

**IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK DAUN SINGKONG
(*Manihot esculenta*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI LARVASIDA
NYAMUK *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN 2 JENIS
PELARUT YANG BERBEDA**

(Skripsi)

Oleh

PUPUT INDRIANI



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

ABSTRAK

IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK DAUN SINGKONG (*Manihot esculenta*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI LARVASIDA NYAMUK *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN 2 JENIS PELARUT YANG BERBEDA

Oleh

PUPUT INDRIANI

Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan bahan kimia hingga saat ini masih banyak dilakukan oleh masyarakat. Penggunaan insektisida berbahan kimia dalam jangka panjang dapat menimbulkan dampak yang negatif pada lingkungan. Pemanfaatan senyawa bioaktif pada ekstrak tumbuhan menjadi alternatif baru sebagai larvasida alami dalam pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* yang tidak menimbulkan efek toksisitas tinggi terhadap organisme non target. Kelimpahan bahan alam seperti daun singkong *Manihot esculenta* mendorong peneliti untuk memanfaatkannya sebagai larvasida. Kandungan senyawa bioaktif pada ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid diduga memiliki potensi sebagai larvasida alami yang dapat membasmi larva nyamuk *Aedes aegypti*. Kandungan senyawa bioaktif pada ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* diperlukan adanya uji *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi penyusun senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif dan membandingkan 2 jenis pelarut (etanol 70% dan etil asetat) dalam mendeteksi gugus fungsi yang terbentuk. Metode penelitian ini dilakukan secara deskriptif dengan mengidentifikasi senyawa bioaktif ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* menggunakan pelarut etanol 70% dan etil asetat. Hasil uji fitokimia pada ekstrak etanol 70% daun singkong *Manihot esculenta* berupa flavonoid, saponin dan tanin. Ekstrak etil asetat daun singkong *Manihot esculenta* mengandung senyawa larvasida berupa flavonoid dan tanin. Hasil uji FT-IR dari ekstrak etanol 70% daun singkong *Manihot esculenta* berupa gugus O-H, Fenol atau O-H bend, C-O, C=C dan C≡C yang merupakan senyawa flavonoid golongan flavonon. Pada hasil uji FT-IR dari ekstrak etil asetat berupa gugus O-H, C-O alkohol, C-H aromatik, C=O, dan C=C aromatik yang merupakan senyawa tanin terhidrolisis dan flavonoid golongan flavonon.

Kata Kunci: Daun Singkong *Manihot esculenta*, Larvasida, Uji Fitokimia, Etanol 70%, Etil Asetat, FT-IR.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM LEAF EXTRACT CASSAVA (*Manihot esculenta*) THAT HAS POTENTIAL AS A LARVICIDE *Aedes aegypti* WITH TWO DIFFERENT SOLVENTS

By

PUPUT INDRIANI

The control of *Aedes aegypti* mosquitoes as vectors of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) using chemical substances is still widely practiced by the community. However, the long-term use of chemical insecticides can negatively impact the environment. Using bioactive compounds in plant extracts has become a new alternative to natural larvicides in controlling *Aedes aegypti* mosquitoes without causing high toxicity to non-target organisms. The abundance of natural materials such as cassava leaves (*Manihot esculenta*) has prompted researchers to explore their potential as larvicides. The bioactive compounds present in cassava leaf extracts, including alkaloids, flavonoids, saponins, tannins, and terpenoids, are suspected to have potential as natural larvicides that can eliminate *Aedes aegypti* mosquito larvae. The bioactive compounds present in cassava leaf extracts require *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) testing to identify the functional groups that compose the bioactive compounds. This study aims to identify the bioactive compounds and compare two types of solvents (70% ethanol and ethyl acetate) in detecting the functional groups formed. The research method was descriptive, identifying bioactive compounds in cassava leaf extracts using 70% ethanol and ethyl acetate solvents. The phytochemical test results for the 70% ethanol extract of cassava leaves contained flavonoids, saponins, and tannins. The ethyl acetate extract of cassava leaves contained larvicidal compounds such as flavonoids and tannins. The FT-IR test results for the 70% ethanol extract of cassava leaves included functional groups such as O-H, phenol or O-H bend, C-O, C=C, and C≡C, which are flavonoids belonging to the flavonon group. The FT-IR test results for the ethyl acetate extract included functional groups such as O-H, C-O alcohol, C-H aromatic, C=O, and C=C aromatic, which are hydrolyzed tannins and flavonoids belonging to the flavonon group.

Keywords: *Manihot esculenta* Cassava Leaves, Larvacides, Phytochemical Test, Ethanol 70%, Ethyl Acetate, FT-IR.

**IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK DAUN SINGKONG
(*Manihot esculenta*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI LARVASIDA
NYAMUK *Aedes aegypti* MENGGUNAKAN 2 JENIS
PELARUT YANG BERBEDA**

Oleh

PUPUT INDRIANI

Skripsi

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

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Lampung



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

Judul Skripsi

: **IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF
EKSTRAK DAUN SINGKONG
(*Manihot esculenta*) YANG BERPOTENSI
SEBAGAI LARVASIDA NYAMUK
Aedes aegypti MENGGUNAKAN 2 JENIS
PELARUT YANG BERBEDA**

Nama Mahasiswa

: **Puput Indriani**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2017021035

Fakultas

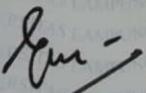
: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



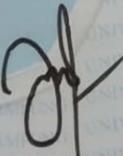
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

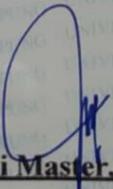

Dr. Endah Setyaningrum, M. Biomed

NIP. 196405171988032001


Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc.

NIP. 199105212019032020

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila


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

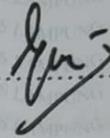
NIP. 198301312008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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



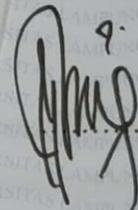
Sekretaris

: **Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc.**



Anggota

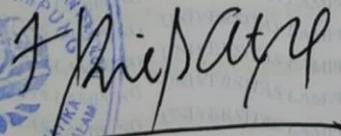
: **Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Juli 2024**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang Bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Puput Indriani
Nomor Pokok Mahasiswa : 2017021035
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi saya yang berjudul:

**“IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK DAUN SINGKONG
(*Manihot esculenta*) YANG BERPOTENSI SEBAGAI LARVASIDA
NYAMUK *Aedes* MENGGUNAKAN 2 JENIS
PELARUT YANG BERBEDA**

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar hasil pekerjaan saya sendiri yang disusun dengan mengikuti pedoman dan norma akademik yang berlaku dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 01 Juli 2024



Puput Indriani

NPM. 2017021035

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Puput Indriani, lahir di Sendang Agung pada tanggal 02 Agustus 2002, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, putri dari pasangan Bapak Riyadi dan Ibu Sukarni. Penulis saat ini bertempat tinggal di Desa Sendang Agung, Kecamatan Sendang Agung, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung.

Penulis menyelesaikan pendidikan mulai dari Taman Kanak-Kanak di TK Miftahul Huda 02 Sendang Agung lulus pada tahun 2008, SD Negeri 04 Sendang Agung lulus pada tahun 2014, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 02 Sendang Agung lulus pada tahun 2017, dan selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 01 Sendang Agung lulus pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi, penulis pernah mengikuti organisasi di lingkup kampus sebagai salah satu wadah untuk mengembangkan kemampuan diri. Organisasi yang pernah penulis ikuti adalah Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) sebagai anggota Bidang Komunikasi, Informasi dan Humas (KOMINHUM) pada tahun 2020-2021. Kemudian setelah itu melanjutkan ke organisasi tingkat Fakultas menjadi Staff Ahli Dinas Advokasi dan Aspirasi Mahasiswa (Adkesma) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA Unila pada 2022. Selain itu, pernah menjadi Sekretaris Umum Tim Minat Bakat FMIPA Unila Periode 2022-2023.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung pada Januari-Februari tahun 2023. Penulis melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) pada Juli-Agustus tahun 2023 sebagai Kordinator Desa (Kordes) di Desa Bina Karyajaya, Kecamatan Putra Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah Provinsi Lampung. Selanjutnya pada semester akhir penulis mengikuti kegiatan Kampus Merdeka yang diadakan oleh Kemendikbudristek yaitu program Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) di Lembaga Bakrie Center Foundation (BCF) yang bekerjasama dengan yayasan Inisiatif Lampung Sehat (ILS) untuk eliminasi TBC di Indonesia, akhirnya pada tahun 2024 penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun Singkong *Manihot esculenta* Yang Berpotensi Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* Menggunakan 2 Jenis Pelarut Yang Berbeda”**

PERSEMBAHAN

“Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Atas rahmat Allah SWT dengan mengucapkan
Alhamdulillahirabbil'alamin dan dengan segala kerendahan hati, Ku
persembahkan karya terbaikku ini kepada

Kedua orang tuaku,

Bapak Riyadi dan Ibu Sukarni yang telah menyayangi, merawat, mendidik,
mengajarkan kebaikan, dan selalu mendoakan keberhasilanku dalam setiap sujud,
sehingga putrimu dapat menyelesaikan studi ini, serta mengucapkan terimakasih
atas segala hal yang sudah diberikan dengan penuh keikhlasan.

Saudara perempuanku satu-satunya Lisa Kurniati yang telah memberikan
perhatian serta support dalam segala hal dari awal perkuliahan hingga tercapainya
gelar sarjana ini.

Dengan segala rasa hormat kepada Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed., Ibu
Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc. dan Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. serta
seluruh Dosen Pengajar yang telah membimbing dan mendidikku sampai
menyelesaikan pendidikan Sarjana.

Taklupa untuk semua orang baik yang sudah saya jumpai selama masa
perkuliahan, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan cintanya.

Almamater Tercinta Universitas Lampung.

MOTTO

”Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Yang penting bergerak, ambil tindakan, realisasikan dan tuntaskan yang telah dimulai ”

(Penulis)

“Kalau saya tidak kejar, saya tidak akan kemana-mana.

Be brave, never give up”

(Retno Marsudi)

“Hidup yang tidak dipertaruhkan tidak akan pernah dimenangkan dan untuk memulai hal yang baru dan mencoba sesuatu yang lain terkadang kita harus berani mempertaruhkan apa yang kita punya”

(Najwa Shihab)

SANWACANA

Alhamdulillahirrobbil'alamiin. Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam teruntuk Nabi Muhammad SAW, semoga kita termasuk umatnya yang mendapat *syafa'at* beliau di yaumul akhir kelak, *aamiin yarabbal'alamin.*

Skripsi yang berjudul “**Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun Singkong *Manihot esculenta* Yang Berpotensi Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* Menggunakan 2 Jenis Pelarut Yang Berbeda**”, merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari kesulitan dan rintangan, namun itu semua dapat penulis lalui berkat bantuan, bimbingan, saran dan dorongan semangat dari orang-orang yang telah hadir di kehidupan penulis, *Jazakumullahu Khairan Katsiran Wa Jazakumullah Ahsanal Jaza*, Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeila Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Jani Master, M.Si. selaku ketua Jurusan Biolgi FMIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed. selaku Pembimbing I yang telah memberikan segala ilmu, motivasi, arahan, serta bimbingan terbaiknya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi.

Semoga Allah SWT catat sebagai amal *jariyah* disisi-Nya dan dilimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan ibu.

5. Ibu Dzul Fithria Mumtazah, M.Sc. selaku pembimbing II yang telah memberikan saran, kesabaran, dan keikhlasan selama memberikan bimbingan penelitian. Sehingga penulis dapat menjalankan tanggung jawab terhadap diri sendiri dan orangtua. Semoga Allah SWT catat sebagai amal *jariyah* disisi-Nya dan dilimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan ibu.
6. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. selaku Pembahas dalam penelitian atas segala ilmu, masukan, dan nasihat yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga Allah SWT melimpahkan *rohman* dan *rohim*-Nya serta Allah SWT permudah dalam segala urusan ibu.
7. Bapak Drs. M. Kanedi selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dari awal penulis belajar hingga menyelesaikan studi di Jurusan Biologi FMIPA Unila. Semoga Allah SWT catat sebagai amal *jariyah* disisi-Nya dan melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan bapak.
8. Ibu Dr. Kusuma Handayani selaku Ketua Program Studi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak Ibu dosen Jurusan Biologi FMIPA Unila atas segala ilmu, nasihat, arahan, motivasi, dan waktu yang telah diberikan selama penulis menempuh perkuliahan. Semoga Allah SWT catat dengan amal *jariyah* disisi-Nya dan melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya dalam kehidupan bapak ibu.
10. Keluarga besar Biologi angkatan 2020, kenangan yang sudah terbangun selama ini semoga kelak menjadi bagian cerita bahagia dalam kehidupan kita.
11. Rekan-rekan seperjuanganku Triana, Angelita, Aulia Zahra, Lulu dan Aulia Imtisal, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penelitian. Semoga Allah SWT memberikan balasan kebaikan pula.

