

UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL KITOLOD (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) SEBAGAI PESTISIDA NABATI PENGENDALI MIKROBA PATOGEN TANAMAN

(Skripsi)

Oleh

**AHMAD AL JABAR KHADAFI
1817021065**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL KITOLOD (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) SEBAGAI PESTISIDA NABATI PENGENDALI MIKROBA PATOGEN TANAMAN

Oleh

AHMAD AL JABAR KHADAFI

Bakteri *Xanthomonas* sp. merupakan salah satu penyebab menurunnya hasil panen tanaman hortikultura di Indonesia. Upaya pengendalian infeksi *Xanthomonas* sp. pada tanaman umumnya dilakukan dengan pestisida kimia namun pestisida jenis ini dapat meninggalkan residu yang mencemari lingkungan. Pemanfaatan pestisida nabati adalah salah satu strategi untuk mengurangi dampak penggunaan pestisida kimia. Senyawa aktif alkaloid, flavonoid, dan saponin ditemukan pada tumbuhan kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) yang berpotensi sebagai pestisida nabati. Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak methanol batang dan daun kitolod (*H. longiflora*) terhadap pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp. dan mengetahui jenis ekstrak methanol kitolod (*H. longiflora*) yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan *Xanthomonas* sp. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor yaitu ekstrak methanol kitolod (ekstrak batang dan daun) dengan konsentrasi 25%, 50% dan 75%, serta kontrol negatif (aquades), dan kontrol positif menggunakan kloramfenikol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi minitab, Analisis ragam dilakukan pada taraf $\alpha = 5\%$ dan uji lanjut dengan Tukey.

Hasil anara menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan ekstrak methanol kitolod berpengaruh signifikan terhadap daya hambat pertumbuhan *Xanthomonas* sp. dan hasil tukey menunjukkan bahwa ekstrak daun kitolod konsentrasi 75% membentuk diameter zona hambat terluas terhadap pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp.

Kata kunci: Pestisida nabati, kitolod, *Xanthomonas* sp., zona hambat.

UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL KITOLOD (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) SEBAGAI PESTISIDA NABATI PENGENDALI MIKROBA PATOGEN TANAMAN

Oleh

Ahmad Al Jabar Khadafi

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL KITOLOD
(*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) SEBAGAI
PESTISIDA NABATI PENGENDALI
MIKROBA PATOGEN TANAMAN**

Nama Mahasiswa : **Ahmad Al Jabar Khadafi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817021065**

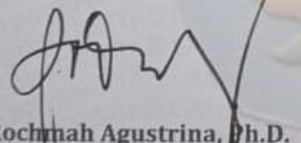
Jurusan/Program Studi : **Biologi/S1 Biologi**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

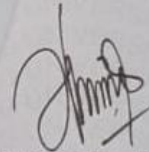
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



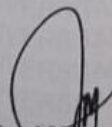
Rochmah Agustrina, Ph.D.
NIP 19610803 198902 2 001

Pembimbing II



Gina Dania Pratami, M.Si.
NIP 19880422 201504 2 001

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

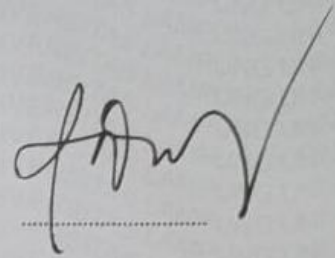


Dr. Jani Mater, M.Si.
NIP 19830131200812 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

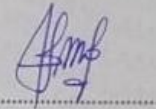
Ketua Penguji : Rochmah Agustrina, Ph.D.



Sekretaris : Gina Dania Pratami, M.Si.

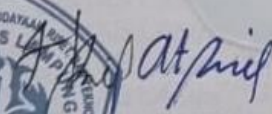


Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Kusuma Handayani, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197410012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 29 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Ahmad Al Jabar Khadafi

NPM: 1817021065

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa karya ilmiah berjudul:

“UJI AKTIVITAS EKSTRAK METANOL KITOLOD (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) SEBAGAI PESTISIDA NABATI PENGENDALI MIKROBA PATOGEN TANAMAN”

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasi sebelumnya atau dengan kata lain hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila di kemudia hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 20 September 2023

Yang menyatakan,



NPM. 1817021065

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pringsewu, pada 19 Oktober 2000. Penulis merupakan putra bungsu dari 8 bersaudara dari pasangan bapak Erwin Rustam dan ibu Suparti.

Penulis mengawali pendidikan dasar di MI AL-FAJAR Pringsewu pada tahun 2012, pendidikan menengah pertama di MTsN 1 Pringsewu dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Pringsewu.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA UNILA pada tahun 2019-2020 sebagai anggota bidang 2, Sains dan teknologi (saintek).

Pada tahun 2021 penulis melaksanakan praktik kerja lapangan (PKL) di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (Balai KIPM) Lampung dengan judul “Uji Cemaran *Salmonella* sp. Pada Sampel Daging Ikan Kod (*Gymnocephalus cernuus*) Di Laboratorium Pengujian Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (Balai KIPM) Lampung”.

Pada tahun 2022 penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa/Kelurahan Bakung, Kecamatan Telukbetung Barat, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung selama 40 hari.

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas nikmat yang telah diberikan kepadaku, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam kuhaturkan kepada Rasulullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam. Ku persembahkan karyaku ini sebagai tanda terima kasih kepada:

Ibu (Suparti) dan ayah (Erwin Rustam) tercinta, kakak-kakak tersayang, dan keluarga besar yang tiada henti mendoakan dan memberi dukungan untuk kelancaran dan kesuksesan ku.

Para dosen yang telah berjasa dengan sabar dan tulus memberikan ilmu, bimbingan, dan pengalaman yang sangat berharga.

Semua sahabat dan rekan yang telah menemani selama proses pembuatan skripsi ini.

Almamater Universitas Lampung Tercinta

MOTTO

“Karena, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah ayat 5)

“Memaafkan itu melepas beban. Melepaskan masa lalu itu penting, agar kreativitas menemukan ruang”

(Felix siauw dan Hawaariyyun)

“Ilmu adalah cahaya dan maksiat yang mematikan cahaya tersebut”

(Ibnul Qayyim rahimahullah)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah subhanahu wa ta'ala. Rabb semesta alam, tiada sekutu bagiannya, miliknya yang ada di langit dan bumi, yang telah memberikan kenikmatannya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Uji Aktivitas Ekstrak Metanol Kitolod (*Hippobroma longiflora* (L) G. Don.) Sebagai Pestisida Nabati Pengendali Mikroba Patogen Tanaman” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu (Suparti) dan Ayah (Erwin Rustam) tercinta, kakak-kakak tersayang, dan keluarga besar yang tiada henti mendoakan dan memberi dukungan.
2. Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
3. Bapak Drs. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Kusuma Handayani, S.Si., selaku Dosen Pembahas dan Ketua Program Studi S1 Biologi FMIPA Universitas Lampung.
5. Ibu Rochmah Agustina, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan selaku Sekertaris Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan kepada penulis dalam pembuatan skripsi ini.
6. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan kepada penulis dalam pembuatan skripsi ini.
7. Ibu Dra. Tunjung Tripeni Handayani, M.S., yang telah mengajarkan bagaimana cara menulis skripsi dengan baik.

