Dengue Vectors *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* (Family: Culicidae) using Advanced Light and Scanning Electron Microscope. *Biodiversitas*, 24(2): 894-900.
- Surati, S. 2018. Efek Ekstrak Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC) terhadap Morfologi dan Histologi Larva *Ae. aegypti*. *Aspirator-Journal of Vector-borne Disease Studies*, 10(2), 119-126.
- Susanti Vh, E., Mulyani, S., Retno, S., Ariani, D., Budi Utomo, S., & Antrakusuma, B. 2021. Phytochemical Screening of Honey Pineapple Peel Extract and Its Application As An Antibacterial Additive In Dish Soap Formulation. 6(1),
- Theodora, L. 2018. Efek Ekstrak Etanol Kulit Manggirs (*Garcinia mangostana*) sebagai Biolarvasida pada Larva Nyamuk *Ae. aegypti* Instar III melalui Kerusakan Midgut. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang.
- Vama, L. A. P. S. I. A., & Cherekar, M. N. 2020. Production, extraction and uses of eco-enzyme using citrus fruit waste: wealth from waste. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc*, 22(2), 346-351.
- Wang, T. Y., Q. Li, and K. S. Bi. 2018. Bioactive Flavonoids in Medicinal Plants: Structure, Activity and Biological Fate. *Asian Journal of Pharmaceutical Science*, (13): 12-23.
- WHO. 2005. *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides*. World Health Organization.

- WHO. 2009. *Dengue: guidelines, diagnosis, treatment, prevention and control*. New edition. France: WHO Press
- WHO. 2012. *Global plan for insecticide resistance management in malaria vectors*. World Health Organization.
- Wibowo, S. G., Lestari, R., & Sari, H. P. E. 2024. Uji Efektivitas Kombinasi Ekstrak Etanol Daun mangkokan (*Nothopanax scutellarium* Merr.) dan Daun Sirih (*Piper betle* L.) Muda sebagai Ovisida Alami Terhadap Telur *Ae. aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue. *BIOLOGICA SAMUDRA*, 6(1), 1-7.
- Widyastuti, D. A., & Rahayu, P. 2018. Karakteristik tempat perindukan *Aedes* sp. Dan Potensi penularan demam berdarah dengue di kelurahan karangtempel kecamatan semarang timur kota semarang. In *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)* (pp. 307-312).
- Wirawan, I. G. K. O., W. Nurcahyo, J. Prastowo, dan Kurniasih. 2015. Daya Ovicidal Ekstrak Kulit Buah Muda (*Calotropis procera*) terhadap *Haemonchus contortus* secara in vitro. *Jurnal Sain Veteriner* 33(2): 167-173.
- Wulandari, D. A. 2018. Studi awal rancang bangun colorimeter sebagai pendeteksi pada pewarna makanan menggunakan sensor photodiode (Early studies on the design of a colorimeter to detect food coloring using a photodiode sensor). *Pillar of Physics*, 11(2).
- Yanti, N. S., & Chandra, E. V. 2020. Study of Secondary Metabolites in Jeruk Sambal Juice (*Citrus microcarpa* Bunge) From Desa Kalimas, Kalimantan Barat. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*.
- Yasni, S. 2012. *Teknologi Pengolahan dan Pemanfaatan Produk Ekstraktif Rempah*. Bogor. IPB Press.
- Yuliono, A., Mega S. J., Sofiana, Safitri, Warsidah, Kushadiwijayanto A. A., Helena, S., 2021. Peningkatan Kesehatan Masyarakat Teluk Batang secara Mandiri melalui pembuatan Handsanitizer dan Desinfektan berbasis EcoEnzyme dari Limbah Sayuran dan Buah, *J. o Community of Health.*, Vol. 4 No 2. Sep 2021. Page. 371-377.
- Zen, S. dan Sutanto, A. 2017. Identifikasi Jenis Kontainer dan Morfologi Nyamuk *Aedes* sp. di Lingkungan SD Aisyiah Kecamatan Metro Selatan Kota Metro. *Semnasdik FKIP Universitas Muhammadiyah Metro*, 475.