12. Rekan-rekan Tim Minat Bakat Seni Tari FMIPA, Finalis Duta Generasi Berencana (GenRe), Volunteer Nuwokarya.id, Volunteer Senyum Anak Nusantara (SAN) Chapter Lampung dan Sekolah Nusantara (SN), terkhusus divisi PSDM, penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan berharga bagi penulis untuk belajar dan memberanikan diri mencoba hal baru serta keluar dari zona nyaman. Semoga Allah SWT membalas kebaikan yang telah diberikan dengan hal yang lebih indah.
13. Teman-teman Presidium, Pimpinan, Asisten dan Staff BEM FMIPA Unila periode 2022. Terima kasih telah memberikan kesempatan penulis untuk mengembangkan diri dan belajar banyak hal. Pengalaman baik yang berharga akan menjadi bekal bagi penulis untuk terus berkarya.
14. Rekan-rekan asisten praktikum Fisiologi Hewan, Biologi Molekuler, Mikroteknik Biologi dan Biologi Perkembangan Hewan, penulis mengucapkan terima kasih dan permohonan maaf selama proses belajar kemarin, tetap menggelora untuk hidup yang bahagia.
15. Rekan-rekan magang MSIB Bakrie Center Foundation (BCF) dan Inisiatif Lampung Sehat (ILS) 2024. Terima kasih dan pengalaman baik ini akan menjadi bekal penulis untuk terus berkembang dan berproses menjadi lebih baik ke depan.
16. Almamater tercinta, Universitas Lampung.
Terima kasih atas segala kebaikan yang telah diberikan, semoga Allah SWT membalasnya dengan pahala yang berlipat-lipat ganda. Terima kasih atas pengalaman terbaik yang pernah dilalui. Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Namun penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi rekan-rekan khususnya mahasiswa/i biologi serta pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, 01 Juli 2024

Penulis

Puput Indriani

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Kerangka Pemikiran	5
1.5. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Tanaman Singkong <i>Manihot esculenta</i>	8
2.1.1. Morfologi Tanaman Singkong <i>Manihot esculenta</i>	8
2.1.2. Klasifikasi Tanaman Singkong <i>Manihot esculenta</i>	9
2.1.3. Habitat Tanaman Singkong <i>Manihot esculenta</i>	10
2.1.4. Kandungan Daun Singkong <i>Manihot esculenta</i>	10
2.2. Metabolit Sekunder	11
2.3. Larvasida	12
2.4. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	13
2.4.1. Klasifikasi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	13
2.4.2. Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	13
2.4.3. Daur Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	14
2.5. Senyawa Bioaktif	18
2.5.1. Alkaloid	18

2.5.2.	Flavonoid.....	19
2.5.3.	Saponin.....	20
2.5.4.	Tanin.....	21
2.5.5.	Terpenoid.....	22
2.6.	Uji Fitokimia	23
2.7.	Pelarut.....	24
2.7.1.	Etanol.....	25
2.7.2.	Etil Asetat	26
2.8.	Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR)	27
III.	METODE PENELITIAN.....	29
3.1.	Waktu dan Tempat	29
3.2.	Alat dan Bahan	29
3.2.1.	Preparasi Sampel <i>Manihot esculenta</i>	29
3.2.2.	Pembuatan Ekstrak Etanol 70% <i>Manihot esculenta</i>	29
3.2.3.	Pembuatan Ekstrak Etil Asetat <i>Manihot esculenta</i>	30
3.2.4.	Uji Alkaloid Ekstrak <i>Manihot esculenta</i>	30
3.2.5.	Uji Saponin Ekstrak <i>Manihot esculenta</i>	30
3.2.6.	Uji Terpenoid Ekstrak <i>Manihot esculenta</i>	30
3.2.7.	Uji Flavonoid Ekstrak <i>Manihot esculenta</i>	30
3.2.8.	Uji Tanin Ekstrak <i>Manihot esculenta</i>	31
3.2.9.	Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	31
3.3.	Metode Penelitian.....	31
3.3.1.	Preparasi Sampel <i>Manihot esculenta</i>	31
3.3.2.	Pembuatan Ekstrak Etanol 70% <i>Manihot esculenta</i>	32
3.3.3.	Pembuatan Ekstrak Etil Asetat <i>Manihot esculenta</i>	32
3.3.4.	Uji Fitokimia Ekstrak <i>Manihot esculenta</i>	33
3.3.5.	Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	34
3.4.	Analisis Data	36
3.5.	Diagram Alir Penelitian	36
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1.	Hasil	37
4.1.1.	Uji Fitokimia Ekstrak Etanol 70% dan Etil Asetat Daun Singkong <i>Manihot esculenta</i>	37
4.1.2.	Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR) Ekstrak Etanol 70% dan Etil Asetat Daun Singkong <i>Manihot esculenta</i>	40
4.2.	Pembahasan	44
4.2.1.	Uji Fitokimia Ekstrak Etanol 70% dan Etil Asetat Daun Singkong <i>Manihot esculenta</i>	44
4.2.2.	Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR) Ekstrak Etanol 70% dan Etil Asetat Daun Singkong <i>Manihot esculenta</i>	47
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1.	Simpulan.....	50

5.2. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Morfologi Tanaman <i>Manihot esculenta</i>	9
Gambar 2. Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	14
Gambar 3. Daur Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	15
Gambar 4. Struktur Morfologi Larva <i>Aedes aegypti</i>	16
Gambar 5. Struktur Kimia Alkaloid.....	19
Gambar 6. Struktur Kimia Flavonoid.....	19
Gambar 7. Struktur Kimia Saponin.....	21
Gambar 8. Struktur Kimia Tanin	22
Gambar 9. Struktur Kimia Terpenoid	23
Gambar 10. Struktur Kimia Etanol	26
Gambar 11. Struktur Kimia Etil Asetat.....	26
Gambar 12. Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 13. Hasil uji fitokimia ekstrak etanol 70% daun singkong <i>Manihot esculenta</i>	37
Gambar 14. Hasil uji fitokimia ekstrak etil asetat daun singkong <i>Manihot esculenta</i>	38
Gambar 15. Hasil uji FT-IR ekstrak etanol 70% daun singkong <i>Manihot esculenta</i>	40
Gambar 16. Hasil uji FT-IR ekstrak etil asetat daun singkong <i>Manihot esculenta</i>	42

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Bilangan Gelombang <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR)	35
Tabel 2. Hasil uji fitokimia dari ekstrak etanol 70% dan etil asetat daun singkong <i>Manihot esculenta</i>	39
Tabel 3. Analisis spektrum <i>Infra Red</i> (IR) ekstrak etanol 70% daun singkong <i>Manihot esculenta</i>	41
Tabel 4. Analisis spektrum <i>Infra Red</i> (IR) ekstrak etil asetat daun singkong <i>Manihot esculenta</i>	43

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan bahan kimia hingga saat ini masih banyak dilakukan oleh masyarakat untuk menekan terjadinya kasus penyakit akibat vektor nyamuk *Aedes aegypti* (Putri *et al.*, 2020). Berdasarkan data dari seluruh dunia yang terus meningkat, tercatat Asia sebagai urutan pertama dengan jumlah kasus penderita DBD tertinggi. Peningkatan jumlah kasus penderita DBD terus meningkat setiap tahunnya, tercatat sebanyak 390 juta orang mengalami infeksi dengue yang disebabkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Berdasarkan studi prevalensi penyakit akibat virus dengue dari tahun 2015 – 2019 jumlah kasus DBD di wilayah Asia Tenggara meningkat sebesar 46% dan angka kematian menurun sebesar 3% (WHO, 2021). *World Health Organization* (WHO) mencatat Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (WHO, 2022).

Kasus DBD berdasarkan data Kementerian Kesehatan tahun 2022 mencapai 131.265 kasus, 40% di antaranya adalah anak-anak dengan usia 0-14 tahun. Sementara jumlah kasus kematian akibat dengue mencapai 1.135 kasus dengan 73% terjadi pada anak usia 0-14 tahun (Kemenkes RI, 2022). Berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi Lampung pada Februari 2020, tercatat sebanyak 1.408 kasus DBD dan sebanyak 10 penderita mengalami kematian (Dinkes Provinsi Lampung, 2020).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mencegah penularan DBD adalah pengendalian vektor utama (*Aedes aegypti*) dengan pemutusan rantai penyebaran virus *dengue* dari nyamuk *Aedes aegypti* melalui larvasida (Lestari *et al.*, 2022). Upaya pengendalian vektor utama nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilakukan secara fisik, biologi dan kimiawi (Nanda *et al.*, 2023). Penggunaan zat kimia untuk mengendalikan penyakit tular vektor dapat dilakukan menggunakan insektisida baik pada ovisida (membunuh telur) dan larvasida (membunuh larva). Salah satu pengendalian penyakit tular vektor secara biologi yang dapat dilakukan adalah dengan penggunaan larvasida berbahan alami yang tidak menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitar (Kandi *et al.*, 2023). Pengendalian menggunakan larvasida yang tepat pada stadium larva dinilai lebih mudah dan efektif karena pada stadium ini larva memiliki aktivitas dan mobilitas yang terbatas (Barlian *et al.*, 2022).

Penggunaan larvasida berbahan kimia sampai saat ini masih banyak dilakukan oleh masyarakat. Penggunaan larvasida yang ideal haruslah efektif, efisien, ramah lingkungan dan tentunya tidak memberikan efek toksisitas yang tinggi terhadap organisme non target (Astriani dan Widawati, 2016). Penggunaan larvasida kimia berlebih memiliki banyak kelemahan yang ditimbulkan bagi lingkungan seperti merusak kesuburan tanah dan resistensi pada hama atau serangga target (Santoso *et al.*, 2023). Berdasarkan hal tersebut, larvasida yang bersifat alami ini terus dikembangkan oleh peneliti insektisida nabati yang dapat digunakan sebagai pengendali vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Saat ini larvasida nabati telah banyak memberikan kontribusi yang bermakna untuk alternatif baru dalam meningkatkan kesehatan masyarakat terutama dalam penurunan jumlah penyakit yang banyak ditimbulkan oleh vektor nyamuk (Kandi *et al.*, 2023).

Berdasarkan dari penelitian Hasim *et al.*, (2016) senyawa fitokimia yang terdapat pada ekstrak daun singkong adalah alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, dan fenolik. Tanaman-tanaman lain yang efektif sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti* memiliki kandungan yang sama seperti

alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin dari herba pegagan (*Centella asiatica* L.) mampu membunuh larva *Aedes aegypti* sebagai racun pencernaan, merusak sistem saraf dan merusak sistem pernafasan (Kartika *et al.*, 2022). Selain itu, pada penelitian Solihat *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa daun lada (*Piper nigrum* L.) memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa flavonoid, saponin dan alkaloid yang efektif digunakan sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi 1% ekstrak menunjukkan efektifitas dengan presentase 99% mortalitas. Kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) berupa saponin, steroid, flavonoid dan alkaloid menunjukkan mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* pada dosis 100 ml dengan presentase 100% mati dengan waktu kontak selama 3 jam (Hidayat *et al.*, 2023). Pemanfaatan ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* yang berperan sebagai larvasida dapat digunakan sebagai alternatif baru pemanfaatan daun singkong secara efektif. Selain itu, belum terdapat penelitian mengenai identifikasi gugus fungsi senyawa bioaktif yang terbentuk pada ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* sebagai larvasida menggunakan metode *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR).

Fourier Transform Infra Red (FT-IR) dapat digunakan untuk mengetahui adanya gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa bioaktif dan menganalisis campuran dari sampel tanpa mengontaminasi sampel tersebut. Oleh karena itu, dilakukan pengujian analisis fitokimia untuk mengetahui senyawa bioaktif dan analisis *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) untuk mengetahui gugus fungsi senyawa bioaktif yang ada dalam ekstrak daun singkong (Sari *et al.*, 2018). Pada penelitian Basundari *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa ekstrak daun zodia (*Evodia suaveolens*) yang efektif sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti* mengandung gugus fungsi berupa O-H alkohol, C=C aromatik, C-O alkohol dan C=C alkena yang diduga sebagai golongan senyawa bioaktif berupa tanin, flavonoid dan alkaloid. Selain itu, pada

penelitian Supriadin *et al.*, (2017) menyebutkan bahwa hasil analisis spektrofotometer *Infra Red* (IR) ekstrak daun (*Aglaia glabrata*) menunjukkan adanya gugus hidroksil O-H, C-H, C=O dan C=C aromatik sebagai penyusun senyawa alkaloid, terpenoid, tanin, flavonoid dan saponin yang memiliki nilai toksik terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Untuk mengidentifikasi gugus fungsi penyusun suatu senyawa pada ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* yang berpotensi sebagai larvasida alami diperlukan jenis pelarut dengan nilai polaritas yang mendekati polaritas zat terlarut (Zhang *et al.*, 2018). Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa bioaktif ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* menggunakan 2 jenis pelarut berbeda dan memberikan kontribusi informasi bagi para pencari alternatif untuk mengontrol virus dengue.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi senyawa bioaktif yang terdeteksi pada ekstrak etanol 70% dan etil asetat daun singkong *Manihot esculenta* melalui uji fitokimia.
2. Membandingkan jenis pelarut yang baik (etanol 70% dan etil asetat) dalam mendeteksi gugus fungsi senyawa bioaktif yang terbentuk pada uji *Fourier Transform Infra Red* FT-IR ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* yang berpotensi sebagai larvasida.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan informasi kepada masyarakat mengenai senyawa bioaktif yang terdeteksi dan gugus fungsi yang terbentuk dari ekstrak etanol 70% dan etil asetat daun singkong *Manihot esculenta* yang dapat dimanfaatkan sebagai larvasida.

1.4 Kerangka Pemikiran

Daerah kabupaten Lampung Tengah dikenal sebagai penghasil komoditas singkong terbesar di Indonesia, daun singkong *Manihot esculenta* merupakan salah satu jenis daun singkong yang dapat dengan mudah ditemukan. Daun singkong memiliki kandungan senyawa kimia yang berperan penting bagi kehidupan, akan tetapi pemanfaatannya belum tereksplorasi secara maksimal dikarenakan berbagai keterbatasan.

Penggunaan larvasida berbahan kimia hingga saat ini masih banyak dilakukan oleh masyarakat sebagai upaya pemutusan rantai penyebaran virus dengue yang ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti*.

Pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* pada stadium larva dinilai lebih efektif karena pada stadium ini larva nyamuk *Aedes aegypti* memiliki aktivitas dan mobilitas yang masih terbatas. Penggunaan larvasida berbahan kimia dalam jangka panjang akan menimbulkan dampak negatif seperti merusak kesuburan tanah dan resistensi pada hama atau serangga target. Pemanfaatan ekstrak tumbuhan sebagai larvasida alami dinilai lebih efektif, efisien, ramah lingkungan dan tidak menimbulkan efek negatif pada lingkungan karena tidak memberikan efek toksisitas yang tinggi terhadap organisme non target.