8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat kepada penulis.
9. Teman-teman dan rekan yang selama ini kebersamai dan selalu memberikan dukungan.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga semua kebaikan, bantuan, serta dukungan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 20 September 2023

Penulis,



Ahmad Al Jabar Khadafi

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tumbuhan Kitolod (<i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G. Don)	5
2.1.1 Deskripsi Kitolod	5
2.1.2 Kandungan Senyawa Kitolod (<i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G. Don).....	6
2.2 Senyawa antimikroba.....	7
2.2.1 Alkaloid.....	7
2.2.2 Flavonoid.....	8
2.2.3 Saponin.....	9
2.3 Dampak Negatif Penggunaan Pestisida Kimia	10
2.4 Mekanisme Resistensi Bakteri.....	11
2.4.1 Penghambatan enzimatik	11
2.4.2 Modifikasi <i>Penicillin Binding Protein</i> (PBP)	12
2.4.3 Modifikasi Porin.....	12
2.4.4 Pompa Efflux	13
2.4.5 Modifikasi Molekul Target Antibiotik	13
2.5 Bakteri <i>Xanthomonas</i> sp.....	14
2.5.1 Deskripsi <i>Xanthomonas</i> sp.....	14
2.5.2 Mekanisme infeksi <i>Xanthomonas</i> sp. pada tanaman....	14
2.5.3 Habitat Bakteri <i>Xanthomonas</i> sp.....	15
2.6 Metode Difusi Cakram	16

III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Rancangan Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	18
3.4.1 Persiapan Tumbuhan Kitolod.....	18
3.4.2 Ekstraksi Batang dan Daun Tanaman Kitolod.....	18
3.4.3 Pembuatan Medium Stok <i>Nutrient Agar</i> (NA).....	19
3.4.4 Persiapan Mikroba uji.....	19
3.4.5 Pembuatan Larutan Uji.....	20
3.4.6 Uji Antimikroba Ekstrak Kitolod.....	20
3.4.7 Cara Pengumpulan Data.....	21
3.5 Analisis Data.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Penelitian.....	23
4.2 Pembahasan.....	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tumbuhan Kitolod (<i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G. Don)	6
Gambar 2. Struktur subgrup dari alkaloid.....	7
Gambar 3. Struktur dasar lavonoid.	8
Gambar 4. Struktur kimia senyawa Saponin Steroid dan Saponin Triterpenoid.	9
Gambar 5. Cara pengukuran zona hambat bakteri.	21
Gambar 6. Ekstrak metanol batang dan daun kitolod berbentuk pasta.	18
Gambar 7. Hasil pencarian tanaman kitolod.	39
Gambar 8. Pembuatan medium 350 ml medium <i>nutrient agar</i> (Na).....	39
Gambar 9. Proses pembuatan medium <i>nutrient agar</i> (Na) miring.....	40
Gambar 10. Proses pembentukan medium <i>nutrient agar</i> (Na) miring.....	40
Gambar 11. Proses pembentukan medium <i>nutrient agar</i> (Na) pada.....	41
Gambar 12. Proses uji antimikroba ekstrak metanol batang dan daun	41
Gambar 13. Peremajaan bakteri pada medium <i>nutrient agar</i>	42
Gambar 14. Zona hambat bakteri dengan ekstrak batang kitolod konsentrasi 75%.	42
Gambar 15. Zona hambat bakteri dengan ekstrak batang kitolod konsentrasi 50%.	43

Gambar 16. Zona hambat bakteri dengan ekstrak batang kitolod konsentrasi 25%	43
Gambar 17. Zona hambat bakteri dengan ekstrak Daun kitolod konsentrasi 75%	44
Gambar 18. Zona hambat bakteri dengan ekstrak daun kitolod konsentrasi 50% .	44
Gambar 19. Zona hambat bakteri dengan ekstrak daun kitolod konsentrasi 25% .	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis Ragam (ANARA).	24
Tabel 2. Hasil uji tukey perngaruh ekstrak batang dan daun kitolod terhadap terbentuknya diameter zona hambat bakteri.	24
Tabel 3. Kandungan ekstrak batang dan daun kitolod.	28
Tabel 4. Ekstrak kitolod sebagai antibakteri berbagai macam bakteri patogen.	28
Tabel 5. Perhitungan berat ekstrak yang digunakan setiap konsentrasi.	38
Tabel 6. Data penelitian ekstrak batang (B) dan daun (D).	46
Tabel 7. Factor Information.	46
Tabel 8. Analysis of Variance/Analisis Ragam	46
Tabel 9. Descriptive Statistics: diameter, ulangan	47

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia adalah negara agraris yang sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian dan 40% mata pencaharian penduduknya adalah bertani. Sebagai negara agraris, pertanian mempunyai kontribusi penting baik terhadap perekonomian maupun terhadap pemenuhan kebutuhan pokok masyarakat, apalagi dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk yang berarti kebutuhan akan pangan juga semakin meningkat. (Ayun *et al.*, 2020).

Masalah yang sering timbul dalam budidaya tanaman hortikultura adalah infeksi mikroba patogen penyebab penyakit hawar daun yang dapat merusak tanaman, sehingga menurunkan jumlah hasil panen. Salah satu penyebab penyakit hawar daun tanaman yaitu infeksi bakteri *Xanthomonas sp.* penurunan produksi padi pada 2021 sebesar 0,43%, yaitu dari 54,65 juta ton GKG menjadi 54,42 juta ton GKG (BPS, 2022). Salah satu penyebabnya adalah akibat infeksi bakteri *Xanthomonas sp.*

Xanthomonas sp. merupakan bakteri patogen penyebab penyakit hawar daun pada tanaman. Gejala penyakit diawali bercak kebasahan berwarna keabu-abuan pada salah satu atau kedua sisi daun. Biasanya dimulai dari pucuk daun atau beberapa sentimeter dari pucuk daun. Bercak kemudian berkembang meluas ke ujung dan pangkal daun dan melebar. Bagian daun yang terinfeksi *Xanthomonas sp.* berwarna hijau keabu-abuan dan agak menggulung, kemudian mengering dan berwarna abu-abu keputihan (Laraswati *et al.*, 2021).

Pengendalian infeksi mikroba patogen tanaman harus dilakukan agar petani tidak mengalami gagal panen. Pengendalian hama yang lazim dilakukan adalah dengan menggunakan pestisida kimia sintetis. Harga pestisida yang mahal mengakibatkan pemberian dosis pestisida sintetis sering tidak efektif sehingga justru menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Upaya pengendalian hama yang efisien dan ramah lingkungan perlu segera dicari, salah satunya adalah dengan memanfaatkan pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan pestisida ramah lingkungan yang lebih murah (Rangkuti *et al.*, 2020). Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai sumber pestisida nabati adalah kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) G. don).

Baik batang maupun daun tumbuhan kitolod memiliki kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin (Qolbi, 2022; Syah, 2022). Alkaloid, flavonoid, dan saponin merupakan senyawa yang dapat digunakan sebagai antibakteri (Majidah *et al.*, 2015). Senyawa alkaloid dapat mengganggu sintesis peptidoglikan sehingga struktur dinding sel bakteri tidak terbentuk secara sempurna. Senyawa flavonoid dapat menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi sistem membran sitoplasma, dan menghambat sistem metabolisme energi. Senyawa saponin dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel bakteri, sehingga zat antibakteri dapat masuk dalam tubuh bakteri, kemudian bakteri mengalami lisis (Majidah *et al.*, 2014; Retnowati *et al.*, 2011; Sari *et al.*, 2015).

Dalam penelitian Purwanti *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin dapat menghambat bakteri *Ralstonia solanacearum*, bakteri gram negatif salah satu penyebab penyakit layu tanaman, oleh karena itu senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin yang terkandung dalam kitolod berpotensi sebagai pestisida nabati..