Berdasarkan penelitian sebelumnya daun singkong *Manihot esculenta* yang ditemukan di perkebunan beberapa daerah memiliki kandungan senyawa kimia yang berupa alkaloid, flavonoid, fenolik, saponin dan tanin.

Kandungan senyawa bioaktif daun singkong *Manihot esculenta* dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, sehingga perlu dilakukan adanya uji untuk mendeteksi kandungan senyawa metabolit sekunder daun singkong *Manihot esculenta* yang ditemukan di daerah Lampung. Pengujian fitokimia dilakukan untuk mendeteksi adanya kandungan senyawa kimia yang ada pada ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* dengan menggunakan dua jenis pelarut. Penggunaan pelarut alternatif yang dapat digunakan dalam uji senyawa kimia yaitu etanol 70% dan etil asetat.

Ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* efektif dalam membunuh larva *Aedes aegypti* dengan konsentrasi 5%, semakin tinggi konsentrasi beban racun yang digunakan maka tingkat kematian larva *Aedes aegypti* akan semakin tinggi. Senyawa yang diduga berpotensi aktif dalam membunuh larva *Aedes aegypti* adalah saponin dan flavonoid. Senyawa flavonoid memiliki mekanisme kerja dengan menghambat daya makan larva. Selain itu, senyawa saponin memiliki mekanisme kerja dengan melemahkan aktivitas enzim profase dan penyerapan makanan. Hal ini menyebabkan larva kekurangan energi dan menyebabkan kematian.

Penggunaan pelarut jenis etanol mampu menarik senyawa kimia polar yang berasal dari metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, dan tanin yang tergolong dalam senyawa larvasida. Sedangkan pelarut jenis etil asetat mampu menarik senyawa semi polar yang berasal dari metabolit sekunder seperti alkaloid, fenol dan terpenoid yang juga tergolong dalam senyawa larvasida. Senyawa-senyawa tersebut telah diketahui memiliki banyak manfaat, salah satunya tanin yang berpotensi untuk membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Kandungan senyawa fitokimia yang dapat diketahui melalui prosedur ekstraksi daun singkong *Manihot esculenta* dengan metode maserasi. Selanjutnya hasil ekstraksi daun singkong *Manihot esculenta* dideteksi melalui uji fitokimia berupa uji pendahuluan untuk mengetahui jenis-jenis kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* dan dilanjutkan dengan uji *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) yang dilakukan untuk mengetahui jenis gugus fungsi yang ada pada sampel murni ekstrak daun singkong *Manihot esculenta*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendeteksi kandungan senyawa bioaktif daun singkong *Manihot esculenta* yang berpotensi sebagai larvasida dan mengetahui jenis pelarut yang terbaik dalam mendeteksi gugus fungsi yang terbentuk.

1.5 Hipotesis

1. Senyawa bioaktif ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* yang teridentifikasi melalui uji *Fourier Transform Infra Red* memiliki gugus fungsi penyusun senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Penggunaan pelarut etil asetat lebih baik dibandingkan dengan etanol 70% dalam mendeteksi gugus fungsi senyawa bioaktif ekstrak daun singkong *Manihot esculenta*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Singkong *Manihot esculenta*

2.1.1. Morfologi Tanaman Singkong *Manihot esculenta*

Daun singkong *Manihot esculenta* adalah bagian organ dari tumbuhan singkong *Manihot esculenta* yang dapat hidup wilayah tropis seperti Indonesia. Tumbuhan singkong *Manihot esculenta* termasuk dalam golongan tumbuhan tingkat tinggi, dengan Panjang tanaman mencapai 2-3 meter, batang berkayu dan beruas-ruas. Saat masih muda batang daun singkong umumnya berwarna hijau kemudian saat tua berubah mejadi kelabu, keputih-putihan atau coklat kelabu. Daun singkong *Manihot esculenta* umumnya berbentuk helaian dan memiliki tangkai daun. Panjang tangkai daun berkisar antara 5-30 cm. Helaian pada daun berbentuk mirip seperti jari dengan jumlah bervariasi antara 3-9 helai (ganjil) (Napitupulu, 2018). Adapun morfologi tanaman singkong *Manihot esculenta* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Morfologi Tanaman Singkong *Manihot esculenta*
(Dokumentasi Pribadi, 2023).

2.1.2. Klasifikasi Tanaman Singkong *Manihot esculenta*

Singkong (*Manihot esculenta*) adalah tanaman perdu yang termasuk dalam anggota famili Euphorbiaceae dan tumbuh secara berkelanjutan dengan periode pertumbuhan tanaman yang bergantian, umbi akar tanaman berfungsi sebagai tempat penyimpanan karbohidrat dan diikuti dengan periode dormansi (Misganaw dan Bayou, 2020).

Adapun klasifikasi tanaman singkong menurut Suprpti (2005) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Class : Dicotyledonae
Ordo : Euphorbiales
Family : Euphorbiaceae
Genus : Manihot
Species : *Manihot esculenta* Crantz.

2.1.3. Habitat Tanaman Singkong *Manihot esculenta*

Tanaman singkong tumbuh tersebar luas dan mampu menyesuaikan diri di daerah tropis. Tanaman singkong di dunia tersebar di daerah sekitar 30°LU dan 30°LS dengan penyinaran yang diperkirakan selama 10 jam/hari untuk menunjang perkembangan dan kesuburan umbi singkong (Tuhenay, 2018). Kemampuan menyesuaikan diri tumbuhan singkong adalah dapat tumbuh di tanah yang tidak subur bahkan di tanah yang tidak dapat ditumbuhi oleh tanaman lain. Hal ini terjadi karena tanaman singkong sangat toleran terhadap tanah dengan pH rendah dan kadar aluminium (Al) tinggi. Selain itu tanaman singkong dapat tumbuh dengan baik di tanah dengan kadar fosfor rendah (Howeler, 2017).

2.1.4. Kandungan Daun Singkong *Manihot esculenta*

Daun singkong *Manihot esculenta* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan dengan sayuran lainnya. Daun singkong *Manihot esculenta* memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa flavonoid, saponin, tanin dan triterpenoid. Selain itu, ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* juga mengandung sianida yang menyebabkan kerusakan pada organ pernafasan yakni spirakel yang dapat menyebabkan kematian pada nyamuk (Harahap *et al.*, 2022).

Pada penelitian Napitupulu (2018) menyebutkan bahwa daun singkong *Manihot esculenta* mengandung kadar protein, Vitamin A 11000SI, serat dan Vitamin C 275 mg/100 gr daun singkong. Dalam penelitian Mutia *et al.*, (2017) pada proses penapisan fitokimia, senyawa yang terdapat pada ekstrak etanol daun singkong *Manihot esculenta* adalah flavonoid, saponin, dan tanin. Selain itu berdasarkan penelitian Hasim *et al.*, (2016) juga

menunjukkan bahwa dalam analisis fitokimia ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan fenolik.

2.2. Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder adalah hasil yang diperoleh dari sisa metabolit primer yang terjadi pada metabolisme suatu spesies tumbuhan tertentu.

Umumnya metabolit sekunder terbagi menjadi beberapa golongan berupa alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan lain sebagainya (Saidi *et al.*, 2018). Metabolit sekunder berupa molekul organik yang dihasilkan dari jalur metabolisme lain akan tetapi tidak memiliki partisipasi secara aktif pada proses pertumbuhan dan perkembangan. Metabolit sekunder dapat disintesis oleh organ-organ tumbuhan tertentu seperti akar, daun, bunga, buah, dan biji. Selain itu metabolit sekunder dapat berfungsi dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap sinar ultraviolet (UV), metabolit sekunder sebagai atraktan bagi pollinator dan hewan penyebar biji dan tempat menyimpan cadangan nitrogen (N) (Anggraito *et al.*, 2018).

Metabolisme sekunder memiliki hubungan dengan metabolisme primer dalam membangun senyawa dan enzim dalam biosintesis. Metabolit sekunder dianggap tidak memiliki peran esensial dalam hidup tanaman. Metabolisme primer akan membentuk proses fisiologis yang memungkinkan tanaman mengalami pertumbuhan melalui translasi kode genetik menghasilkan protein, karbohidrat, dan asam amino. Hasil dari metabolisme primer berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman sedangkan hasil metabolisme sekunder berperan dalam menunjang tanaman namun tidak vital, misalnya dalam pertahanan diri dari serangan predator. Selain itu, metabolit sekunder pada tanaman juga berperan untuk membantu sistem keseimbangan dan adaptasi lingkungan (Julianto, 2019).

Senyawa metabolit sekunder penting untuk simbiosis mutualisme bagi organisme pembantu penyerbukan dan dapat digunakan sebagai interaksi antagonis yaitu antiherbivora dan antimikroba patogen. Keseimbangan metabolisme primer dan sekunder baik untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan menjadi antisipasi terhadap kondisi lingkungan yang sering berubah. Senyawa khusus yang distimulasi pada metabolit sekunder terbagi menjadi tiga kelompok utama: 1) terpen (contohnya volatil, glikosida kardiak, karotenoid, dan sterol; 2) fenolik (contohnya asam fenolat, kumarin, lignan, stilbena, flavonoid, tanin, dan lignin); dan 3) senyawa yang terkandung nitrogen di dalamnya (contohnya alkaloid dan glukosinolat) (Agostini-Costa *et al.*, 2012; Anggraito *et al.*, 2018).

2.3. Larvasida

Larvasida merupakan salah satu golongan pestisida yang dapat digunakan untuk membunuh larva atau serangga yang belum dewasa. Pemberantasan larva nyamuk *Aedes aegypti* menggunakan larvasida alami adalah metode terbaik untuk mencegah adanya penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* (Rumengan, 2010). Penggunaan larvasida alami dapat menjadi alternatif untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan larvasida kimia (Hernawan *et al.*, 2022). Penggunaan larvasida kimia dalam jangka panjang dapat menimbulkan efek samping yang negatif seperti polusi udara dan resistensi terhadap larva atau serangga target (Shodiq dan Setyaningsih, 2021). Menurut Simbolon (2020) menyebutkan bahwa penggunaan larvasida alami yang dibuat dari tanaman dengan kandungan yang memiliki sifat racun terhadap larva tidak menimbulkan efek toksik terhadap lingkungan.

2.4. Nyamuk *Aedes aegypti*

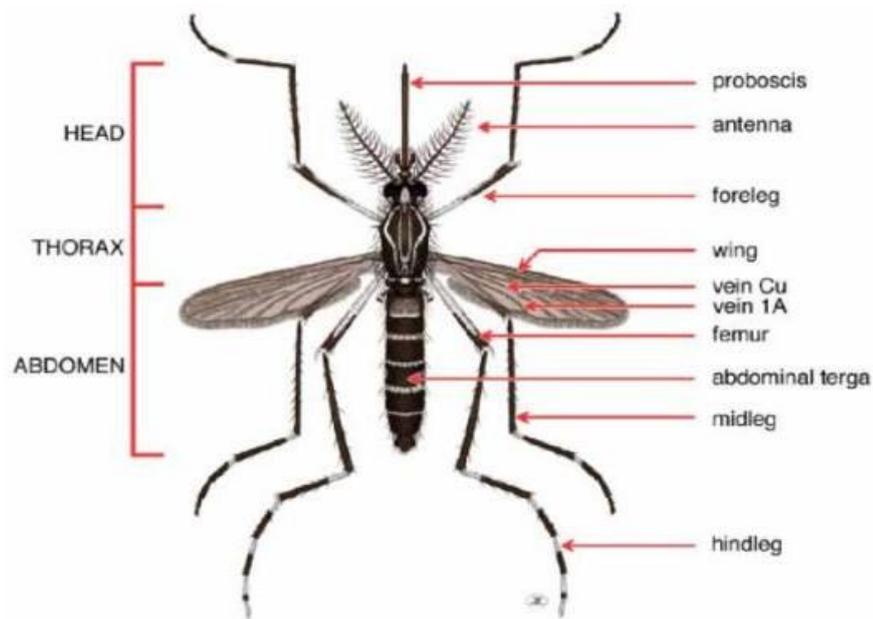
2.4.1. Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

Adapun klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* menurut Linnaeus (1762) dalam Zapino dan Fitri (2017) sebagai berikut:

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Diptera
Sub Ordo	: Nematocera
Keluarga	: Culicidae
Genus	: <i>Aedes</i>
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>

2.4.2. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki morfologi tubuh yang terdiri dari tiga bagian yaitu kepala (*caput*), dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Bagian tubuh yang menjadi ciri khas dari nyamuk *Aedes aegypti* ini adalah belang-belang putih pada bagian kaki dan abdomen yang terlihat sangat jelas. Ukuran tubuh pada nyamuk *Aedes aegypti* jantan lebih kecil dibandingkan yang betina dan terdapat rambut-rambut tebal dibagian antena. Pada nyamuk *Aedes aegypti* betina memiliki warna tubuh yang lebih gelap, ujung abdomen runcing dengan *cerci* menonjol dan pada palpus betina lebih pendek daripada *probacis*, sedangkan pada nyamuk jantan memiliki warna tubuh cenderung lebih terang, ujung abdomen berbentuk oval dilengkapi dengan *hypogeum* sebagai alat kopulasi dan *proboscis* yang digunakan untuk menghisap nektar pada tumbuhan (Purnama, 2015). Adapun morfologi nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada **Gambar 2.**

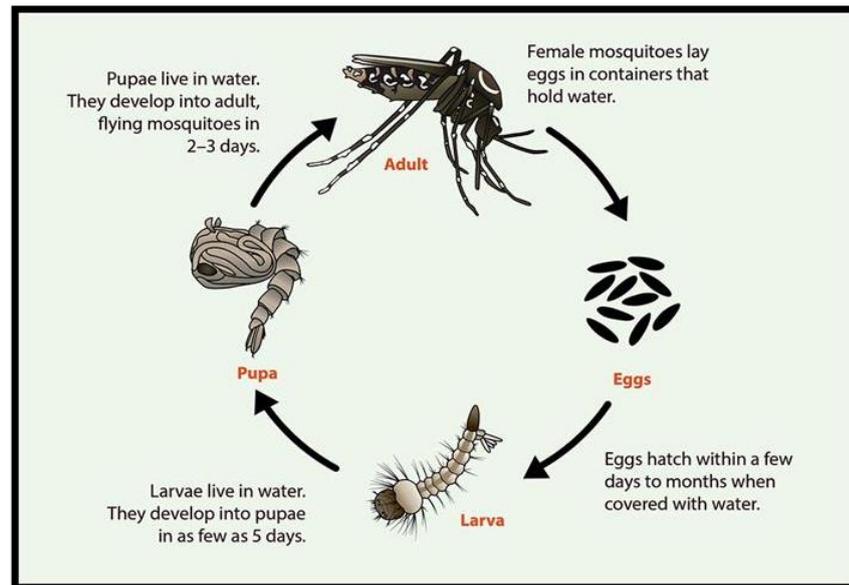


Gambar 2. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti* (Rueda, 2004)

2.4.3. Daur Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami tahap metamorfosa sempurna (holometabola) yang dimulai dari fase telur, larva, pupa dan nyamuk dewasa (Dwiningrum, 2022). Pada umumnya waktu penetasan telur nyamuk *Aedes aegypti* berlangsung selama 1-2 hari untuk menjadi larva, selanjutnya larva mengalami pergantian kulit (*moulting*) sebanyak 4 kali hingga menjadi pupa (Delita dan Nurhayati, 2022). Fase hidup nyamuk *Aedes aegypti* dari telur sampai menjadi nyamuk dewasa berlangsung selama 8-10 hari. Pada fase telur, larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti* hidup di air (*aquatik*) dan pada fase nyamuk dewasa hidup nyamuk *Aedes aegypti* berpidah di darat (*terrestrial*) (Dwiningrum, 2022).

Adapun daur hidup nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Daur Hidup Nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2022)

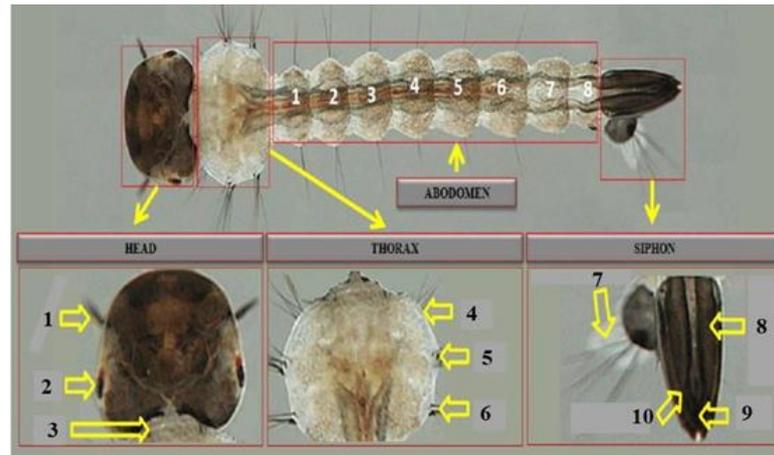
Daur hidup nyamuk *Aedes aegypti* terbagi dalam 4 stadium berikut:

a. Stadium Telur

Fase telur merupakan fase pertama dalam daur hidup nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* dalam satu siklus mampu menghasilkan 80-100 butir telur. Telur nyamuk *Aedes aegypti* memiliki bentuk oval memanjang, berwarna hitam dan polygon pada bagian permukaan (Wahyuni dan Loren, 2015).

b. Stadium Larva

Fase larva merupakan fase yang terjadi setelah telur mengalami moulting dan menetas dalam kurun waktu 1-2 hari. Larva nyamuk *Aedes aegypti* umumnya memiliki ukuran tubuh sekitar 0,51 cm dan memiliki pergerakan yang aktif di dalam air. Larva bernafas melalui shifon. Larva nyamuk mengalami 4 stadium perkembangan (instar) sebelum menjadi pupa. Morfologi larva nyamuk terdiri atas kepala, antena, toraks, abdomen, sifon, dan papila anal. Karakteristik larva nyamuk *Aedes aegypti* adalah memiliki shifon yang pendek, besar dan hitam (Supriyono *et al.*, 2023).



Gambar 4. Struktur Morfologi Larva *Aedes aegypti* (Rao,2020)
 Keterangan: 1. Antena, 2. Mata, 3. Leher, 4. Protoraks,
 5. Mesotoraks, 6. Metatoraks, 7. Papila anal,
 8. Sifon, 9. Sisir ekor, 10. Duri pekten.

Menurut Theodora (2018) instar nyamuk memiliki ciri sebagai berikut :

1. Instar I

Instar I memiliki tubuh dan sifon (Corong pernapasan) yang masih transparan, duri-duri (spinae) pada dada belum jelas, berukuran paling kecil dengan panjang 1 – 2 cm, serta membutuhkan waktu perkembangan selama 1 hari.

2. Instar II

Instar II di indikasikan dengan adanya perkembangan sifon berwarna kecoklatan namun duri-duri dada belum nampak jelas, memiliki ukuran tubuh sekitar 2,5 – 3,9 cm, serta membutuhkan waktu perkembangan selama 1-2 hari. Pada Instar III, memiliki duri-duri dada yang jelas dan sifon berwarna coklat, ukuran tubuh berkembang mencapai 4-5 cm.

3. Instar III

Instar III nyamuk memiliki ukuran tubuh yang lebih besar daripada instar I dan II sehingga mudah diamati. Larva instar III memiliki struktur anatomi yang lebih jelas dan ketahanan fisik terhadap pengaruh eksternal. Instar III membutuhkan waktu 2 hari untuk berkembang menjadi instar IV

4. Instar IV

Instar IV merupakan tahap akhir perkembangan larva ditandai dengan struktur anatomi bagian tubuh yang lengkap terdiri atas kepala (cephal), dada (thorax), dan perut (abdomen). Bagian kepala dilengkapi sepasang mata dan antena yang gelap. Ukuran larva mencapai 5-7 cm. Instar IV akan berkembang menjadi pupa dalam waktu 2-3 hari.

c. Stadium Pupa

Pupa adalah fase yang terjadi setelah larva, fase ini dicirikan dengan adanya struktur kepala atau thorax menyatu sehingga mirip seperti koma. Pupa bernafas menggunakan respiratory trophets dan tidak makan. Bagian tubuh pupa terdiri atas sepalotoraks, abdomen, shifon dan ekor. Pupa memerlukan waktu 1-2 dalam pergantian kulit dan pupa berkembang menjadi nyamuk dewasa. Suhu optimum pupa adalah 27° -30°c (Marlik, 2017).

d. Stadium Dewasa

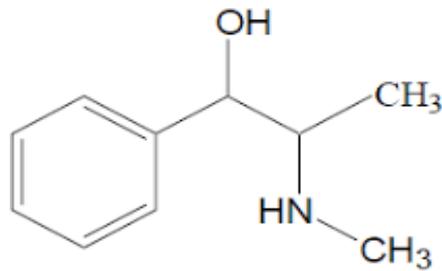
Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa memiliki warna tubuh coklat tua cenderung hitam. Tubuh nyamuk terdiri asta 3 bagian yaitu kepala (kepala (*caput*), dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Ciri khusus nyamuk *Aedes aegypti* ditandai dengan belang-belang putih pada abdomen dan kaki. Umumnya nyamuk *Aedes aegypti* jantan memiliki tubuh lebih kecil dibandingkan betina. Abdomen pada nyamuk betina berujung lancip dan memiliki cerci yang panjang (Theodora, 2018). Antena nyamuk *Aedes aegypti* memiliki 13 segmen dengan panjang 1-1,5 mm. Antena nyamuk *Aedes aegypti* jantan memiliki bulu lebat yang disebut *mose* sedangkan pada betina memiliki bulu jarang dan disebut *pilose* (Supriyono *et al.*, 2023).

2.5. Senyawa Bioaktif

2.5.1. Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen (N) dan merupakan famili yang terdiri dari 15.000 senyawa metabolit sekunder. Alkaloid memiliki sifat basa dan memiliki cincin heterosiklik yang memiliki kandungan satu atau lebih nitrogen. Alkaloid dapat ditemukan pada banyak tumbuhan di alam. Karbon dari sejumlah alkaloid berasal dari terpen dan sebagian besar memiliki sifat alkalin. Alkaloid memiliki sifat positif dan larut dalam air karena asam nitrogen memiliki kemampuan protonasi dan memiliki pH baik di organ tumbuhan tertentu, seperti pH 7,2 disitosol dan 5-6 di dalam vakuola (Anggraito *et al.*, 2018).

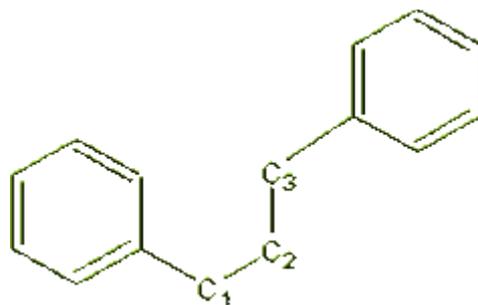
Alkaloid memiliki potensi sebagai larvasida yang berperan sebagai racun saraf pada larva nyamuk *Aedes aegypti* (Wulansari, 2022). Berdasarkan penelitian Noya *et al.*, (2022) menyebutkan bahwa senyawa alkaloid dalam mekanisme meracuni saraf larva adalah dengan mendegradasi membran sel dalam saluran pencernaan dan menjadikan sel rusak. Berhentinya enzim asetilkolinesterase akan mengganggu saraf larva dan membuat gerakan larva menjadi tidak terkendali. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ekayani *et al.*, (2021) tiga hormon utama yang dimiliki oleh larva yaitu hormon edikson, hormon otak dan hormon pertumbuhan. Senyawa alkaloid mampu menghambat pertumbuhan hormon larva yang mengakibatkan larva tidak berkembang dan mengalami kegagalan dalam proses metamorfosis larva. Adapun gambar struktur kimia alkaloid dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Struktur Kimia Alkaloid (Mesy *et al.*, 2023)

2.5.2. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu golongan senyawa yang melimpah di alam. Senyawa ini menyebar luas pada seluruh tanaman dan dikonsumsi setiap hari dalam makanan manusia. Struktur senyawa flavonoid berhubungan dengan aktivitas farmakologis sebagai anti inflamasi dan antioksidan. Sama seperti senyawa fenolik, flavonoid tidak terjadi secara bebas namun sebagai biflavonoid atau glikosida (Mamede *et al.*, 2020). Adapun gambar struktur kimia flavonoid dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 . Struktur Kimia Flavonoid (Gafur *et al.*, 2013)

Kandungan senyawa bioaktif flavonoid memiliki banyak manfaat salah satunya adalah sebagai larvasida alami. Cara kerja dari senyawa flavonoid sebagai larvasida adalah menghambat sistem kerja enzim asetilkolinesterase yang mengakibatkan kelumpuhan fungsi sel saraf dan sel otot. Flavonoid akan merusak bagian saraf dan pernafasan larva sehingga menyebabkan larva tidak dapat

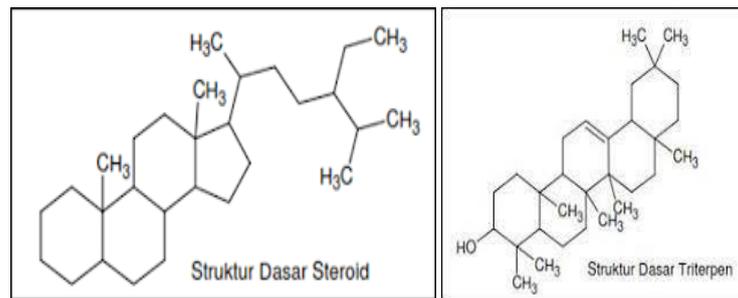
mengambil oksigen untuk bernafas dan mengalami kematian (Awaluddin *et al.*, 2021).

2.5.3. Saponin

Saponin merupakan glikosida yang terdiri dari satu atau lebih rantai gula di triterpen atau aglikon steroid yang disebut sapogenin (Ravelliani *et al.*, 2021). Senyawa saponin memiliki gugus polar dan non-polar bersifat aktif permukaan sehingga saat saponin dikocok dengan air akan mengalami hidrolisis dan dapat membentuk misel. Struktur misel yang terbentuk menyebabkan gugus polar menghadap keluar dan gugus non-polar menghadap ke dalam sehingga akan tampak seperti busa yang tahan lama (Khotimah, 2016).

Saponin mempunyai sifat yang mudah larut dalam air dan sukar larut dalam eter, rasa pahit. Saponin dapat diekstraksikan dari tanaman menggunakan pelarut jenis etanol 70%-95% atau biasanya metanol karena saponin bersifat polar maka akan lebih tepat dan mudah larut daripada jenis pelarut lain (Prayoga *et al.*, 2019).

Kandungan saponin dapat berfungsi sebagai racun perut atau *stomach poisoning* yang masuk ke dalam sistem jaringan pencernaan *Aedes aegypti*. Saponin akan membuat kerusakan membran sel dan mengganggu pada proses metabolisme larva. Senyawa saponin akan mendenaturasi protein dan enzim pada sel. Saponin berdifusi melewati membran luar dan mengikat membran sitoplasma sehingga terjadi gangguan dan ketidakstabilan membrane sel. Hal ini dapat mengakibatkan sitoplasma bocor dari dalam sel dan menyebabkan kematian pada larva (Ishak *et al.*, 2020). Adapun gambar struktur kimia saponin dapat dilihat pada **Gambar 7**.