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak methanol batang dan daun kitolod (*H. longiflora*) terhadap pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp.
2. mengetahui jenis ekstrak methanol kitolod (*H. longifera*) yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan *Xanthomonas* sp.

1.3 Kerangka Pemikiran

Bakteri *Xanthomonas* sp. merupakan salah satu penyebab menurunnya hasil panen tanaman hortikultura di Indonesia. Upaya pengendalian infeksi *Xanthomonas* sp pada tanaman umumnya dilakukan dengan pestisida kimia namun pestisida jenis ini dapat meninggalkan residu yang mencemari lingkungan sehingga perlu dicari alternatif lain yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan biopestisida nabati merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan infeksi *Xanthomonas* sp. yang ramah lingkungan.

Salah satu biopestisida nabati yang dapat digunakan adalah kitolod (*H. longiflora*). Tanaman yang dapat dengan mudah tumbuh di tempat lembab dan banyak digunakan sebagai obat tradisional. Kitolod berpotensi sebagai sumber bahan antibakteri nabati, karena diketahui mengandung senyawa flavonoid, saponin, dan tanin. Senyawa tersebut diketahui dapat merusak struktur dinding sel bakteri dan menghambat metabolisme bakteri sehingga memicu kematian bakteri.

Senyawa alkaloid dapat mengganggu sintesis peptidoglikan sehingga struktur dinding sel bakteri tidak terbentuk secara sempurna. Senyawa flavonoid dapat menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi sistem membran sitoplasma, dan menghambat sistem metabolisme energi. Senyawa saponin dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel bakteri, sehingga zat antibakteri dapat masuk dalam tubuh bakteri, kemudian

mengalami lisis. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin ekstrak kitolod dapat menghambat bakteri *Ralstonia solanacearum*, bakteri gram negatif salah satu penyebab penyakit layu tanaman, oleh karena itu penelitian ini menarik untuk dilakukan.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. ekstrak metanol batang dan daun kitolod (*H. longiflora*) menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp.
2. terdapat jenis ekstrak metanol kitolod (*H. longifera*) yang paling baik menghambat pertumbuhan *Xanthomonas* sp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don)

2.1.1 Deskripsi Kitolod

Kitolod merupakan tumbuhan semak dan berbatang lurus yang banyak digunakan oleh masyarakat sebagai obat tradisional untuk mengobati gangguan mata seperti mata gatal, merah (konjungtivitis), katarak dan mengeluarkan kotoran (Dalimarta 2008). Kitolod merupakan tumbuhan semak yang tumbuh dan berkembang di daerah dengan sumber air. Umumnya tumbuhan ini sering di jumpai menempel pada dinding, lembah atau batu yang berada di sekitar aliran air. Tumbuhan ini memiliki akar tunjang yang berwarna pucat. Kitolod (*H. longiflora* (L.) G. Don.) merupakan tanaman liar yang biasa dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat (Steenis, 2006). Morfologi kitolod dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tumbuhan Kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) (Dokumen milik pribadi).

Tumbuhan kitolod memiliki tinggi mencapai 60 cm dan bercabang dari pangkalnya. Getahnya berwarna putih, berasa tajam, dan mengandung racun. Daun kitolod memiliki bentuk daun tunggal berbentuk lanset, permukaan kasar, ujung daun runcing, pangkal menyempit, tepi melekuk ke dalam, bergerigi sampai melekuk menyirip. Panjang daun mencapai 5-17 cm, lebarnya 2-3 cm, dan berwarna hijau. Buah kitolod berbentuk kotak mirip lonceng, merunduk, merekah menjadi dua ruang, dan berbiji banyak (Sandra, 2005). Kitolod juga lebih dikenal dengan nama daerah daun korejat atau kicaang (Bahasa Sunda), memiliki ciri- ciri daun yang bagian pinggirnya tidak rata, seperti daun yang lainnya, namun dapat digambarkan seperti garis gergaji. Terasa agak keras dan batangnya berwarna hijau muda (Amaliah, 2014).

Klasifikasi tumbuhan kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) dalam (USDA, 2021) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
Order : Campanulales
Famili : Campanulaceae
Genus : *Hippobroma* G. Don
Species : *Hippobroma longiflora* (L.) G. Don.

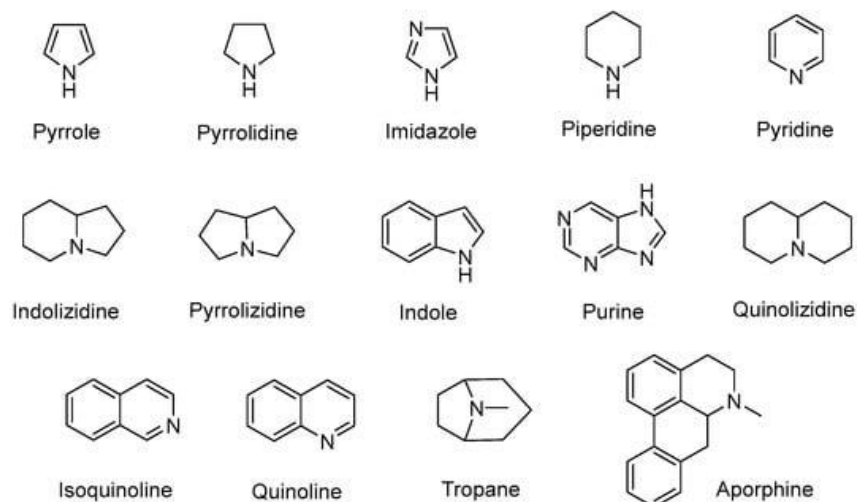
2.1.2 Kandungan Senyawa Kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) Don).

Kitolod diketahui memiliki kandungan senyawa alkaloid, saponin, dan flavonoid (Hariana, 2008). Kitolod mengandung zat bioaktif seperti senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin. Zat bioaktif adalah zat yang termasuk metabolit sekunder yang bersifat aktif secara biologis. Aktivitasnya antara lain sebagai antimikroba yaitu suatu zat yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroba seperti bakteri, khamir, dan kapang (Dalimartha, 2008).

2.2 Senyawa Aktif Antimikroba

2.2.1 Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa organik yang mengandung nitrogen yang beragam secara struktural, lebih dari 20.000 molekul berbeda yang atom nitrogen dasarnya dapat terjadi dalam bentuk amina primer (RNH_2), amina sekunder (R_2NH), atau amina tersier (R_3N). Struktur kimia atau asal alami alkaloid dapat dibagi menjadi dua macam. Pertama, alkaloid non-heterosiklik atau atipikal, juga dikenal sebagai protoalkaloid atau amina biologis, yang mengandung nitrogen di rantai samping. Kedua, alkaloid heterosiklik atau tipikal (alkaloid sejati), yang mengandung nitrogen dalam heterosiklik (Huang *et al.*, 2022). Alkaloid heterosiklik Karena kompleksitas strukturalnya, dapat dibagi lagi menjadi 14 subkelompok berdasarkan struktur cincin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



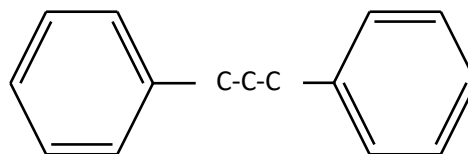
Gambar 2. Struktur subgrup dari alkaloid (Huang *et al.*, 2022).

Alkaloid merupakan salah satu metabolisme sekunder yang terdapat pada tumbuhan, yang bisa dijumpai pada bagian daun, ranting, biji,

dan kulit batang (Simbala, 2009). mekanisme penghambatan alkaloid adalah dengan cara mengganggu sintesis peptidoglikan sehingga pembentukan sel tidak sempurna karena tidak mengandung peptidoglikan dan dinding selnya hanya meliputi membran sel (Raji *et al.*, 2019).

2.2.2 Flavonoid

Flavonoid merupakan metabolit sekunder dari polifenol, yang dapat ditemukan secara luas pada tanaman serta memiliki berbagai efek bioaktif termasuk antibakteri, antivirus, anti inflamasi (Wang *et al.*, 2016) dan lain-lain. Senyawa flavonoid adalah senyawa polifenol yang mempunyai 15 atom karbon yang tersusun dalam konfigurasi C6-C3-C6, artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C6 (cincin benzena tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon (Wang *et al.*, 2018). struktur kimianya ditunjukkan pada Gambar 3.

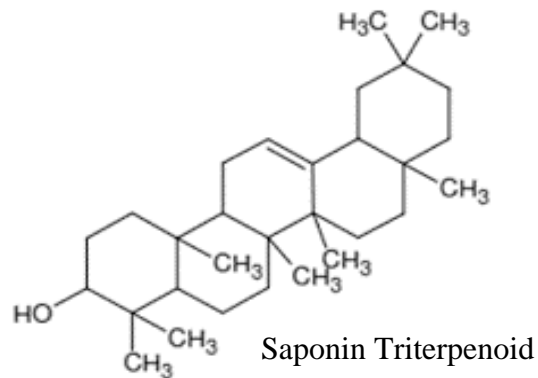
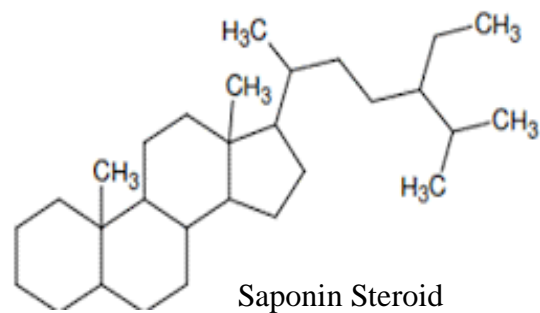


Gambar 3. Struktur Dasar Flavonoid (Noer, 2018).

Senyawa flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu dan biru dan sebagai zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan (Markham, 1988). Menurut Majidah *et al.*, (2014) Senyawa flavonoid dapat menyebabkan kerusakan membran sel, penghambatan berbagai sintase yang melibatkan sintesis asam nukleat, dan menghambat metabolisme energi, serta menghambat sintesis selubung sel. interaksi nonspesifik flavonoid dengan fosfolipid dapat menyebabkan perubahan sifat membran (Yuan *et al.*, 2021).

2.2.3 Saponin

Struktur kimia saponin merupakan glikosida yang tersusun atas glikon dan aglikon. Bagian glikon terdiri atas gugus gula seperti glukosa, fruktosa, dan jenis gula lainnya. Sifat ampifilik ini dapat membuat bahan alam yang mengandung saponin bisa berfungsi sebagai surfaktan (Suharto *et al.*, 2012). Saponin berdasarkan sifat kimianya dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu saponin steroid dan saponin triterpenoid (Gambar 5)



Gambar 4. Struktur kimia senyawa Saponin Steroid dan Saponin Triterpenoid (Jayanegara *et al.*, 2019).

Umumnya saponin terdapat pada bagian tanaman yang rawan terhadap serangan penyakit yang disebabkan oleh jamur, bakteri, atau juga insekta. Pada kondisi tersebut saponin berfungsi sebagai

agen proteksi tanaman karena memiliki sifat antimikroba (Jayanegara *et al.*, 2019).

Saponin sering ditemukan pada tumbuhan yang memiliki ciri khas yaitu membentuk buih yang dapat bertahan lama jika direaksikan dengan air kemudian dikocok. Saponin memiliki sifat mudah larut dalam air dan sulit larut dalam eter (Vitaningrum, 2015).

Senyawa dapat saponin berikatan dengan lipopolisakarida pada dinding sel bakteri yang mengakibatkan peningkatan permeabilitas dinding sel dan menurunkan tegangan permukaan dinding sel sehingga zat antibakteri akan masuk ke dalam sel dengan mudah dan bakteri tersebut akan pecah atau mengalami lisis (Sari *et al.*, 2015).

2.3 Dampak Negatif Penggunaan Pestisida Kimia

Pestisida merupakan substansi kimia yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Keracunan pestisida merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang banyak terjadi di negara berkembang. Insiden penggunaan pestisida yang berdampak bagi kesehatan mungkin lebih cepat, mengingat kurangnya Alat Pelindung Diri (APD) dan minimnya pendidikan tentang cara menyemprot bahan kimia yang benar. Sekitar 20% dari sekitar 800.000 orang yang meninggal akibat terpapar pestisida (WHO, 2020).

Pestisida dapat membahayakan manusia melalui keracunan atau kecelakaan. Keracunan disebabkan oleh pestisida yang mempengaruhi organ atau sistem di dalam tubuh, sedangkan cedera biasanya disebabkan oleh pestisida yang merupakan iritasi eksternal. Beberapa pestisida sangat beracun bagi manusia. Efek toksik oleh paparan pestisida dapat berkisar dari gejala ringan, seperti iritasi kulit ringan atau gejala alergi lainnya, hingga gejala yang lebih parah, seperti sakit kepala yang kuat, pusing, atau mual (Donga *et al.*, 2018; Sugeng *et al.*, 2013).

Pestisida organofosfat merupakan pestisida kimia yang sering digunakan di bidang pertanian. Pestisida ini dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp. dengan cara merusak peptidoglikan dan lipopolisakarida dinding sel bakteri (Jiang *et al.*, 2023). Namun penggunaan pestisida kimia ini dapat menyebabkan gejala berat, seperti kejang, koma, dan bahkan mungkin kematian. Toksisitas pestisida pada manusia dapat dikategorikan berdasarkan sifat paparan, dimana paparan terjadi/ sistem tubuh yang terpengaruh. Beberapa efek beracun oleh pestisida bersifat sementara, mengingat bahwa mereka cepat reversibel sehingga tidak menyebabkan kerusakan parah atau permanen. Pestisida tertentu dapat menyebabkan kerusakan yang dapat kembali, tetapi pemulihan penuh mungkin membutuhkan waktu yang lama (Damalas dan Koutoubas, 2016). Penggunaan pestisida dalam pengobatan dan pertanian yang tidak diatur dengan baik juga akan menimbulkan terbentuknya reservoir bakteri yang resisten terhadap pestisida (Raini, 2015).

2.4 Mekanisme Resistensi Bakteri

Adapun mekanisme resistensi bakteri terhadap antibiotik adalah sebagai berikut:

2.4.1 Penghambatan enzimatik

Mekanisme resistensi yang paling umum pada bakteri adalah penghambatan enzimatik. Mekanisme ini didasarkan pada beberapa strategi untuk memodifikasi struktur senyawa antibakteri dengan hidrolisis, jenis reaksi yang terjadi terutama enzim beta-laktamase yang dapat memecah cincin beta-laktam pada antibiotik tersebut dan membuatnya menjadi tidak aktif (De Sousa *et al.*, 2016).