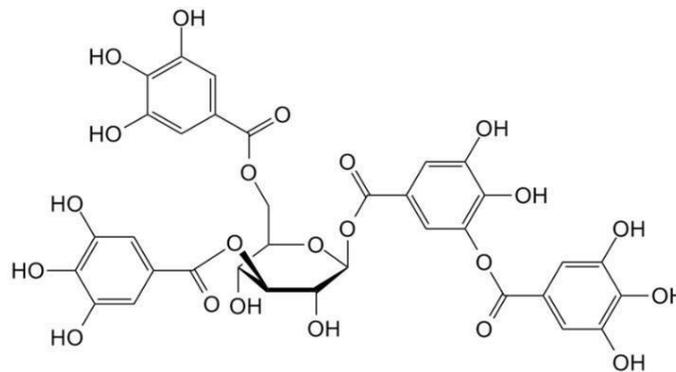


Gambar 7. Struktur Kimia Saponin (Putri *et al.*, 2023)

Berdasarkan penelitian Redo *et al.*, (2019), saponin dapat mengganggu membran kutikula yang dapat menyebabkan larva mengalami kematian. Larva akan mengalami ketidaknormalan dalam berkembang karena penurunan berat badan dan penurunan asupan makanan, hal ini karena saponin berperan sebagai penolak makanan dan menyebabkan masalah dalam sistem pencernaan larva. Selain itu, pada penelitian Zahroh *et al.*, (2022) juga menyatakan bahwa kurangnya asupan nutrisi pada larva akan mengganggu proses pencernaan yang menyebabkan laju pertumbuhan larva.

2.5.4. Tanin

Tanin merupakan golongan senyawa polifenol oligomer dan polimer yang larut dalam air dengan sifat astringen yang signifikan. Tanin memiliki cita rasa pahit dan sepat serta memiliki reaksi penggumpalan protein dan senyawa yang mengandung asam amino dan alkaloid. Tanin dapat ditemukan di sebagian besar organ tanaman termasuk kulit kayu, daun, buah dan akar (Keita *et al.*, 2018). Senyawa tanin pada berbagai tanaman memiliki peran yang penting sebagai perlindungan tumbuhan dari serangan hama (Hidayah, 2016). Adapun gambar struktur kimia tanin dapat dilihat pada **Gambar 8**.

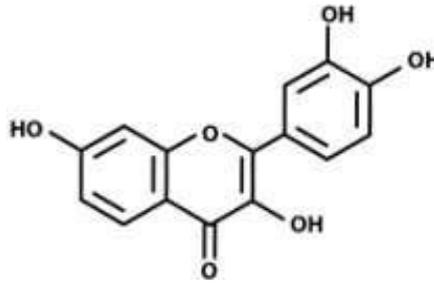


Gambar 8. Struktur Kimia Tanin (Bakri, 2020)

Senyawa tanin yang digunakan sebagai larvasida *Aedes aegypti* akan mengganggu proses pencernaan protein pada saluran pencernaan larva. Larva akan mengalami kekurangan nafsu makan dan kelaparan akibat zat tanin yang merangsang penolakan makanan dengan rasa pahit (Muftiah *et al.*, 2019). Pada penelitian Febiana *et al.*, (2021) juga menyebutkan bahwa senyawa tanin yang masuk ke dalam tubuh larva dapat mengganggu sistem pencernaan sebagai racun perut sehingga menyebabkan larva kekurangan nutrisi dan mengalami kematian.

2.5.5. Terpenoid

Terpenoid merupakan kelas metabolit sekunder yang tersusun oleh unit isopren yang berkarbon 5 ($-C_5$) yang disintesa dari asetat melalui jalur asam mevalonik (Kabera *et al.*, 2014). Terpenoid termasuk dalam golongan metabolit sekunder terbesar yang memiliki jenis senyawa yang beragam. Struktur terpenoid yang beragam dapat berupa molekul linier hingga polisiklik dengan ukuran dari hemiterpen berunit lima karbon hingga karet yang memiliki ribuan unit isoprene (Irrchaiya *et al.*, 2015). Adapun gambar struktur kimia terpenoid dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Struktur Kimia Terpenoid (Azalia *et al.*, 2023)

Mekanisme kerja senyawa terpenoid sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti* melalui sistem pencernaan apabila senyawa terpenoid dikonsumsi oleh serangga terutama pada fase larva dapat memberikan pengaruh toxic pada larva. Senyawa *Phytol* yang termasuk dalam senyawa terpenoid yang telah dimodifikasi akan menyerang ganglia pada sistem saraf pusat larva. Senyawa *Phytol* berfungsi sebagai racun saraf dan mendegradasi membran sel saluran pencernaan sehingga menyebabkan kelemahan pergerakan larva dan mati (Wulansari, 2022).

2.6. Uji Fitokimia

Uji fitokimia merupakan uji pendahuluan dalam identifikasi senyawa kimia. Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif dalam suatu tumbuhan (Khasanah *et al.*, 2020). Uji fitokimia dilakukan dengan melihat reaksi pengujian warna pada ekstrak sampel tumbuhan menggunakan suatu pereaksi warna (Rubianti *et al.*, 2022). Keberadaan senyawa bioaktif dapat dibuktikan dengan adanya uji fitokimia yang dikaitkan dengan aktivitas biologinya. Umumnya dalam uji fitokimia ekstrak tumbuhan senyawa bioaktif yang teridentifikasi yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, steroid, triterpenoid dan saponin (Prastika *et al.*, 2021).

Dalam kajian fitokimia tumbuhan dapat digunakan sampel segar dan sampel yang dikeringkan. Umumnya sampel kering lebih sering digunakan karena pertimbangan waktu dalam penelitian yang dilakukan. Penggunaan

sampel segar dalam penelitian memiliki jangka waktu 3 jam antara pemanenan dan waktu penelitian sehingga sampel mudah terjadi kerusakan dan mengalami penurunan kualitas. Sebaiknya dalam uji fitokimia sampel kering dihaluskan terlebih dahulu untuk mempermudah proses ekstraksi (Julianto, 2019). Saat dilakukan ekstraksi pelarut memiliki peran yang sangat penting. Terdapat 3 golongan pelarut yang sering digunakan dalam ekstraksi yaitu pelarut polar, contohnya etanol dan methanol; pelarut non-polar, contohnya, petroleum eter dan n-heksana; dan pelarut semipolar, contohnya etil asetat, aseton dan kloroform (Saidi *et al.*, 2018).

2.7. Pelarut

Pelarut merupakan bahan penting yang digunakan dalam proses ekstraksi. Pemilihan jenis pelarut berpengaruh dalam ekstraksi sampel tumbuhan, setiap pelarut memiliki kemampuan melarutkan komponen senyawa bioaktif yang berbeda-beda. Dalam pemilihan jenis pelarut harus di pertimbangkan dari segi kelarutan, selektivitas, biaya, dan keamanannya. Berdasarkan hukum *Intermiscibility*, pelarut dengan nilai polaritas mendekati polaritas zat terlarut cenderung bekerja lebih baik dan begitupun sebaliknya. Etanol merupakan pelarut universal dalam ekstraksi pelarut yang digunakan untuk penyelidikan fitokimia (Zhang *et al.*, 2018).

Ekstraksi produk alami berlangsung melalui tahapan berikut: (1) pelarut menembus ke dalam matriks padat; (2) zat terlarut larut dalam pelarut; (3) zat terlarut terdifusi keluar dari matriks padat; (4) zat terlarut yang di ekstraksi dikumpulkan. Setiap faktor yang meningkatkan difusivitas dan kelarutan dalam langkah-langkah di atas akan memfasilitasi ekstraksi (Yi *et al.*, 2012).

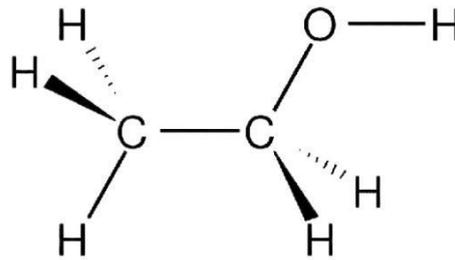
Proses ekstraksi umumnya dilakukan untuk kebutuhan identifikasi senyawa bioaktif dalam pemanfaatan khasiatnya, salah satunya yaitu sebagai larvasida. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maulana *et al.*, (2022) menggunakan pelarut etanol dalam mengidentifikasi

senyawa bioaktif pada ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* Linn), ekstrak etanol mampu menunjukkan aktivitas larvasida dalam membunuh larva *Aedes aegypti* dengan adanya kandungan alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin pada sampel ekstrak. Selain itu, penelitian Melita *et al.*, (2022) menggunakan pelarut etil asetat dalam mengidentifikasi senyawa bioaktif pada ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.), ekstrak etil asetat menunjukkan adanya senyawa bioaktif berupa alkaloid, tanin, saponin, flavonoid dan steroid. Berikut ini penjelasan mengenai pelarut etanol yang akan digunakan pada proses ekstraksi metabolit sekunder daun singkong *Manihot esculenta*.

2.7.1. Etanol

Etanol adalah salah satu jenis pelarut universal yang memiliki sifat polar dan mampu menarik senyawa polifenol dalam suatu tumbuhan. Etanol adalah pelarut organik yang sering digunakan dalam proses ekstraksi (Nisyak *et al.*, 2022). Etanol memiliki karakteristik berupa zat cair tak berwarna, memiliki bau spesifik, mudah menguap dan dapat bercampur dengan air pada segala perbandingan konsentrasi (Ulfa, 2019).

Pelarut etanol memiliki struktur kimi C_2H_5OH , pelarut jenis ini sering digunakan karena memiliki sifat toksisitas yang paling rendah dibandingkan dengan pelarut lainnya, sehingga pada penelitian ini digunakan pelarut etanol dengan konsentrasi 70% (Ayustra, 2020). Adapun gambar struktur kimia etanol dapat dilihat pada **Gambar 10**.

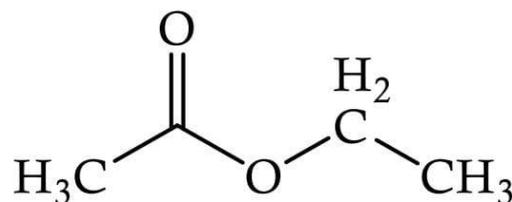


Gambar 10. Struktur Kimia Etanol (Wusnah., *et al.* 2022)

Penggunaan pelarut etanol dipilih karena memiliki selektivitas yang tinggi, tidak mudah ditumbuhi kuman, mudah bercampur dengan air, memiliki titik didih $78,5^{\circ}\text{C}$, titik beku -40°C , titik leleh $-114,1^{\circ}\text{C}$ dan masa jenis $0,789\text{ g/mL}$. Etanol memiliki wujud jernih tidak berwarna dan memiliki bau khas, sebagian besar mudah larut dengan pelarut organik (Hidayat *et al.*, 2018).

2.7.2. Etil Asetat

Etil asetat adalah suatu golongan senyawa aromatik kimia yang dibuat dengan esterifikasi etanol dengan asam asetat. Senyawa etil asetat memiliki sifat semipolar yang mampu mengikat senyawa lain dengan sifat polar dan non polar. Etil asetat umum digunakan dalam ekstraksi tumbuhan karena memiliki toksisitas yang rendah dan mudah diuapkan (Putri *et al.*, 2013). Etil asetat memiliki kegunaan dalam bidang industri sebagai pengharum ruangan, kosmetik, parfum, bahan baku tinta, pelapis furniture, pelarut cat dan berbagai industri lainnya (Sari, 2022). Adapun gambar struktur etil asetat dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Struktur Kimia Etil Asetat (Kadarohman., *et al.* 2022)

Etil asetat merupakan senyawa yang mudah larut dalam air dan pelarut organik. Umumnya etil asetat digunakan sebagai pelarut dalam uji fitokimia dan identifikasi senyawa bioaktif. Pelarut etil asetat memiliki sifat semi polar yang mampu menarik senyawa lain dengan sifat polar dan nonpolar. Beberapa contoh senyawa yang dapat ditarik oleh etil asetat yaitu alkaloid, fenol, terpenoid, aglikon dan glikosida (Rubiyanti *et al.*, 2019). Etil asetat adalah senyawa organik yang memiliki rumus kimia $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ dengan sifat fisika dari etil asetat yaitu memiliki berat 88,105 gr/mol, dengan wujud cairan bening, densitas 0,897 gr/ml, titik leleh 83,6 °C, titik didih 77,1 °C, titik nyala -4 °C . Etil asetat disebut juga senyawa ester dari etanol dan asam asetat (Chandrasmurti, 2023).

2.8. Uji Fourier Transform Infra Red (FT-IR)

Fourier Transform Infra Red (FT-IR) merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis ikatan kimia atau gugus fungsi penyusun senyawa. Panjang gelombang yang diserap adalah bahan yang menonjol dari ikatan kimia seperti yang dapat dilihat dalam spektrum beranotasi. Dengan penafsiran spektrum penyerapan inframerah, ikatan kimia dalam suatu senyawa dapat ditentukan (Dhivya dan Kalaichelvi, 2017). *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) terdiri dari sumber cahaya *Infra Red* (IR), *interferometer*, kompartemen sampel, detektor amplifier, dan komputer. Sumber cahaya akan menghasilkan radiasi yang mengenai sampel melewati interferometer dan mencapai detektor. Selanjutnya, sinyal diperkuat dan diubah menjadi sinyal digital (interfero-gram) masing-masing oleh amplifier dan konverter analog-ke-digital. Nantinya, interferogram diterjemahkan ke spektrum melalui algoritma transformasi Fourier. *Interferometer Michelson* adalah inti utama dari spektrofotometer FT-IR (Khan *et al.*, 2018).

Pada dasarnya, cara kerja dari alat FT-IR adalah dengan mengidentifikasi dan mengukur zat sebagai molekul, selanjutnya terdapat dua berkas sinar *infra red* sebagai sumber sinar. Berkas sinar *infra red* pertama akan dilewatkan pada sampel dan berkas sinar *infra red* kedua akan dilewatkan pada pembanding. Selanjutnya berkas sinar *infra red* jatuh di *detector* dan terdeteksi sinyal yang terukur. Selanjutnya sinyal direkam oleh rekorder komputer menjadi bentuk grafik serapan (Pambudi *et al.*, 2017). Metode *Fourier Transform Infra Red* (FT- IR) dinilai sederhana, spesifik, murah, cepat, dan metode ramah lingkungan. *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) dapat menganalisis sampel apapun dengan sedikit bahkan tanpa persiapan, mencakup berbagai spektrum untuk menganalisis sebagian besar produk farmasi, dan memiliki resolusi tinggi (Bansal *et al.*, 2021).

Gelombang *Infra red* (IR) terbagi menjadi tiga bagian utama: IR dekat ($14000-4000\text{ cm}^{-1}$), IR tengah ($4000-400\text{ cm}^{-1}$) dan IR jauh ($400-40\text{ cm}^{-1}$). Spektroskopi dimulai dari molekul atau sampel menyerap radiasi IR dan menampilkan spektrum serapan. *Infra red* (IR) akan mengukur jumlah radiasi yang diserap oleh molekul dan intensitasnya. Penyerapan radiasi IR akan menyebabkan berbagai gerakan molekul dalam molekul, yang akan menciptakan momen dipol. Oleh karena itu, suatu molekul dikatakan aktif IR jika molekul memiliki momen dipol bersih (misalnya CH_4 , C_2H_6 , NO_2), jika tidak maka molekul tersebut tidak aktif IR (misalnya H_2 , O_2 , dll). Salah satu keunggulan utama yang dimiliki spektroskopi FT-IR adalah kemampuannya dalam mengidentifikasi gugus fungsi seperti C=O, C-H, atau N-H. Spektroskopi FT-IR juga memungkinkan untuk mengukur semua jenis sampel padat, cair, dan gas (Khan *et al.*, 2018)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2023. Persiapan sampel dan uji fitokimia dilaksanakan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung. Uji *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) dilaksanakan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT), Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

3.2.1 Preparasi Sampel Daun Singkong *Manihot esculenta*

Alat yang digunakan yaitu wadah, blender, gunting dan oven. Bahan yang diperlukan yaitu daun singkong *Manihot esculenta* segar dan air mengalir.

3.2.2 Pembuatan Ekstrak Etanol 70% Daun Singkong *Manihot esculenta*

Alat yang digunakan yaitu kertas saring, batang pengaduk, neraca analitik, oven, spatula, corong, erlenmayer, gelas ukur, kertas label, polybag, *vacum rotary evaporator* dan plastik wrap. Bahan yang diperlukan yaitu serbuk daun singkong *Manihot esculenta* dan etanol 70%.

3.2.3 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat Daun Singkong

Manihot esculenta

Alat yang digunakan yaitu kertas saring, neraca analitik, kertas label, batang pengaduk, *plastic wrap*, *polybag*, *vaccum rotary evaporator*, erlenmayer, gelas ukur, spatula, corong dan oven. Bahan yang diperlukan yaitu serbuk daun singkong *Manihot esculenta* dan etil asetat.

3.2.4 Uji Alkaloid Daun Singkong *Manihot esculenta*

Alat yang digunakan yaitu pipet ukur, pipet tetes, tabung reaksi dan rak tabung reaksi. Bahan yang diperlukan yaitu ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* dan pereaksi mayer berupa KI 1 gram yang di larutkan dalam akuades 20 mL dan ditambahkan HgCl_2 0,271 gram hingga larut.

3.2.5 Uji Saponin Daun Singkong *Manihot esculenta*

Alat yang digunakan yaitu tabung reaksi, pipet ukur, pipet tetes dan rak tabung reaksi. Bahan yang diperlukan yaitu ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* dan akuades.

3.2.6 Uji Terpenoid Daun Singkong *Manihot esculenta*

Alat yang digunakan yaitu tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes dan pipet ukur. Bahan yang diperlukan yaitu ekstrak daun singkong *Manihot esculenta*, H_2SO_4 dan asam asetat glacial.

3.2.7 Uji Flavonoid Daun Singkong *Manihot esculenta*

Alat yang digunakan yaitu tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet ukur dan pipet tetes. Bahan yang diperlukan yaitu ekstrak daun singkong *Manihot esculenta*, HCL pekat dan serbuk Mg.

3.2.8 Uji Tanin Daun Singkong *Manihot esculenta*

Alat yang digunakan yaitu tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet ukur dan pipet tetes. Bahan yang diperlukan ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* dan FeCl₃ 10%.

3.2.9 Uji *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)

Alat yang digunakan yaitu FT-IR merk dagang *Agilent Cary 360 spektrometer*. Bahan yang diperlukan yaitu ekstrak daun singkong *Manihot esculenta*.

3.3 Metode

Metode penelitian yang digunakan berupa metode deskriptif. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap yang meliputi preparasi sampel, pembuatan ekstrak sampel menggunakan etanol 70% dan etil asetat, kemudian di uji fitokimia dan uji FT- IR. Tahap-tahap tersebut antara lain sebagai berikut:

3.3.1 Preparasi Sampel Daun Singkong *Manihot esculenta*

Sampel daun singkong *Manihot esculenta* yang digunakan diperoleh dari Kabupaten Lampung Tengah. Daun singkong *Manihot esculenta* yang dipilih adalah daun singkong *Manihot esculenta* yang segar, memiliki warna hijau cerah, susunan tulang menjari, setiap tangkai mempunyai 3 – 8 lembar helai daun dan tepi daun berbentuk rata. Sebelum dilakukan prosedur penelitian lebih lanjut, daun singkong *Manihot esculenta* yang telah di kumpulkan, dilakukan determinasi tanaman di Laboratorium Botani 1 untuk mengetahui kebenaran tanaman, menghindari kesalahan pengumpulan sampel daun dan tercampurnya dengan tanaman lain.

Daun singkong *Manihot esculenta* dicuci dengan air mengalir hingga bersih, dan di keringkan dengan cara digantung. Setelah kadar air berkurang, selanjutnya daun singkong *Manihot esculenta* dioven dengan suhu 30-35⁰C. Daun singkong *Manihot esculenta* yang sudah dikeringkan tersebut kemudian di blender hingga berbentuk serbuk halus. Dengan demikian sampel siap untuk diekstraksi (Azizah *et al.*, 2020).

3.3.2 Pembuatan Ekstrak Etanol 70% Daun Singkong *Manihot esculenta*

Serbuk daun singkong *Manihot esculenta* sebanyak 500 gram di maserasi dengan 2L etanol dan didiamkan selama 3 x 24 jam. Kemudian di saring menggunakan kertas saring dan residu dari penyaringan tersebut di maserasi kembali menggunakan 2L etanol dan didiamkan selama 1 x 24 jam. Setelah itu dilakukan penyaringan maserat dengan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan dimasukkan ke *vaccum rotary evaporator* dengan suhu 50-60⁰C untuk di uapkan, setelah itu di oven dengan suhu yang sama hingga terbentuk ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* yang kental (Syahirrah *et al.*, 2023).

3.3.3 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat Daun Singkong *Manihot esculenta*

Sebanyak 500 gram serbuk daun singkong *Manihot esculenta* di maserasi dengan 2L etil asetat menggunakan metode maserasi selama 3 x 24 jam. Setelah itu, residu dari maserasi tersebut di ekstraksi kembali dengan menggunakan 2L etil asetat dan di diamkan selama 1 x 24 jam. Filtrat dimasukkan ke *vaccum rotary evaporator* dengan suhu 40⁰C untuk diuapkan, setelah itu di oven dengan suhu yang sama hingga terbentuk ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* yang kental (Putra, 2019).

3.3.4 Uji Fitokimia Ekstrak Daun Singkong *Manihot esculenta*

Prosedur uji fiokimia dilakukan sebagai berikut:

3.3.4.1 Uji Alkaloid

Ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* sebanyak 0,5 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 5 tetes pereaksi mayer dan 5 tetes kloroform. Adanya kandungan alkaloid ditandai dengan indikator perubahan warna sampel menjadi putih kecoklatan (Tiyas, 2019).

3.3.4.2 Uji Saponin

Ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* sebanyak 0,5 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu di tambahkan akuades 5 mL dan digoyangkan selama 30 detik. Adanya kandungan saponin ditandai dengan indikator berupa busa yang terdapat pada sampel (Tiyas, 2019).

3.3.4.3 Uji Terpenoid

Ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* sebanyak 0,5 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan asam asetat glacial 0,5 mL dan H₂SO₄ 0,5 mL. Perubahan warna sampel menjadi merah atau kuning menandakan adanya terpenoid (Tiyas, 2019).

3.3.4.4 Uji Flavonoid

Ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* sebanyak 0,5 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu di tambahkan bubuk Mg 0,5 gram dan HCI pekat 5 mL dengan cara tetes demi tetes. Perubahan warna sampel menjadi merah atau kuning dan terbentuk busa menandakan adanya flavonoid (Tiyas, 2019).

3.3.4.5 Uji Tanin

Ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* sebanyak 1 mL di masukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian di tambahkan larutan FeCl_3 3 tetes. Adanya tanin dilihat dari perubahan warna sampel menjadi hitam kebiruan (Tiyas, 2019).

3.3.5 Uji *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)

Sampel kental ekstrak etanol 70% dan etil asetat daun singkong *Manihot esculenta* di preparasi dalam bentuk film tipis, selanjutnya diletakkan pada diamond *Attenuated Total Reflection* (ATR) pada alat FT-IR merk Nicolet is 10 spektrometer pada panjang gelombang $400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ yang telah dipanaskan selama ± 15 menit. Hasil analisis FT-IR berupa grafik atau *spectra* yang menunjukkan puncak serapan yang terbentuk berdasarkan panjang gelombang dan absorbansinya (Variyani *et al.*, 2021).

Prinsip kerja alat FT-IR yaitu sinar inframerah masuk melalui celah yang ada pada sampel, kemudian sampel akan menyerap sinar inframerah sebagian dan inframerah lainnya akan melewati permukaan sampel untuk ditransmisi, sehingga inframerah dapat terdeteksi oleh *detector* dan terukur sinyalnya, kemudian sinyal akan dikirim dan direkam komputer dalam bentuk grafik puncak serapan atau *spectra* (Sari *et al.*, 2018). Adapun bilangan gelombang FT-IR dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Bilangan gelombang *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)

Gugus Fungsi	Jenis Senyawa	Frekuensi (cm-1)	Intensitas
C – H	(C sp ³) alkana (rentang)	3000-2850	Tajam
	-CH ₃ (bengkok)	1450-1375	Sedang
	-CH ₂ - (bengkok)	1465-1450	Sedang
	(C sp ²) alkena (rentang)	3100-3050	Sedang
	(keluar bidang)	1000-650	Tajam
	Aromatik (rentang)	3150-3050	Lemah
	(keluar bidang)	900-690	Sedang
	(C sp) alkuna (rentang)	3300	Sedang
	C – H	Aldehida	2900-2800
C=C	Amida	2800-2700	Lemah
	Alkena	1350-1000	Sedang-Lemah
	Aromatik	1680-1600	Sedang-Lemah
C≡C	Alkuna	1600-1475	Sedang-Lemah
C=O	Alkuna	2250-2100	Sedang-Lemah
	Aldehida	1740-1720	Tajam
	Keton	1725-1705	Tajam
	Asam karboksilat	1725-1700	Tajam
	Ester	1750-1730	Tajam
	Amida	1670-1640	Tajam
	Anhidrida	1810-1760	Tajam
C – O	Klorida asam	1800	Tajam
	Alkohol, ester, eter, asam karboksilat, anhidrida	1300-1000	Tajam
O – H	Alkohol, fenol, -bebas	3650-3600	Sedang
	Ikatan-H	3500-3200	Sedang
	Asam karboksilat	3400-2400	Sedang
N – H	Amida primer dan sekunder (rentang)	3500-3100	Sedang
	Bengkok	1640-1550	Sedang – Tajam
C – N	Amina, amida	1360-1180	Sedang – Tajam
C=N	Imina dan oksin	1690-1640	Lemah – Tajam
C≡N	Nitril	2260-2240	Tajam
X=C=Y	Allena, ketene, isosianat, Isotiosianat	2270-1450	Lemah – Tajam
N=O	Nitro (R-NO ₂)	1550 dan 1350	Tajam
S – H	Merkaptan	22	Lemah
S=O	Sulfon, sulfonil-klorida	1375 – 1300	Tajam
	Sulfat dan sulfanamiad	1200 – 1140	Tajam

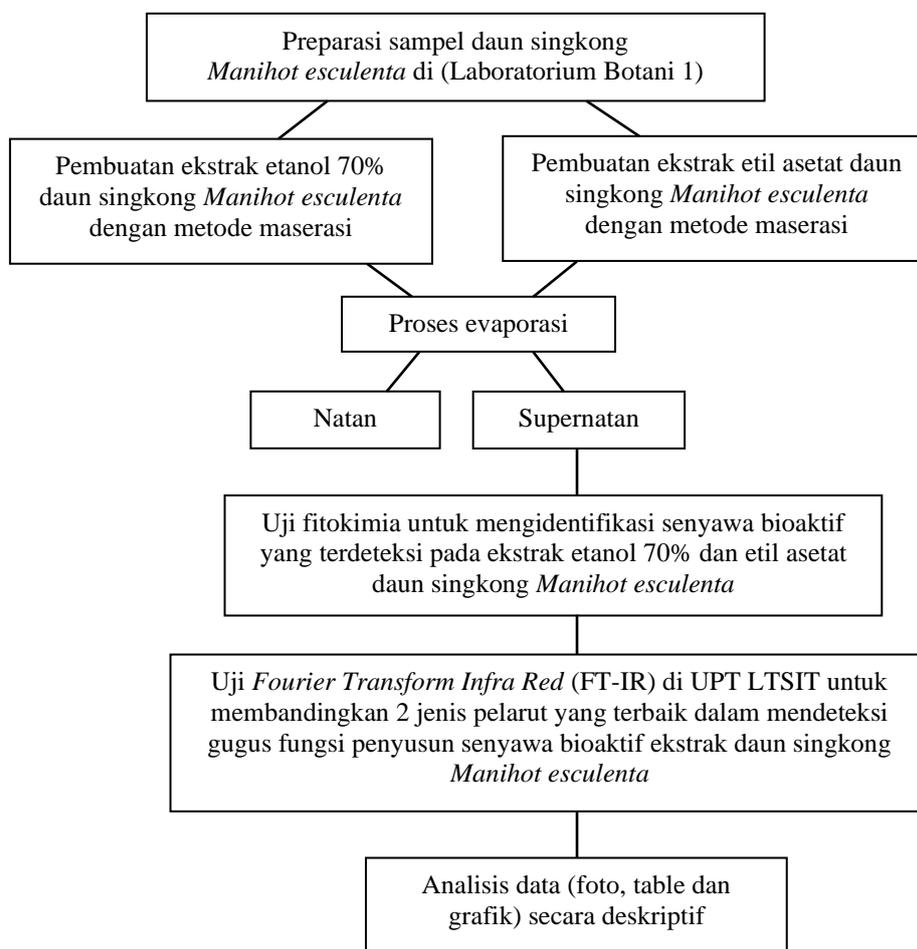
Sumber : Sastrohamidjojo, 2013

3.4 Analisis Data

Data hasil pengujian fitokimia berupa ada atau tidaknya kandungan senyawa bioaktif (alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid) pada ekstrak etanol 70% dan etil asetat daun singkong *Manihot esculenta* disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan foto. Hasil analisis FT-IR disajikan dalam bentuk grafik.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari penelitian “Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun Singkong *Manihot esculenta* Yang Berpotensi Sebagai Larvasida Dengan Metode *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)” dapat dilihat pada **Gambar 12.**



Gambar 12. Diagram alir penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan:

1. Kandungan senyawa bioaktif ekstrak etanol 70% daun singkong *Manihot esculenta* yang berasal dari Desa Sendang Agung Kecamatan Sendang Agung Kabupaten Lampung Tengah yaitu flavonoid, saponin dan tanin. Pada ekstrak etil asetat yaitu flavonoid dan tanin.
2. Penggunaan pelarut etil asetat lebih baik dibandingkan dengan pelarut etanol 70% dalam menarik gugus fungsi senyawa bioaktif daun singkong *Manihot esculenta* sebagai larvasida alami karena mampu menarik gugus fungsi lebih banyak berupa (O-H, C-O alkohol, C-H aromatik, C=O dan C=C aromatik) sebagai penyusun senyawa flavonoid golongan flavanon dan tanin yang terhidrolisis.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan uji efektivitas larvasida dengan senyawa bioaktif tanin dan flavonoid golongan flavanon dari ekstrak daun singkong *Manihot esculenta* menggunakan pelarut etil asetat sebagai alternatif baru larvasida dengan bahan alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Agostini – Costa. T. S., Vieira, R. F., Bizzo, H. R., Silveira, D., & Gimenes, M. A. 2012. *Secondary metabolites in chromatography and its applications*. Sasikumar Dhanarasu.
- Agustina, E. 2017. Uji aktivitas senyawa antioksidan dari ekstrak daun Tiin (*Ficus carica* linn) dengan pelarut air, metanol dan campuran metanol-air. *Jurnal Klorofil*, 1(1), 38-47.
- Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Lisdiana, *et al.* 2018. *Metabolit Sekunder dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi*. FMIPA Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Astriani, Y., & Widawati, M. 2016. Potensi tanaman di Indonesia sebagai larvasida alami untuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Litbang*, 8(2), 37-46.
- Awaluddin, R., Sholihatin, B., Marfu'ah, N., Kurniawan, & Estikomah, S. A. 2021. Aktivitas Larvasida Fraksi N-Heksan Ekstrak Etanol Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L) terhadap Larva *Aedes* sp. *Jurnal Penyakit Tular Vektor*. 13(2):137-146.
- Ayustra, E. I. 2020. Uji Aktivitas Fraksi N-Heksana Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Sebagai Sediaan Nanopartikel Dalam Bentuk Self-Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) terhadap SelT47D dan MCF-7. *Skripsi*. Jurusan Kimia. Universitas Islam Indonesia.
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Andriyani, F., Sanini, T. M., Supriyatin, S., & Aulya, N. R. 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.
- Azizah, Z., Elvis, F., Zulharmita, Z., Misfadhila, S., Chandra, B., & Yetti, R. D.2020. Penetapan Kadar Flavonoid Rutin pada Daun Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Secara Spektrofotometri Sinar Tampak. *Jurnal Farmasi Higea*, 12(1), 90-98.

- Bakri, S. 2020. Pengaruh pemberian pupuk organik cair buah maja (*aegle marmelos*) terhadap produktivitas jamur tiram putih (*pleurotus ostreatus*). *Jurnal Binomial*, 3(1), 26-38.
- Gafur, M. A., Isa, I., & Bialangi, N. 2013. Isolasi dan identifikasi Senyawa Flavonoid dari daun Jamblang (*Syzygium cumini*). *Skripsi*. Universitas Negri Gorontalo.
- Bansal, R., Singh, R., & Kaur, K. 2021 Quantitative Analysis of Doxorubicin Hydrochloride and Arterolane Maleate by Mid IR Spectroscopy Using Transmission and Reflectance Modes. *BMC Chemistry*. 15(1): 27.
- Basundari, SA, Tarwotjo, U., & Kusdiyantini, E. 2018. Pengaruh kandungan ekstrak daun zodia (*Evodia suaveolens*) terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20 (1), 51-58.
- Bawekes, S. M., Yudistira, A., & Rumondor, E. M. 2023. Uji Kualitatif Kandungan Senyawa Kimia Perasan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle). *PHARMACON*, 12(3), 373-377.
- CDC. 2022. *Life Cycle of Aedes aegypti and Ae. albopictus Mosquitos*. CDC. https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/lifecycles/aedes.html%0Ahttps://www.cdc.gov/mosquitoes/pdfs/AedesLifeCycle_e_508.pdf.
- Chandrasurti, J. H. 2023. *Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Daun Sirih Hijau (Piper betle L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Propioni bacterium acnes Secara Invitro* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Damayanti, A. A., Trisnawati, N. L. P., & Suyanto, H. 2021. Identifikasi Bilangan Gelombang Daun Sirih (*Piper sp.*) Menggunakan Metode Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Principal Component Analysis* (PCA). *Jurnal Buletin Fisika*, 22(2), 60-66.
- Delita, K. and Nurhayati. 2022. *Ekologi dan Entomologi Vektor Demam Berdarah Dengue Aedes aegypti*. Kurnia Group.
- Dhenge, N. F., Pakan, P. D., & Lidia, K. 2021. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) Terhadap Mortalitas Larva Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes aegypti*. *Cendana Medical Journal* (CMJ), 9(1), 156-163.
- Dhivya, S. M. & Kalaichelvi, K. 2017. UV-Visible Spectroscopic & FTIR Analysis of *Sarcostemma bresvitima* Wright and Arn. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*. 9(3): 46-49.

- Dinkes Provinsi Lampung. 2020. *Profil Kesehatan Provinsi Lampung*. Pusat Data dan Informasi, Lampung.
- Dwiningrum, R. 2022. Pengaruh Ekstrak Tanaman Zodia Terhadap Morfologi Internal Nyamuk *Aedes Aegypti* Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue. *Jurnal Maternitas Aisyah (JAMAN AISYAH)*, 3(1), 62-66.
- Ekayani, M., Juliantoni, Y., dan Hakim, A. 2021. Uji Efektivitas Larvasida dan Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Losio Anti nyamuk Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 2(4):1261-1270.
- Evita, D., Nofita, N., & Ulfa, A. M. 2022. Efektivitas Ekstrak Etil Asetat Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Farmasi Malahayati*, 5(1), 10-21.
- Febiana, N., Wydiamala, E., & Hayatie, L. 2021. Efektivitas Ekstrak Etanol Kulit Buah Mangga Kasturi (*Mangifera casturi* Kosterm.) Sebagai Larvasida terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Homeostasis*. 4(2):327-334.
- Febiana, N., Wydiamala, E., & Hayatie, L. 2021. Efektivitas Ekstrak Etanol Kulit Buah Mangga Kasturi (*Mangifera casturi* Kosterm.) Sebagai Larvasida terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Homeostasis*, 4(2), 327-334.
- Firawati, F., & Hasrida, H. 2024. Identifikasi Senyawa Tanin Ekstrak Biji Kapas (*Abelmoschus moschatus* L. Medic) dengan Metode Spektrofotometri Infra Merah. *Jurnal PendidikandanTeknologiKesehatan*, 7(1)
- Ganesh, D., Fuchrer, H., P., Starzengruber, P., Swoboda, P., Khan, W. A., Reismann, J. A. B., Mueller, M. S. K., Chiba, P., & Noedl, H. 2012. Antiplasmodial Activity of Flavonol Quercetin and Its Analogues in *Plasmodium falciparum*: Evidence from Clinical Isolates in Bangladesh and Standardized Parasite Clones. *Parasitol Res*. 110: 2289-2295.
- Handayani, V., Syarif, R. A., Ahmad, A. R., & Amdar, A. A. 2023. Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn.) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 10(2), 59-62.
- Harahap, N. I., Sari, R. P., Harnis, Z. E., & Sitanggang, M. 2022. Uji Efektivitas Sediaan Spray Ekstrak Etanol Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz.) Terhadap Nyamuk. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 5(1), 381- 386.
- Hasim, Falah, S., dan Dewi, L. K. 2016. Effect of Boiled Cassava Leaves (*Manihot esculenta*). *Current Biochemistry*. 3(3): 116-127.

- Hernawan, N. S. M., Fitrianiingsih, S. P., & Lestari, F. 2022. Studi Literatur Pemanfaatan Kulit Buah Genus Citrus sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. In Bandung Conference Series: *Pharmacy* (Vol. 2, No. 2, pp. 453-461).
- Hidayah, N. 2016. Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 1(2): 89-98
- Hidayat, N., Meitiniarti, L. Setyahadi, S., Pato, U., Susanti, E., Padaga, M. C., Wardani, A. K., Purwandari, U., Srinta, L., & Ristiarini, S. 2018. *Mikrobiologi Industri Pertanian (Pertama)*. UB Pres.
- Hidayat, M., Hadi, L., & Mugianto, M. 2023. Pengaruh Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) Terhadap Pertumbuhan Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *JBES: Journal of Biology Education and Science*, 3(1), 33-40.
- Howeler, R. 2017. Cassava Cultivation and Soil Productivity. In book *Achieving Sustainable Cultivation of Cassava*, Volume 1, hal 285-300.
- Irrchaiya R., Kumar A., Yadav A., Gupta N., Kumar S., Gupta N., Kumar S., Yadav V., Prakash A., Gurjar H. 2015. Metabolites in Plants and Its Classification. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* .Vol 4 Issue 1, 287-305.
- Ishak, Irnawulan, N., Kasman, & Chandra. 2020. Efektifitas Perasan Buah Limau Kuit (*Citrus amblycarpa*) Sebagai Larvasida Alami terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 10(1):6-13.
- Jemi, R., Damanik, R. D. E., & Indrayanti, L. 2019. Aktivitas larvasida ekstrak daun tumih (*Combretocarpus rotundatus* (Miq.) Danser) terhadap larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(1), 77-86.
- Julianto, T. S. 2019. *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Junaidi, J., & Simon, S. 2022. Studi Pendahuluan Pembentukan Gugus Fungsi dari Komposit Perak Silika (Ag/SiO₂) Berbasis Sekam Padi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 10(1).
- Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. 2014. Plant secondary metabolites: biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *J. Pharm. Pharmacol*, 2(7), 377-392.
- Kadarohman, A., Salima, G., Salim, A. H., Safitri, A., Gustiawan, K. H., Sardjono, R. E. & Khumaisah, L. L. 2022. Fructose Synthesis from

Ethanol and Acetic Acid. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 11(3), 250-258

- Kandi, J., Almet, J., & Ndaong, N. 2023. Studi Literatur Status Resistensi *Aedes* sp. Terhadap Larvasida di Indonesia. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 6(1), 115-127.
- Kartika, W., Lindawati, N. Y., & Nirwana, A. P. 2022. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Herba Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti* L. *Jurnal Farmasetis*, 11(3), 251-262.
- Keita, S., Wélé, M., Cisse, C., Diarra, N., Kirkman, L., & Baba-Moussa, L. 2018. Antibacterial and antiplasmodial activities of Tannins extracted from *Zizyphus mauritiana* in Mali. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 24(2), 1-8.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2022. *Profil Kesehatan Indonesia*. Jakarta
- Khan, S. A., Khan, S. B., Khan, L. U., & Farooq, A. 2018. *Application in Functional Groups and Nanomaterials Characterization*. In book: *Handbook of Material Characterization*. Springer International.
- Khasanah, N.W., Karyadi, B., & Sundaryono, A. 2020. Uji Fitokimia dan Toksisitas Ekstrak Umbi *Hydnophytum* sp. terhadap *Artemia salina* Leach. *Journal of Science Education*. 4(1): 47-53.
- Khotimah, K. 2016. Skrining Fitokimia dan Identifikasi Metabolit Sekunder Senyawa Karpain pada Ekstrak Metanol Daun *Carica pubescens* Lanne & K. Koch dengan LC/MS. *Skripsi S1*. UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Lestari, A. M., Lutpiatina, L., & Ramadhani, D. 2016. Efektivitas Serbuk Daun Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) Terhadap Pertumbuhan Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Ergasterio*, 4(1).
- Lestari, M. D., Nukmal, N., Setyaningrum, E., Farisi, S., & Arifiyanto, A. 2022. Larvicide Effects of *Serratia marcescens* strain MBC1 Extract on Instar III Larvae of *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 9(1), 42-48.
- Wahyuni, D., & Loren, I. 2015. Perbedaan Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (Piper betle L.) Dengan Eksrak Biji Srikaya (*Annona squamosa* L.) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *saintifika*, 17(1).
- Mamede, L., Ledoux, A., Jansen, O., & Frederich, M. 2020. Natural Phenolic Compounds and Derivatives as Potential Antimalarial Agents. *Planta Med.* 86: 585-618.

- Marlik. 2017. *Temu Kunci sebagai Biolarvasida Aedes aegypti*. HAKLI Provinsi Jawa Timur.
- Maulana, M., Hidayah, N., Nugraha, D. F., & Kusuma, I. K. G. 2022. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica papaya* Linn) Sebagai Larvasida *Aedes aegypti*. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat* (e-Journal), 9(1), 14-21.
- Melita, D. A., Elsyana, V., & Ulfa, A. M. 2022. Efektivitas Ekstrak Etil Asetat Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 2(3), 144-151.
- Mesy, M., Moralita, C.1., Linda, A. 2023. Violita Characteristics and Functions of Alkaloid Compounds as Antifungals in Plants. *Jurnal Serambi Biologi*. I Vol. 8 No. 2 pp. 231-236.
- Misganaw, C. D. & Bayou, W. D. 2020. Tuber Yield and Yield Component Performance of Cassava (*Manihot esculenta*) Varieties in Fafen District, Ethiopia. *International Journal of Agronomy* . 1-6.
- Muftiah, A. T., Kasma, A. Y., & Renaldi, M. 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes* sp dan *Anopheles*. *Jurnal Vektor Penyakit*, 13(2), 107-114.
- Mutia, C., Fitriyaningsih, S. P., & Choesrina, R. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Prosiding Farmasi*. 3(1): 14-19.
- Nanda, M., Berutu, A. N. I., Ash-Shiddiq, M. D., & Berutu, W. O. 2023. Analisis Penerapan Manajemen Pengendalian Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) di Lingkungan 19 Kelurahan Belawan Bahagia. *VISA: Journal of Vision and Ideas*, 3(3), 473-482.
- Nandiyanto, A.B.D., ., R. Oktiani, dan R. Ragadhita. 2019. Cara Membaca dan Menginterpretasikan Spektroskop FTIR Bahan Organik. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 4(1): 97-118
- Napitupulu, K. D. Y. 2018. Deskripsi dan uji organoleptik klon-klon daun ubi kayu sayur (*Manihot esculenta* Crantz). *Skripsi*. FP Universitas Lampung
- Nisyak, K., & Haqqo, A. 2022. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Sirih Hijau terhadap Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika* (J-PhAM), 5(1), 1-14.

- Norfai, N., & Agustina, N. 2022. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Pepaya California (*Calina*) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Prosiding Penelitian Dosen UNISKA MAB*, (1).
- Noya, Anjela, Rahardjo, D., & Prakasita, V. C. 2022. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Biji dan Kulit Buah Pinang (*Areca catechu* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pendidikan, Matematika, dan Sains*. 6(2):267-280.
- Pambudi, A., M. Farid., dan H. Nurdiansah. 2017. Analisa Morfologi & Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*. 6 (2): 441-444.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. 2016. Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5. e47.
- Parubak, A. S. 2019. Senyawa flavonoid yang bersifat antibakteri dari akway (*Drimys becariana*. Gibbs). *Chemistry Progress*, 6(1).
- Prastika, I., N. Herawati., dan M. Wijaya. 2021. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak n-Heksana Kulit Batang Mangrove Pedada (*Sonneratia caseolaris*). *Jurnal Chemica*. 22(1): 35-42.
- Prayitno, S., & Yasri, BAN 2022. Identifikasi Senyawa Flavonoid Ekstrak Etil Asetat dan n-Heksan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Secara Spektrofotometri UV-Vis dan *Infra Red*. *Fito Medicine: Jurnal Farmasi dan Ilmu Pengetahuan*, 13 (2), 94-101.
- Prayoga, D. G. E., Nocianitri, K. A., & Puspawati, N. N. 2019. Identifikasi senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak kasar daun pepe (*Gymnema reticulatum* Br.) pada berbagai jenis pelarut. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2), 111-121.
- Purnama. 2015. *Buku Ajar Pengendalian Vektor*. Universitas Udayana: Bali.
- Putra, A. Y. T. 2019. Skrining fitokimia ekstrak etil asetat daun simpor (*Dillenia suffruticosa*). *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 4(1).
- Putri, D. F., Triwahyuni, T., Husna, I., & Sandrawati, S. 2020. Hubungan faktor suhu dan kelembaban dengan kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Analis Kesehatan*, 9(1), 17-23.
- Putri, P. A., Chatri, M., & Advinda, L. 2023. Karakteristik saponin senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 252-256.

- Putri, W. S., Warditiani, N. K., & Larasanty, L. P. F. 2013. Skrining fitokimia ekstrak etil asetat kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Farmasi Udayana*, 2(4), 56-60.
- Putria, D. K., Salsabila, I., Darmawan, S. A. N., Pratiwi, E. W. G., & Nihan, Y. A. 2022. Identifikasi Tanin pada Tumbuh-tumbuhan di Indonesia. *PharmaCine: Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*, 3(1), 11-24.
- Rahmaningtyas, D., Pakan, P. D., & Setianingrum, E. L. S. 2022. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Mortalitas Larva Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes aegypti*. *Cendana Medical Journal (CMJ)*, 10(2), 234-240.
- Ravelliani, A., Nisrina, H., Sari, L. K., Marisah, M., & Riani, R. 2021. Identifikasi dan Isolasi Senyawa Glikosida Saponin dari Beberapa Tanaman di Indonesia. *Jurnal Sosial dan Sains*, 1(8), 786-799.
- Rao, M. R. K. 2020. Lethal Efficacy of Phytochemicals as Sustainable Sources of Insecticidal Formulations derived from the Leaf Extracts of Indian Medicinal Plants to control Dengue and Zika Vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *International Research Journal of Environmental Sciences*, 9(2): 44–54.
- Redo, Thaswin, Triwani, T., Anwar, C., & Salni. 2019. Larvicidal Activity of Ketapang Leaf Fraction (*Terminalia catappa* L) on *Aedes aegypti* Instar III. *J Med Sci*. 7(21):3526-3529.
- Rubianti, I., Azmin, N., & Nasir, M. 2022. Analisis Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Golka (*Ageratum conyzoides*) Sebagai Tumbuhan Obat Tradisional Masyarakat Bima. *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan*, 1(2), 7-12.
- Rudrapal, M., & Chetia, D. 2017. Plant flavonoids as potential source of future antimalarial leads. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 8(1), 13-18.
- Rueda, L. 2004. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue Virus Transmission. *Zootaxa*. 589. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.589.1.1>.
- Rumengan, A. P. 2010. Uji larvasida nyamuk (*Aedes aegypti*) dari ascidian (*Didemnum molle*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 6(2), 83-86.
- Sahri, A. J., & Rahmalia, W. 2019. Efek Pelarut Terhadap Spektra Absorpsi UV-Vis Kurkuminoid. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(1).

- Sahribulan, S., & Pagarra, H. 2022. Identifikasi Gugus Fungsi Dari Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun Kayu Jawa *Lannea coromandelica*. *Binomial*, 5(2), 161-168.
- Saidi, N., Ginting, B., Murniana, dan Mustanir. 2018. *Analisis Metabolit Sekunder*. Syiah Kuala University Press: Banda Aceh.
- Santoso, A., Salsabila, P. A., Amellya, R. P., Puspitasari, M. F., Azzahra, F., Anggraeni, F. N., & Wibowo, R. Y. A. 2023. Pemanfaatan Daun Sirih sebagai Biolarvasida Alami Pengganti Larvasida Sintetis. *UNEJ e-Proceeding*, 65-70.
- Sari, G. R. 2022. Uji Fitokimia Ekstrak Metanol 70% dan Etil Asetat Rumput Laut *Euchema cottonii* yang Berpotensi sebagai Kandidat Antimalaria dengan Metode FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*). [Skripsi] Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sari, N. W., Fajri, M. Y., dan Anjas W. 2018. Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa acuminata* (L.)). *IJOB*. 2(1): 30-34.
- Sastrohamidjojo, H. 2013. *Kimia Organik Dasar*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Shodiq, D. E., & Setyaningsih, E. 2021. Gambaran Perbedaan Toksisitas Larvasida Kombinasi Ekstrak Daun Sirih dan Ketapang pada Konsentrasi 0, 9% dan 1, 5%. *In Prosiding SNPBS* (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek) (pp. 584-587).
- Simbolon, V. A. 2020. Ekstrak daun mengkudu dan daun pepaya sebagai larvasida alami terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 9(01), 12-18.
- Solihat, Y., Rosa, E., Pratami, G., & Nurcahyani, E. 2021. The Effectiveness of Pepper Leaves (*Piper Nigrum* L.) As A Larvacide Of *Aedes Aegypti* Mosquito. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 8(2), 31-37.
- Suprapti, M.L. 2005. *Tepung Tapioka: Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta. 12.
- Supriadin, A., Kudus, R., & Amalia, V. 2017. Efek Larvasida Hasil Fraksinasi Metanol Daun *Aglaia glabrata* terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Istek*, 10(1).

- Supriyono, Soviana,S., Musyaffa, M. F., Noviato, D., & 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.
- Syahirrah, D. P., Rahmiyani, I., Fathurohman, M., & Rahmawati, R. 2023. Aktivitas Antibakteri Formula Mouthwash Ekstrak Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) pada *Streptococcus Mutans*. In *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Hasil Penelitian Program Studi S1 Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada* (Vol. 2, No. 1).
- Theodora, L. 2018. Efek Ekstrak Etanol Kulit Manggirs (*Garcinia mangostana*) sebagai Biolarvasida pada Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Instar III melalui Kerusakan Midgut. (*Skripsi*). Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang.
- Tiyas, S. R. 2019. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Rumput Laut (*Euchemacottoni*), Lamun (*Enhalus acoroides*), dan Taurin terhadap Hispatologi Serta Kadar Glutation Jantung Mencit (*Mus musculus* L.) Jantan yang Diinduksi Glifosat. [*Skripsi*]. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Bandarlampung.
- Tuhenay,W. 2018. Pengaruh Lama Perebusan Terhadap Kandungan Zat Besi Daun Singkong Varietas Mangi (*Manihot esculenta* Crantz). *JMP Online*. 2(2): 191-204
- Ulfa, S. N. 2019. *Identifikasi Konsentrasi Etanol dalam Air Menggunakan Spektroskopi Inframerah Dekat* (Doctoral dissertation, Program Studi Fisika FSM-UKSW).
- Variani, Y. A., E. Setyaningrum., K. Handayani., N. Nukmal., dan A. Arifiyanto. 2021. Analisis Senyawa Bioaktif Ekstrak Metabolit Sekunder *Serratia marcescens* strain MBCI. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*. 4(2): 64- 71
- Wahyuni, D., Swandono, H. U., & Kristianingsih, I. 2023. Aktivitas Larvasida Alami Ekstrak Etanol Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pharma Bhakta*, 3(2), 48-56.
- Wardani, A. K., Kusumawati, D., & Suproborini, A. 2023. Kandungan metabolit sekunder ekstrak etanol daun mangga (*Mangifera indica* L.). In *Prosiding Seminar Nasional Program Studi Farmasi UNIPMA (SNAPFARMA)* (Vol. 1, No. 1, pp. 221-225).
- World Health Organization (WHO). 2021. *Word Dengue Hemorrhagic Fever: World Healt Organization*. 2020-2022.

- World Health Organization (WHO). 2022. *Dengue in the South-East Asia: World Health Organization. 2020-2022.*
- Wulansari, R. 2022. *Analisis senyawa metabolit sekunder dan uji aktivitas larvasida alami pada ekstrak etanol daun bidara (Ziziphus mauritiana Lamk.) terhadap larva Aedes aegypti* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Wusnah, W., Bahri, S., & Hartono, D. 2020. Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok (*Musa acuminata* BC) secara fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 48-56.
- Yi, Y., Zhang, Q. W., Li, S. I., Wang, Y., Ye, W. C., Zhao, J., dan Wang, Y.T. 2012. Simultaneous Quantification of Major Flavonoids in “Bawanghwa”, the Edible Flower of *Hylocereus undatus* Using Pressurised Liquid Extraction and High Performance Liquid Chromatography. *Food Chem.* 135(2): 528-533.
- Zahroh, Alifiah, U., Wahyuni, D., Iqbal, M. 2022. Toksisitas Ekstrak Terpurifikasi Daun Buas-Buas (*Premna serratifolia* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Culex* sp. *Saintifika.* 24(1):10- 19.
- Zapino, T. dan C. Fitri. 2017. *Kamus Nomenklatur Flora dan Fauna.* Bumi. Aksara: Jakarta.
- Zhang, Q. W, Lin, L.G., dan Ye, W.C. 2018. Techniques for Extraction and Isolation of Natural Products: A Comprehensive Review. *Chinese Medicine.* 13(8).
- Zurairah, M. 2023. Karbon Aktif Sisa Asap Cair Dengan Gas N₂ Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Logam Hg. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(12), 4545-4552.