2.4.2 Modifikasi *Penicillin Binding Protein* (PBP)

Antibiotik b-Laktam banyak digunakan untuk pengobatan infeksi bakteri umum dan serius. Antibiotik ini mengerahkan tindakan antibakteri mereka melalui penghambatan protein pengikat penisilin (PBPs), enzim yang terlibat dalam sintesis dinding sel bakteri. PBPs adalah protein penting yang terlibat dalam pembangunan peptidoglikan, yang merupakan konstituen utama dinding sel bakteri. Enzim ini mengkatalisasi untai glikan (transglukosilasi) dan ikatan silang antara rantai glikan (transpeptidasi). Situs aktif transpeptidase adalah target agen β -laktam. Senyawa ini meniru dipeptida d-alanyl-d-alanine (D-Ala-D-Ala) dalam peptidoglikan dan membentuk kompleks enzim substrat yang sangat stabil sehingga menyebabkan inaktivasi enzim (Sethuvel *et al.*, 2023).

2.4.3 Modifikasi Porin

Bakteri gram negatif memiliki membran di luar dinding sel, yaitu membran luar yang terdiri dari lipid bilayer. Konstituen utama lapisan ganda ini adalah lipopolisakarida, dan karena hidrofobitasnya, jalur senyawa hidrofilik menjadi sangat sulit; dengan demikian, porin atau porin atau *outer membrane porins* (Omps), yang merupakan protein yang membantu lewatnya zat terlarut hidrofilik melintasi membran lipid bilayer. Porin bersifat spesifik terhadap suatu zat. Bakteri dapat memodifikasi dirinya dengan cara menghilangkan porin spesifik yang mampu dilewati oleh antibiotik, kehilangan atau penurunan satu atau lebih Omps merupakan faktor umum yang berkontribusi dalam membangun resistensi (Ghai, 2023).

2.4.4 Pompa Efflux

Pompa efflux adalah mekanisme utama resistensi pada bakteri Gram-negatif. Sistem ini memompa zat terlarut keluar dari sel. Pompa penghabisan memungkinkan mikroorganisme untuk mengatur lingkungan internalnya dengan menghilangkan zat beracun, termasuk agen antimikroba dan metabolit sekunder (Soto, 2013)

2.4.5 Modifikasi Molekul Target Antibiotik

Sebagian besar antibiotik memengaruhi proses sintesis protein yang menargetkan ribosom dan perbedaan antara struktur akun ini dijadikan untuk tindakan selektif antibiotik dalam sel bakteri, archaeal, dan eukariotik. Bahkan di antara spesies, sedikit variasi dalam struktur ribosom dapat menyebabkan interaksi spesies-spesifik yang istimewa di antara obat-obatan dan targetnya (Dunkle *et al.*, 2010).

Antibiotik yang menargetkan mesin translasi sel bakteri adalah penghambat kuat patogen prokariotik (Bulkley *et al.*, 2010). Namun demikian, selama beberapa dekade penggunaan klinis, patogen ini telah menjadi resisten terhadap antibiotik yang menghambat sintesis protein (Dunkle *et al.*, 2010).

Mekanisme resistensi penting adalah modifikasi struktur molekuler. sasaran antibiotik. Umumnya, hal ini dapat muncul melalui mutasi titik pada gen terpilih, menghasilkan resistensi yang relatif cepat dan mudah dengan dampak minimal pada kebugaran mikroba. Perubahan yang relatif kecil dalam urutan asam amino mengubah struktur protein cukup untuk menghambat pengikatan dan kerja antibiotik. Misalnya, mutasi tunggal pada gen target seperti *gyrA* (enzim yang dibutuhkan untuk replikasi DNA,

transkripsi RNA, dan perbaikan kesalahan pada DNA bakteri) memberikan resistensi tingkat tinggi (De Sousa *et al.*, 2016).

2.5 Bakteri *Xanthomonas* sp.

2.5.1 Deskripsi *Xanthomonas* sp.

Xanthomonas sp merupakan bakteri gram negatif, aerobik, berbentuk batang dengan sel berukuran lebar 0,4 hingga 1,0 μm dan panjang 0,7 hingga 2,0 μm . Koloni spesies *Xanthomonas* biasanya berlendir, cembung, dan kuning saat ditumbuhkan pada media *yeast dextrose calcium carbonate* (YDC) atau *sucrose peptone agar* (SPA) (Ridge & Munster, 2014).

Klasifikasi *Xanthomonas* sp. menurut Ridge & Munster, (2014). adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Monera
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Xanthomonadales
Famili	: Xanthomonadaceae
Genus	: <i>Xanthomonas</i>
Species	: <i>Xanthomonas</i> . sp.

2.5.2 Mekanisme Infeksi *Xanthomonas* sp. pada Tanaman

Xantomonas sp merupakan bakteri penyebab penyakit hawar daun bakteri (HDB). Gejala HDB diawali berupa bercak kebasahan berwarna keabu-abuan pada satu atau kedua sisi daun, biasanya dimulai dari pucuk daun atau beberapa sentimeter dari pucuk daun. Bercak ini kemudian berkembang meluas ke ujung dan pangkal daun dan melebar. Bagian daun yang terinfeksi berwarna hijau

keabu-abuan dan agak menggulung, kemudian mengering dan berwarna abu-abu keputihan (Laraswati *et al.*, 2021).

Tanda awal serangan penyakit hawar daun bakteri (HDB) adalah pucuk daun menguning, kemudian menjalar melalui pinggir daun hingga ke pangkal. Pada tanamn padi, penyakit hawar pelepah dan busuk batang menyebabkan tanaman mudah rebah sehingga sangat mengganggu proses pengisian gabah karena kerebahan biasanya terjadi pada saat padi mencapai stadia pengisian gabah. Penyakit tersebut sangat merugikan karena meningkatkan gabah hampa atau gabah tidak terisi sempurna. Tanaman yang peka terhadap penyakit ini, gejala terus berkembang hingga seluruh permukaan daun, bahkan kadang-kadang pelepah padi sampai mengering (Purwanto, 2020).

Infeksi *Xanthomonas* sp. dapat berpindah ke tangkai daun dan menyebar ke batang atau ke akar dan menjadi penyakit sistemik. Seiring perkembangan penyakit, pembuluh darah dari jaringan yang terinfeksi menjadi hitam dan aliran air dan nutrisi yang normal terhambat. Gejala pada tanaman umbi-umbian mungkin tidak terlihat pada dedaunan, tetapi urat-urat yang menghitam muncul di akar. Pada tajuk tanaman, infeksi dapat menyebar ke daun kepala. Black Rot sering diikuti oleh invasi oleh organisme pembusuk lunak (Bess *et al.*, 2022).

2.5.3 Habitat Bakteri *Xanthomonas* sp

Bakteri *Xanthomonas* sp. termasuk dalam bakteri heterotrof, karena membutuhkan suatu zat organik untuk kehidupannya sehingga bakteri *Xanthomonas* sp tergolong sebagai bakteri parasit. Perkembangan penyakit hawar daun bakteri (HDB) sangat dipengaruhi oleh kelembaban tinggi dan suhu rendah (20 °C –

22⁰C) (Purwanto, 2020). Kondisi hangat dan basah mendukung perkembangan busuk hitam dan ekspresi gejala. Hujan dan kabut tebal atau embun dan suhu siang hari 75° hingga 95°F adalah yang paling disukai. Dalam kondisi dingin dan basah, infeksi dapat terjadi tanpa gejala. Akibatnya, transplantasi tumbuh pada suhu rendah dapat terinfeksi tetapi tanpa gejala. Bakteri tidak menyebar di bawah 50°F atau selama cuaca kering (Bess *et al.*, 2022). Variabel iklim yang mempengaruhi persebaran *Xantomonas* sp. di Indonesia adalah musiman suhu, indeks kelembaban, dan curah hujan (Saputra, 2023)

2.6 Metode Difusi Cakram

Metode difusi cakram adalah salah satu metode pengujian kerentanan yang paling fleksibel dalam hal agen antimikroba diuji. Metodenya terdiri atas menempatkan piringan kertas yang dibasahi dengan agen antimikroba di atas hamparan bakteri yang di inokulasikan pada permukaan media agar, menginkubasi cawan semalaman, dan mengukur ada tidaknya zona hambat di sekitar cakram. Studi yang dilakukan di University of Washington pada pertengahan 1960-an menghasilkan teknik yang sering disebut sebagai 'Metode Kirby-Bauer,' yang diterbitkan oleh Bauer dan rekannya pada tahun 1966. Metode ini membakukan variabel ukuran disk, ukuran inokulum, suhu, dan waktu inkubasi (Tenover, 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni hingga Juli 2023. Penelitian dilakukan di Laboratorium Botani Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan antara lain media *nutrient agar* (NA), bakteri *Xanthomonas* sp., isolat asal Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNILA. Tumbuhan kitolod yang digunakan dalam penelitian diambil dari wilayah kec. Pringsewu, Kab. Pringsewu, Provinsi Lampung. Bahan pelarut yang digunakan pada penelitian ini adalah *methanol*, dan *aquades*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven untuk proses pengeringan dan gilingan/*hammer mill* untuk menghaluskan/menggiling tanaman kitolod. Beaker glass, batang pengaduk, botol gelap, kertas saring, corong, gunting digunakan pada proses maserasi dimana *rotary evaporator* digunakan sebagai alat penguapkan *solven methanol*. Cawan Petri, *Laminar air flow*, *autoclave*, pipet tetes, pipet ukur, *beaker glass*, tabung reaksi, kapas, kain kasa, pinset, *cotton swab*, dan kamera *Handphone* untuk proses pengamatan.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yaitu ekstrak kitolod (ekstrak batang (B) dan daun (D) kitolod dengan konsentrasi 25%, 50% dan 75%), serta kontrol (K) negatif (aquades), dan kontrol (K) positif menggunakan *kloramfenikol*. Kadar senyawa yang terkandung dalam ekstrak methanol kitolod secara signifikan mempengaruhi aktivitas antibakteri yang dihasilkan, Semakin tinggi kadar senyawa yang terkandung maka akan semakin tinggi aktivitas antibakterinya (Mahboubi, 2015). Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap konsentrasi yang digunakan. Parameter yang diukur adalah terbentuknya zona hambat bakteri *Xanthomonas* sp. pada setiap konsentrasi yang digunakan.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan tumbuhan Kitolod

Proses pencarian tumbuhan kitolod dilakukan pada area lembab atau berair seperti aliran sungai, selokan, persawahan dan kolam. Kemudian pisahkan batang dan daunnya, dikeringkan menggunakan cara kering-anginkan selama 7-10 hari, batang dan daun di oven hingga mudah untuk dihaluskan.

3.4.2 Ekstraksi Batang dan Daun Tumbuhan Kitolod

Ekstrak kitolod dalam penelitian adalah maserat batang dan daun tanaman kitolod kering dalam metanol. Sebanyak 400 gr serbuk kitolod direndam dengan 4 liter metanol teknis dalam toples tertutup selama 3x24 jam untuk mendapatkan maserat metanol. Maserat metanol yang diperoleh dievaporasi menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada temperatur 40 °C pada tekanan 122 mbar

hingga diperoleh ekstrak metanol berupa pasta. Berat pasta yang diperoleh ditimbang.

3.4.3 Pembuatan Medium Stok *Nutrient Agar* (NA)

Untuk pembuatan medium nutrient agar (NA) dalam cawan, sebanyak 8,4 gram medium nutrient agar (NA) dimasukkan ke dalam *erlenmayer*. Kemudian dilarutkan dalam 300 ml akuades. Medium dipanaskan hingga mendidih agar tercampur sempurna. Medium disterilisasi di dalam autoclave selama 15 menit pada suhu 121° C. diamkan medium hingga suhu sekitar 40°C-45°C. sebanyak 15 ml medium nutrient dituang pada setiap cawan yang digunakan.

Untuk pembuatan medium nutrient agar (NA) miring, sebanyak 4,2 gr medium nutrient agar (NA) dimasukkan kedalam beaker glass, kemudian dilarutkan dalam 150 ml aquades, medium dipanaskan hingga mendidih, sebanyak 10 larutan medium nutrient agar (NA) dimasukkan kedalam tabung reaksi menggunakan spuit, tabung ditutup dengan sumbat. Medium disterilisasi di dalam autoclave selama 15 menit pada suhu 121° C. medium diletakkan secara miring di *laminar air flow* (LAF). Diamkan medium Na pada cawan petri dan medium NA miring di dalam LAF selama 1x24 jam untuk mengetahui ada atau tidaknya kontaminasi pada medium.

3.4.4 Persiapan Mikroba Uji

Penelitian ini menggunakan mikroba uji berupa bakteri *Xanthomonas* sp. Bakteri yang digunakan adalah bakteri isolat yang diperoleh dari laboratorium mikrobiologi FMIPA UNILA. Mikroba uji diambil dengan menggunakan ose steril dari kultur murninya. Lalu diinokulasikan dalam 10 tabung media *nutrient*

agar (NA) miring untuk diremajakan. Bakteri dinkubasi dalam inkubator pada suhu optimum 30°C selama 1x24 jam.

3.4.5 Pembuatan Larutan Uji

Dalam persiapan proses bioassay pasta ekstrak methanol batang kitolod hasil ekstraksi di larutkan dengan akuades sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Pasta ditimbang menggunakan neraca analitik kemudian dimasukkan dalam beaker glass dan ditambahkan akuades. Menurut Rusman (2020) pembuatan larutan ditentukan menggunakan rumus :

$$\% = w/v$$

Keterangan:

% :persen zat (%)

W : massa zat terlarut (gr)

V : volume pelarut (ml)

3.4.6 Uji Antimikroba Ekstrak Kitolod

medium *nutrient agar* (NA) yang telah dibuat dalam cawan petri disiapkan di dalam laminar air flow (LAF). suspensi biakan bakteri dihomogenkan sesuai dengan standar MacFarland 0,5A. suspensi biakan bakteri diambil menggunakan lidi kapas steril dan kelebihan suspensi bakteri dibuang dengan menekan lidi kapas steril pada dinding tabung. Kapas steril dioleskan ke seluruh bagian media sehingga inokulum terdistribusi secara merata kemudian inokulum dibiarkan selama 3 menit - 5 menit agar kondisi media mengering. Cakram yang telah direndam dengan kloramfenikol sebagai kontrol positif, cakram yang telah direndam ekstrak kitolod konsentrasi 25%,50%, dan 75%, serta cakram yang sudah direndam dengan akuades steril sebagai kontrol negatif diletakkan pada media yang telah diinokulasikan bakteri

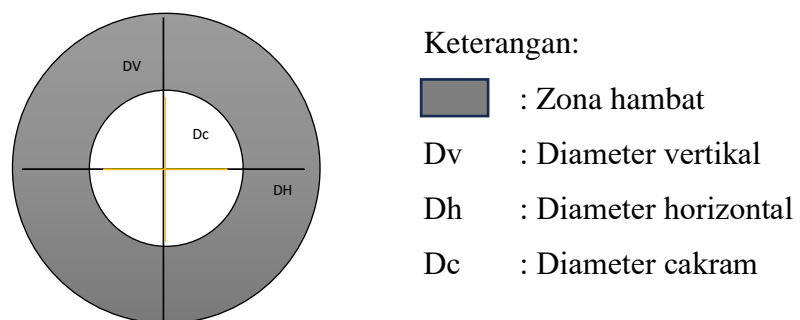
menggunakan pinset steril dengan jarak antar cakram tidak kurang dari 24 mm dan jarak antar cakram dengan tepi cawan petri 10 mm – 15 mm. Cawan diletakkan secara terbalik dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 1x24 jam.

Keterangan:

- a. Positif : terjadi zona hambat (zona bening) disekitar kertas cakram.
- b. Negatif : tidak terjadi zona hambat (zona bening) disekitar kertas cakram.

3.4.7 Cara Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan cara mengamati ada atau tidaknya zona hambatan disekitar cakram dari masing-masing konsentrasi dengan tiga kali pengulangan. Pengamatan pada media dilakukan setelah 24 jam pada masa inkubasi. Diameter zona hambat atau zona bening yang disekitar kertas cakram merupakan petunjuk kepekaan bakteri terhadap bahan antibakteri yang digunakan sebagai bahan uji dan dinyatakan dengan diameter zona hambat. Zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram diukur dengan diameter vertikal dan diameter horizontal dengan satuan mm (Gambar 5) (Toy *et al.*, 2015).



Gambar 5. Cara pengukuran zona hambat bakteri.

Diameter zona hambat bakteri diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

3.5 Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi Minitab, Analisis data dilakukan melalui analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$ dan uji lanjut dengan tukey yang digunakan untuk menentukan konsentrasi ekstrak yang efektif sebagai antibakteri.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. ekstrak metanol batang dan daun kitolod berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp.
2. ekstrak metanol kitolod yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas* sp. adalah ekstrak daun konsentrasi.75%.

5.2 Saran

Uji lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui aktifitas ekstrak metanol batang dan daun kitolod sebagai pestisida nabati dengan mengaplikasikannya secara langsung pada tanaman terinfeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliah, A. R. (2014). Pengaruh infus daun kitolod (*Laurentia longiflora*) terhadap histopatologi mata tikus wistar katarak yang diinduksi methyl nitroso urea. In *Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya*.
- Aprilia, L., Sari, A. N., & Nurhayati, N. (2022). Uji Antibakteri Ekstrak Bunga Dan Buah Kitolod (*Isotoma longiflora*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Avicenna: Journal of Health Research*, 5(2).
- Ayun, Q., Kurniawan, S., & Saputro, W. A. (2020). Perkembangan konversi lahan pertanian di bagian negara agraris. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 5 (2), 38–44.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Produksi Padi Tahun 2021 Turun 0,43 persen (Angka Tetap)*.
<https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/03/01/1909/produksi-padi-tahun-2021-turun-0-43-persen--angka-tetap-.html>
- Bess Dicklow, R. Hazzard, A. Cavanagh, S. S. (2022). *Brassicas, Black Rot*. Center for Agriculture, Food, and the Environment UMass Extension Vegetable Program UMass Extension.
- Bulkley, D., Innis, C. A., Blaha, G., & Steitz, T. A. (2010). Revisiting the structures of several antibiotics bound to the bacterial ribosome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(40), 17158-17163.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2008). *Biologi* (Edisi 8, J). Jakarta: Erlangga.
- Dalimartha, S. (2008). *Resep Tumbuhan Obat Untuk Asam Urat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Damalas, C. A., & Koutroubas, S. D. (2016). Farmers' exposure to pesticides: toxicity types and ways of prevention. *Toxics*, 4(1), 1.
- De Sousa Oliveira, K., de Lima, L. A., Cobacho, N. B., Dias, S. C., & Franco, O. L. (2016). Mechanisms of antibacterial resistance: shedding some light on these obscure processes. *Antibiotic Resistance*, 4, 19-35.
- Dewantoro, A. I., Putri, S. H., & Mardawati, E. (2022). Analisis kualitatif kandungan senyawa polifenol pada daun herba kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don) dan potensi pemanfaatannya sebagai sumber

polifenol alami. *Agrointek, J. Teknol. Ind. Pertan*, 16(3), 412-419.

- Dhaniaputri, R., Suwono, H., Amin, M., & Lukiati, B. (2022). Introduction to plant metabolism, secondary metabolites biosynthetic pathway, and in-silico molecular docking for determination of plant medicinal compounds: An overview. *In 7th International Conference on Biological Science*, 373–382.
- Dian, R., & Budiarmo, F. (2015). Uji resistensi bakteri *Escherichia coli* yang diisolasi dari plak gigi terhadap merkuri dan antibiotik kloramfenikol. *eBiomedik*, 3(1).
- Donga, T. K., & Eklo, O. M. (. (2018). Environmental load of pesticides used in conventional sugarcane production in Malawi. *Crop protection*, 108, 71–77.
- Dunkle, J. A., Xiong, L., Mankin, A. S., & Cate, J. H. (2010). Structures of the *Escherichia coli* ribosome with antibiotics bound near the peptidyl transferase center explain spectra of drug action. *Proceedings of the national academy of sciences*, 17152-17157.
- Dwicahyani, T., Sumardianto, S., & Rianingsih, L. (2018). Uji bioaktivitas ekstrak teripang keling *Holothuria atra* sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 15–24.
- Fazil, M., Suci, R. N., Allfiah, F., Alam, D. N., Angelia, G., Situmeang, B., ... & Kimia, A. (2017). Analisis senyawa alkaloid dan flavonoid dari ekstrak kitolod (*Isotoma longiflora*) dan uji aktivitasnya terhadap bakteri penyebab karies gigi. *Jurnal Itekima*, 2(1), 73–83.
- Febiola, D. A. (2021). Uji Aktivitas antifungi ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* SECARA *in vitro*.
- Ghai, I. (2023). A Barrier to Entry: Examining the Bacterial Outer Membrane and Antibiotic Resistance. *Applied Sciences*, 13(7), 4238.
- Hariana, A. (2008). *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya, cetakan kelima*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hayon, M. F., Supriningrum, R., & Fatimah, N. (2023). Identifikasi Jenis Saponin dan Uji Aktifitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Batang Sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 DAN *Streptococcus mutans* ATCC 25175. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 258-272.

- Hazar, S., Putrid, D. D., & Fitriyaningsih, S. P. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Herba Kitolod (*Isotoma longiflora* (L.) C. Persl) terhadap *Bacillus cereus*. *Jurnal Farmasi Galenika*, 4(2), 45–51.
- Huang, W., Wang, Y., Tian, W., Cui, X., Tu, P., Li, J., ... & Liu, X. (2022). Biosynthesis investigations of terpenoid, alkaloid, and flavonoid antimicrobial agents derived from medicinal plants. *Antibiotics*, 11(10), 1380.
- Jayanegara, A., Ridla, M., & Laconi, E. B. (2019). *Komponen Antinutrisi pada Pakan*. PT Penerbit IPB Press.
- Jiang, Y. H., Liu, T., Shi, X. C., Herrera-Balandrano, D. D., Xu, M. T., Wang, S. Y., & Laborda, P. (2023). P-Aminobenzoic acid inhibits the growth of soybean pathogen *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* by altering outer membrane integrity. *Pest Management Science*.
- Laraswati, R., Ramdan, E. P., & Kulsum, U. (2021). Identifikasi penyebab penyakit hawar daun bakteri pada kombinasi pola tanam System of Rice Intensification (SRI) dan jajar legowo. In *Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture*.
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80–89.
- M H Saputra, Sutomo, N. H. and Y. H. (2023). Smart farming: modeling distribution of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* as a leaf blight-causing bacteria in rice plants. *Earth and Environmental Science*, 1133, 1. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1133/1/012026>
- Mahboubi, A., Asgarpanah, J., Sadaghiyani, P. N., & Faizi, M. (2015). Total phenolic and flavonoid content and antibacterial activity of *Punica granatum* L. var. *pleniflora* flowers (Golnar) against bacterial strains causing foodborne diseases. *BMC complementary and alternative medicine*. *BMC complementary and alternative medicine*, 15(1), 1-7.
- Majidah, D., D.W.A. Fatmawati., dan A. G. (2014). Daya Antibakteri Ekstrak Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans* Sebagai Alternatif Obat Kumur. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*, 1–6.
- Mareintika, R. (2021). Uji Efek Pemberian Antibakteri ekstrak Daun Kitolod (*Isotoma Longiflora* (L) Presl.) terhadap *Staphylococcus Aureus*. *urnal Medika Hutama.*, 2(04 Juli), 1084–1088.
- Markham, K., R. (1988). *Cara Mengidentifikasi Flavanoid*. Terjemahan Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB. Bandung.

- Noer, S., Pratiwi, R. D., Gresinta, E., Biologi, P., & Teknik, F. (2018). Penetapan kadar senyawa fitokimia (tanin, saponin dan flavonoid) sebagai kuersetin pada ekstrak daun inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*, 18(1), 19-29.
- Purwanti, L., Maharani, A., & Syafnir, L. (2014). Uji Aktivitas Antibakteri dan Isolasi Alkaloid dalam Daun Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi*, 4(1), 37-42.
- Purwanto, J. (2020). *Penyakit Hawar Daun*. Cybext.
<http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/93683/Penyakit-Hawar-Daun/>
- Qolbi, Z. K. (2022). *Uji Laju Mortalitas Kutu Putih Tanaman Kakao (*Planococcus minor*) Yang Diberikan Ekstrak Batang Kitolod (*Hippobroma longiflora* (L.) G. Don.)*. Universitas Lampung.
- Raini, M. (2015). Kajian pestisida berbahan aktif antibiotika. *Media Litbangkes*, 25(1), 33–42.
- Raji, P., Samrot, A. V., Keerthana, D., & Karishma, S. (2019). Antibacterial activity of alkaloids, flavonoids, saponins and tannins mediated green synthesised silver nanoparticles against *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis*. *Journal of Cluster Science*, 30, 881–895.
- Rangkuti, K., Ardilla, D., & Tarigan, D. M. (2020). Pemanfaatan limbah kulit jengkol sebagai pestisida nabati pada tanaman padi. *Jurnal Prodikmas Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 14-19.
- Retnowati, Y., N. Bialangi, dan N. W. P. (2011). Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Media Yang Diekspos Dengan Infus Daun Sambilotto (*Andrographis paniculata*). *Jurnal Saintek*, 6(2).
- Ridge G & Munster M. (2014). *Xanthomonas* species (bacterial leaf spot on ornamentals). *Center for Invasive Species and Ecosystem Health at the University of Georgia*.
[https://wiki.bugwood.org/Xanthomonas_species_\(Bacterial_leaf_spot_on_or_namentals\)](https://wiki.bugwood.org/Xanthomonas_species_(Bacterial_leaf_spot_on_or_namentals)).
- Rusman., rahmayani, R. F. I. dan mukhlis. (2020). *Buku ajar kimia larutan*. syiah kuala university press. Banda Aceh.
- Sandra, I. E. (2005). *Membuat anggrek rajin berbunga*. Agromedia Pustaka.
- Sanga, B., & Kharel, M. K. (2022). Chloramphenicol. *Reference Module in Biomedical Sciences*.
- Sari, I. P., Wibowo, M. A., & Arreneuz, S. (2015). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Teripang Butoh Keling (*Holothuria Leucospilota*) dari Pulau Lemukutan Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.

Jurnal Kimia Khatulistiwa, 4 (4), 21–28.

- Sethuvel, D. P. M., Bakthavatchalam, Y. D., Karthik, M., Irulappan, M., Shrivastava, R., Periasamy, H., & Veeraraghavan, B. (2023). β -Lactam Resistance in ESKAPE Pathogens Mediated Through Modifications in Penicillin-Binding Proteins: An Overview. *Infectious Diseases and Therapy*, 12(3), 829–841.
- Simbala, H. E. . (2009). Analisis Senyawa Alkaloid beberapa Jenis Tumbuhan Obat sebagai Bahan Aktif Fitofarmaka. *Pasific Journal*, 1(4), 489–494.
- Soto, S. M. (2013). Role of efflux pumps in the antibiotic resistance of bacteria embedded in a biofilm. *Virulence*, 4(3), 223–229.
- Steenis, V. (2006). *Flora Cetakan Kelima*. PT. Pradya Paramita.
- Sugeng, A. J., Beamer, P. I., Lutz, E. A., & Rosales, C. B. (2013). Hazard-ranking of agricultural pesticides for chronic health effects in Yuma County, Arizona. *Science of the Total Environment*, 463, 35–41.
- Suharto, M.A.P, Edi, H. D. (2012). Isolasi dan identifikasi senyawa saponin dari ekstrak metanol batang pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.). *Guggug*, 86–92.
- Syah, A. A. (2022). *Uji Toksisitas E Metanol Daun Kitolod (Hippobroma longiflora (L.) G. Don) Terhadap Laju Mortalitas Hama Kutu Putih Tanaman Kakao (Planococcus minor Maskell., Hemiptera: Pseudococcidae)*. Universitas Lampung.
- Tenover, F. C. (2019). Antimicrobial Susceptibility Testing. *Encyclopedia of Microbiology*, 166–175.
- Toy, T. S., Lampus, B. S., & Hutagalung, B. S. (2015). Uji daya hambat ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *e-GiGi*, 3(1).
- United States Department of Agriculture. (2021). *Hippobroma longiflora (L.) G. Don*. <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=HILO3>.
- Vitaningrum, I. H. (2015). *Uji Kemampuan Ekstrak Daun Kemangi (Ocimum sanctum L.) Dalam Bentuk Granul Sebagai Larvasida Nyamuk Aedes aegypti*. Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat. Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.
- Wang, Q., Jin, J., Dai, N., Han, N., Han, J., & Bao, B. (2016). Anti-inflammatory effects, nuclear magnetic resonance identification, and high-performance liquid chromatography isolation of the total flavonoids from *Artemisia frigida*. *Journal of food and drug analysis*, 24(2), 385-391.

- Wang, T. Y., Li, Q., & Bi, K. S. (2018). Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. *Asian journal of pharmaceutical sciences*, *13*(1), 12-23.
- World Health Organization. (2020). *Chemical safety: Pesticides*.
<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/chemical-safety-pesticides#:~:text=Pesticides are chemical compounds that,kill pests that damage crops.>
- Yuan, G., Guan, Y., Yi, H., Lai, S., Sun, Y., & Cao, S. (2021). Antibacterial activity and mechanism of plant flavonoids to gram-positive bacteria predicted from their lipophilicities. *Scientific reports*, *11*(1), 10471.
- Yuanita, P. M. (2020). *Uji aktivitas antibakteri rebusan daun kitolod (Isotoma longiflora) terhadap Klebsiella pneumoniae*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional.