

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL 95% DAN
METANOL KULIT BATANG BAKAU LINDUR (*Bruguiera Gymnorhiza*)
TERHADAP BAKTERI *Pseudomonas Aeruginosa***

(SKRIPSI)

Oleh

Aurelia Corrinna Balqis

2118011012



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2024

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL 95% DAN
METANOL KULIT BATANG BAKAU LINDUR (*Bruguiera Gymnorhiza*)
TERHADAP BAKTERI *Pseudomonas Aeruginosa***

Oleh

Aurelia Corrinna Balqis

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

Judul Skripsi

: **UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK
ETANOL 95% DAN METANOL KULIT
BATANG BAKAU LINDUR (*Bruguiera
Gymnorhiza*) TERHADAP BAKTERI
*Pseudomonas Aeruginosa***

Nama Mahasiswa

: ***Aurelia Corrinna Balqis***

No. Pokok Mahasiswa

: 2118011012

Program Studi

: PENDIDIKAN DOKTER

Fakultas

: KEDOKTERAN

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Dr. dr. Evi Kurniawaty, S. Ked., M. Sc
NIP 19760120 2003122001

Pembimbing 2

dr. Muhammad Maulana, Sp.M
NIP 197207061995031002

2. Dekan Fakultas Kedokteran

Dr. dr. Evi Kurniawaty, S. Ked., M. Sc
NIP 19760120 2003122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

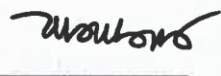
Ketua

: **Dr. dr. Evi Kurniawaty, S. Ked., M. Sc**



Sekretaris

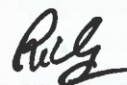
: **dr. Muhammad Maulana, Sp.M**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **dr. Muhammad Ricky Ramadhian, Sp.Rad**



2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S. Ked., M. Sc

NIP 19760120 2003122001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **30 Desember 2024**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

1. Skripsi dengan judul **“UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL 95% DAN METANOL KULIT BATANG BAKAU LINDUR (*Bruguiera Gymnorhiza*) TERHADAP BAKTERI *Pseudomonas Aeruginosa*”** adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam akademik atau yang dimaksud dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, Desember 2024

Pembuat Pernyataan,



Aurelia Corrinna Balqis
NPM 2118011012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bnadar Lampung pada tanggal 17 April 2003, sebagai anak pertama dari 3 bersaudara dari Bapak Burhanuddindan Ibu Sri Hartati. Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) diselesaikan di TK Azqiya pada tahun 2008-2009, Sekolah Dasar (SD) di SDN Tiuh Balak Pasar tahun 2009-2015, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Baradatu pada tahun 2015-2018 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAS Global Madani pada tahun 2018-2021.

Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berorganisasi dan terdaftar sebagai anggota Dinas Informasi dan Komunikasi Badan Eksekutif Mahasiswa FK Unila.

**TERIMA KASIH AYAH DAN BUNDA
TERIMA KASIH UNTUK DIRI SENDIRI,**

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ

fabiayyi ala irobbikuma tukadziban

'maka nikmat Tuhan kamu yang manakah
yang kamu dustakan?. (Alhamdulillah)

“Berproseslah Seperti Kupu-kupu”

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa dunia kepada masa kejayaan, Islam.

Skripsi dengan judul “Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Metanol Kulit Batang Bakau (*Bruguiera gymnorrhiza*) Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*” dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Universitas Lampung. Selama masa penyelesaian skripsi ini, penulis mendapatkan banyak ilmu pengetahuan, arahan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S. Ked., M. Sc. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S. Ked., M. Sc. selaku Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk selalu memberikan dukungan dan semangat, arahan, bimbingan, kritik, saran serta bantuan yang telah diberikan;
4. dr. Muhammad Maulana, Sp.M. selaku Pembimbing Pendamping yang telah bersedia meluangkan waktu, mengerahkan tenaga dan pikirannya untuk selalu membimbing dan memberi arahan, masukan, serta saran kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi ini;
5. dr. Muhammad Ricky Ramadhian, Sp.Rad. Selaku Pembahas, yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran di antara kesibukannya untuk selalu memberikan ilmu, arahan, kritik dan saran kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi;

6. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes., AIFO-K. selaku Pembimbing Akademik atas arahan serta masukan bagi penulis selama masa perkuliahan. Terima kasih karena telah menjadi orang tua kedua terbaik penulis di Universitas Lampung;
7. Seluruh staf akademik, TU, administrasi serta pegawai FK Unila yang turut membantu penulis dalam pembuatan berkas sehingga skripsi ini terselesaikan;
8. Orangtua yang penulis sayangi: Ayah Burhanuddin dan Ibu Sri Hartati atas kerja kerasnya selama ini dan selalu memberikan dukungan, nasihat, dan semangat kepada penulis selama ini. Doakan selalu agar putrimu ini dapat menjadi kebanggaan kalian kelak;
9. Ayuk Fidela dan Abang Ael, atas semua dukungan dan bantuan yang sangat membantu penulis selama masa studi perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini;
10. Seluruh teman-teman dan keluarga besar lainnya yang tidak bisa penulis ucapkan satu persatu, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis selama masa studi;
11. Seluruh jajaran kepala, sekretaris, pegawai dan laboran UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah yang telah membimbing dan meluangkan waktu kepada penulis selama proses pengambilan data;
12. Seluruh anggota KPH Gunung Balak Lampung Timur yang telah membimbing dan meluangkan waktu untuk penulis selama proses pengambilan sampel;
13. Sahabatku : Fathimah, Arzety, Laila, dan Rani yang telah mewarnai hidup penulis selama perkuliahan, tidak pernah pergi dan selalu ada dalam memberikan motivasi, saran, bantuan, serta canda tawa selama menjalani masa studi. Semoga kita bisa meraih mimpi kita bersama-sama;
14. Sahabat “tutorial 2”: Fathimah, Rachel, Awe, Reny, Farhah, Cinta, Emil, Hana, Agung yang telah memberi warna selama perkuliahan, memberikan

semua bantuan, arahan, serta suka duka yang kalian ceritakan. Tanpa kalian, perkuliahan luring penulis mungkin akan sangat membosankan;

15. Sahabat “Rindu itu Berat”: Heslin, Bima, dan Yoan yang telah mendukung dan memberikan banyak tawa menyenangkan hingga penulis mampu melewati masa perkuliahan dengan banyak senyuman;
16. Sahabat Bakau (Ziza, Fath, Yudha) yang telah memberikan bantuan, dorongan, motivasi, saran, dan ilmu hingga penulis mampu melewati penelitian;
17. Untuk kamu yang sudah membantu penulis dari awal pembuatan skripsi dan membantu hingga skripsi ini selesai. Terima kasih banyak karena telah bersedia membantu penulis hingga akhir skripsi ini selesai;
18. Teman-temanku Tutorial 20 dan Tutorial 3 yang telah membantu penulis melewati masa tutorial dan CSL dengan baik. Tanpa kalian mungkin penulis akan kesulitan selama perkuliahan;
19. Teman-teman KKN Sinar Bangun 2024, terima kasih atas pengalam 38 hari yang sangat berharga.
20. Keluarga Purin Pirimidin, yang telah menorehkan banyak kenangan indah selama masa perkuliahan, selalu menjadi satu, saling membantu, dan selalu ada dalam segala suka duka yang ada;
21. Saya ingin berterima kasih kepada saya karena telah berusaha untuk tidak menyerah;
22. Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan Rahmat dan hidaya-Nya kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kita semua. Akhir kata, penulis mengharapksan segala masukan, saran dan kritik demi perbaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 28 Desember 2024

Penulis

Aurelia Corrinna Balqis

ABSTRACT

TESTING THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF 95% ETHANOL AND METHANOL EXTRACTS OF LINDUR MANUFACTURE (*Bruguiera Gymnorhiza*) TRUMPS AGAINST *Pseudomonas Aeruginosa* BACTERIA

By

Aurelia Corrinna Balqis

Background: Bacterial infections are one of the significant health problems worldwide. One of the bacteria that often causes infection is *Pseudomonas aeruginosa*. *Pseudomonas aeruginosa* is a gram-negative bacterium that causes nosocomial infections, especially causing urinary tract infections and also causing pneumonia due to ventilator use. This study aims to find and analyze the antibacterial activity of 95% ethanol and methanol extracts of lindur mangrove bark (*Bruguiera gymnorhiza*) against *Pseudomonas aeruginosa* bacteria.

Methods: This study is an experimental design with mangrove bark extract (*Bruguiera gymnorhiza*) using doses of 20%; 40%; 60%; 80% and 100%. The study was conducted by looking at the antibacterial effect produced by *Bruguiera gymnorhiza* against *Pseudomonas Aeruginosa* as seen in the measurement of the inhibition zone formed.

Results: Both ethanol and methanol extracts showed effectiveness in inhibiting the growth of *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, with increasing effectiveness as the concentration of the extract increased. One-way ANOVA test results for the ethanol extract group had a P-value of 0.000 and methanol extract had a P-value of 0.000. It can be concluded that both in the ethanol and methanol extraction groups, there are significant results between groups based on the One-way ANOVA test results.

Conclusion: There are significant results on the antibacterial test of 95% ethanol and methanol extracts of lindur mangrove bark (*Bruguiera gymnorhiza*) against *Pseudomonas aeruginosa* bacteria.

Keywords: Antibacterial, Mangrove, Ethanol, Methanol

ABSTRAK

UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL 95% DAN METANOL KULIT BATANG BAKAU LINDUR (*Bruguiera Gymnorhiza*) TERHADAP BAKTERI *Pseudomonas Aeruginosa*

Oleh

Aurelia Corrinna Balqis

Latar belakang: Infeksi bakteri merupakan salah satu masalah kesehatan yang signifikan di seluruh dunia. Salah satu bakteri yang sering menjadi penyebab infeksi adalah *Pseudomonas aeruginosa*. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri gram negatif penyebab infeksi nosokomial terutama menyebabkan infeksi saluran kemih dan juga menyebabkan pneumonia karena penggunaan ventilator. Penelitian ini bertujuan untuk mencari dan menganalisis aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol 95% dan metanol kulit batang bakau lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian dengan rancangan eksperimental dengan ekstrak kulit batang bakau (*Bruguiera gymnorhiza*) memakai dosis 20%; 40%; 60%; 80% dan 100%. Penelitian dilakukan dengan melihat efek antibakteri yang dihasilkan oleh *Bruguiera gymnorhiza* terhadap *Pseudomonas Aeruginosa* yang dilihat pada pengukuran zona hambat yang terbentuk.

Hasil: Ekstrak etanol maupun metanol menunjukkan efektivitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, dengan efektivitas yang meningkat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak. Hasil uji One-way ANOVA untuk kelompok ekstrak etanol memiliki *P-Value* adalah 0.000 dan ekstrak methanol memiliki *P-value* 0.000. Dapat disimpulkan bahwa baik pada kelompok ekstraksi etanol maupun metanol, terdapat hasil yang signifikan antar kelompok berdasarkan hasil uji One-way ANOVA.

Kesimpulan: Terdapat hasil yang signifikan terhadap uji antibakteri dari ekstrak etanol 95% dan metanol kulit batang bakau lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Kata klunci: Antibakteri, Bakau, Etanol, Metanol

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 <i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	5
2.2 <i>Bruguiera Gymnorrizha</i>	7
2.3 Efek Antibakteri <i>Bruguiera Gymnorrizha</i> Pada <i>Pseudomonas</i> <i>Aeruginosa</i>	10
2.4 Kerangka Penelitian.....	13
2.5 Hipotesis	14
 BAB III METODE PENELITIAN.....	 15
3.1 Desain Penelitian	15
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.3 Sampel Penelitian	16
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.5 Identifikasi Variabel	17
3.6 Definisi Operasional	17
3.7 Prosedur Penelitian	18

	ii
3.8 Alur Penelitian	23
3.9 Analisis Data	24
3.10 Etika Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Gambaran Penelitian.....	25
4.2 Hasil Penelitian	25
4.3 Pembahasan	33
4.4 Keterbatasan Penelitian	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel

1. Kelompok Perlakuan	16
2. Definisi Operasional	17
3. Fitokimia Etanol	26
4. Fitokimia Metanol	26
5. Daya Hambat Etanol.....	28
6. Daya Hambat Metanol.....	29
7. Uji Normalitas Dan Homogenitas Etanol	30
8. Uji Normalitas Dan Homogenitas Metanol	30
9. Hasil Analisis Bivariat Etanol	31
10. Hasil Analisis Bivariat Etanol	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar

1. Kerangka Teori	13
2. Kerangka Konsep	14
3. Cara Ukur	22
4. Alur Penelitian.....	23
5. Hasil Uji Etanol	26
6. Hasil Uji Metanol	27
7. Rerata Etanol	28
8. Rerata Metanol	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi bakteri ialah permasalahan kesehatan yang signifikan di dunia. *Pseudomonas aeruginosa* ialah salah satu jenis yang kerap menginfeksi. Bakteri ini dikenal sebagai patogen oportunistik yang mengakibatkan berbagai infeksi, terutama pada individu dengan imun lemah seperti pasien dengan luka bakar, penderita kanker, atau mereka yang menjalani terapi immunosupresif. *Pseudomonas aeruginosa* memiliki kemampuan untuk beradaptasi dan bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan, sehingga menjadikannya sebagai salah satu bakteri yang sulit diatasi dengan terapi antibiotik konvensional (Faradina *et al.*, 2019).

Penggunaan antibiotik secara berlebihan dan tidak sesuai indikasi telah menyebabkan munculnya resistensi antibiotik pada berbagai jenis bakteri, termasuk *Pseudomonas aeruginosa*. Resistensi antibiotik ini mengakibatkan efektivitas pengobatan menjadi berkurang dan meningkatkan risiko komplikasi serius pada pasien. Oleh sebab itu perluy studi untuk menemukan alternatif baru. Salah satu alternatif yang banyak diteliti ialah penggunaan bahan alam sebagai sumber senyawa antibakteri (Fabian P *et al.*, 2020).

Menurut data yang dihimpun oleh Kemenhut, luas hutan bakau di Indonesia seluas 3.490.000 ha atau 21% hutan bakau dunia ada di Indonesia. Lampung memiliki luas 9.165 ha. Indonesia sendiri memiliki spesies bakau yang terbanyak di dunia, dengan jumlah spesies kurang lebih sebanyak 72 yang tersebar di banyak pulau (Damsir *et al.*, 2023).

Tumbuhan bakau adalah sumber alam yang berpotensi sebagai agen antibakteri. Salah satu jenisnya adalah bakau lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) yang mengandung senyawa antibakteri. Penelitian menyebut jika ekstrak kulit batang bakau berpotensi menghambat pertumbuhan pathogen karena kandungan senyawa penting (Mustofa *et al.*, 2022).

Flavonoid berperan dalam melindungi jaringan tubuh dari kerusakan akibat reperfusi setelah iskemia, sekaligus bertindak sebagai antioksidan yang membantu mengurangi kadar lipid peroksida dan mempercepat proses regenerasi epitel selama fase proliferasi. Saponin memiliki kemampuan mempercepat aktivitas hemolitik dan berfungsi sebagai senyawa dengan sifat antibakteri, antivirus, serta antioksidan. Steroid berkontribusi pada percepatan pembentukan jaringan epitel baru. Sementara itu, tanin berperan dalam mempercepat pembentukan jaringan parut, meningkatkan kontraksi luka, dan bertindak sebagai antimikroba yang mendukung proses regenerasi epitel (Rohama *et al.*, 2023).

Senyawa fitokimia menunjukkan aktivitas antimikroba yang efektif terhadap berbagai bakteri patogen. Ekstrak metanol bakau memiliki sifat anti hemolitik, sitotoksik, serta antibakteri. Bakteri dapat dihambat dengan konsentrasi efektif 50–400 mg/mL dan zona hambat berkisar antara 5-20mm (Karim *et al.*, 2020). Potensi tanaman bakau tidak hanya terletak pada daunnya, tetapi juga pada bagian yang lain seperti batangnya, yang diketahui memiliki efek analgesik, antioksidan, dan antidiare pada tikus. Hal ini dikaitkan dengan kandungan senyawa fitokimia yang terkandung didalamnya (Rahmawati *et al.*, 2024).

Ekstraksi senyawa bioaktif dari tumbuhan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis pelarut, salah satunya adalah etanol dan metanol. Etanol 95% dan metanol sering digunakan dalam proses ekstraksi karena keduanya merupakan pelarut polar yang efektif untuk mengekstraksi senyawa aktif dari tumbuhan. Etanol 95% dikenal lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan dengan pelarut organik lainnya, sedangkan metanol sering

digunakan karena kemampuannya untuk melarutkan berbagai senyawa bioaktif dengan baik (Muna & Khariri, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol 95% dan metanol kulit batang bakau lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. Dengan mengetahui aktivitas antibakteri dari kedua jenis ekstrak ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai potensi kulit batang bakau lindur sebagai sumber bahan antibakteri alami.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh ekstrak etanol 95% dari kulit batang bakau lindur terhadap aktivitas antibakteri terhadap *Pseudomonas aeruginosa*?
2. Bagaimana pengaruh metanol dari kulit batang bakau lindur memiliki terhadap antibakteri terhadap *Pseudomonas aeruginosa*?
3. Membandingkan aktivitas antibakteri antara etanol 95% dan metanol?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh antibakteri ekstrak etanol 95% dari kulit batang bakau lindur dalam menghambat *Pseudomonas aeruginosa*.
2. Mengetahui pengaruh antibakteri ekstrak metanol dari kulit batang bakau lindur dalam menghambat *Pseudomonas aeruginosa*.
3. Bagaimana perbandingan efek antimikroba ekstrak etanol 95% dengan metanol kulit batang bakau lindur dalam menghambat *Pseudomonas aeruginosa*?

1.4 Manfaat Penelitian

1. Institusi Pendidikan
 - a. Menyediakan informasi ilmiah mengenai potensi kulit batang bakau lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) sebagai sumber bahan antibakteri alami.
 - b. Memberikan alternatif bahan antibakteri yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk pengobatan infeksi bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

2. Bagi Masyarakat

- a. Mendukung upaya pelestarian serta memanfaatkan sumber daya alam.

3. Bagi Peneliti Lain

- a. Memberikan literatur tambahan tentang potensi kulit batang bakau lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) sebagai sumber bahan antibakteri alami sebagai acuan untuk penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Pseudomonas Aeruginosa*

2.1.1 Definisi

Pseudomonas aeruginosa merupakan patogen utama pada manusia. Bakteri ini dapat mengkoloni tubuh manusia dan menyebabkan infeksi ketika fungsi pertahanan tubuh terganggu. Oleh karena itu, *Pseudomonas aeruginosa* disebut sebagai patogen oportunistik, yang memanfaatkan kerusakan pada inang untuk memulai infeksi. Bakteri ini juga dapat hidup di tubuh manusia yang sehat, berfungsi sebagai saprofit di usus normal dan pada kulit manusia (Wahyudi dan Soetarto, 2021).

2.1.2 Karakteristik

Pseudomonas aeruginosa adalah bakteri gram negatif dengan morfologi berbentuk batang, berukuran sekitar 0,6 x 2 µm. Bakteri ini bersifat aerobik, katalase positif, oksidase positif, tidak dapat melakukan fermentasi, namun dapat mengoksidasi glukosa atau karbohidrat lainnya. *Pseudomonas aeruginosa* tidak memiliki spora, selubung, dan flagel yang monoton. Koloni bakteri ini cenderung besar, halus, dengan permukaan yang rata dan sedikit meninggi. Bakteri ini sering menghasilkan pigmen piosianin, pigmen kebiruan yang tidak berpendar, yang berdifusi ke dalam agar. *Pseudomonas aeruginosa* dapat tumbuh dengan baik pada suhu antara 37°C hingga 42°C, dan pada suhu 42°C, bakteri ini dapat dibedakan dari spesies *Pseudomonas* lainnya (Wahyudi dan Soetarto, 2021).

Bakteri gram positif tampak berwarna ungu karena asam ribonukleat pada lapisan sitoplasma sel gram positif membentuk ikatan yang lebih kuat dengan kompleks kristal violet, sehingga ikatan kimiawi ini sulit diputuskan oleh pemutih. Reaksi ini didasarkan pada perbedaan komposisi kimiawi dinding sel. Sel-sel gram positif memiliki dinding sel yang tebal, terdiri dari lapisan peptidoglikan yang lebih tebal dibandingkan bakteri gram negatif. Sementara itu, bakteri gram negatif berwarna merah muda karena mengandung lebih banyak lipid dan lemak dibandingkan bakteri gram positif (Rahmawati, 2023).

2.1.3 Klasifikasi

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri yang termasuk dalam kingdom Bacteria dan filum Proteobacteria. Bakteri ini berada dalam kelas Gamma Proteobacteria dan ordo Pseudomonadales. Secara taksonomi, *Pseudomonas aeruginosa* tergolong dalam famili Pseudomonadaceae dan genus *Pseudomonas*. Sebagai spesies, *Pseudomonas aeruginosa* dikenal sebagai patogen oportunistik yang dapat menyebabkan berbagai infeksi pada manusia, terutama pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang terganggu. Bakteri ini memiliki berbagai sifat biologis yang memungkinkannya untuk bertahan dalam lingkungan yang keras dan menginfeksi berbagai organ tubuh manusia (Wahyudi dan Soetarto, 2021).

2.1.4 Patogenesis

Infeksi masih menjadi salah satu penyakit yang paling umum dialami oleh masyarakat di negara berkembang, termasuk Indonesia. Penyebab utama infeksi biasanya adalah bakteri, yang dapat diklasifikasikan dalam berbagai kelompok, salah satunya adalah bakteri patogen. Bakteri patogen tergolong sebagai bakteri berbahaya karena dapat menyebabkan infeksi pada tubuh manusia. Beberapa contoh bakteri patogen adalah *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Pseudomonas aeruginosa* sering menyebabkan infeksi pada individu dengan gangguan sistem kekebalan tubuh. Bakteri ini juga menjadi

patogen pada kondisi tubuh yang lemah, seperti pada luka kulit, pasien yang menjalani kemoterapi kanker, dan kondisi lainnya. Bakteri ini dapat menempel pada selaput lendir atau kulit, membentuk koloni, dan menginfeksi area tersebut. Kulit yang terinfeksi oleh *Pseudomonas aeruginosa* biasanya akan mengeluarkan nanah berwarna hijau kebiruan (Faradina et al., 2019).

Sebagian besar infeksi yang disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* bersifat invasif dan toksigenik, yang umumnya terjadi dalam tiga fase yang berbeda: penempelan dan kolonisasi bakteri, invasi lokal, dan penyebaran penyakit secara sistemik. Pencegahan infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini umumnya dilakukan dengan penggunaan antibiotik. Namun, seiring dengan perkembangan bakteri yang semakin kebal terhadap antibiotik, diperlukan upaya baru dalam pengobatan infeksi, salah satunya dengan memanfaatkan senyawa bioaktif yang terkandung dalam tanaman. Senyawa-senyawa bioaktif ini dapat diperoleh melalui proses ekstraksi dari bagian-bagian tanaman yang memiliki potensi sebagai sumber obat alami (Wahyudi dan Soetarto, 2021).

2.2 *Bruguiera Gymnorrizha*

2.2.1 Definisi

Bakau adalah tanaman yang tumbuh di daerah pertemuan antara muara sungai dan air laut, terutama di sepanjang garis pantai berlumpur dengan salinitas rendah dan kondisi kering. Tanaman ini tumbuh subur di daerah sungai dan muara, serta memiliki peran penting sebagai pelindung daratan dari gelombang laut yang besar. Selain manfaat ekologisnya, bakau juga memiliki nilai guna bagi manusia, salah satunya sebagai bahan pangan. Buah bakau, yang sering disebut sebagai buah lindur, adalah salah satu contoh dari mangrove yang dapat dimanfaatkan. Salah satu jenis mangrove yang sering dimanfaatkan untuk bahan pangan

adalah *Bruguiera gymnorhiza*, yang dikenal dengan nama buah lindur (Sophia, 2024).

2.2.2 Klasifikasi

Bruguiera gymnorhiza adalah tanaman yang termasuk dalam kingdom Plantae dan subkingdom Tracheobionta. Tanaman ini tergolong dalam superdivisi Spermatophyta dan divisi Magnoliophyta. Secara taksonomi, *Bruguiera gymnorhiza* berada dalam kelas Magnoliopsida, subkelas Rosidae, dan ordo Myrtales. Tanaman ini termasuk dalam famili Rhizophoraceae dan genus *Bruguiera*. Spesies ini dikenal dengan nama *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lamk. dan sering ditemukan di kawasan mangrove yang memiliki salinitas tinggi, berfungsi sebagai pelindung pantai dan sumber daya alam yang bernilai (Patimah, 2022).

2.2.3 Morfologi

Bakau adalah jenis tanaman yang dapat ditemukan di sepanjang pantai dan sungai, yang tumbuh di area yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove, yang merupakan jenis tanaman yang mampu bertahan hidup di daerah berlumpur dan berpasir, tumbuh baik di daratan maupun di lautan. Beragam jenis mangrove memiliki manfaat dalam pengobatan karena kandungan senyawa bioaktif yang terdapat di dalamnya, seperti alkaloid, flavonoid, steroid, fenol, terpenoid, dan saponin (Mutik *et al.*, 2022).

Bruguiera gymnorhiza, yang juga dikenal dengan nama tancang atau lindur, adalah pohon berkayu yang dapat tumbuh hingga setinggi 20 meter. Kulit batangnya berwarna abu-abu tua dan kasar, sementara akarnya memiliki bentuk akar tunggang dengan banir-banir kecil yang tumbuh sebagai akar tunjang. Daunnya berbentuk silang, elips, dan meruncing, dengan panjang antara 8 hingga 15 cm, serta permukaan berwarna hijau kekuningan. Bunga *Bruguiera gymnorhiza* memiliki rangkaian tunggal yang lebar di ketiak daun, dengan mahkota bunga

berwarna putih hingga coklat, kelopak bunga berjumlah 10-14, dan 3 benang sari. Bijinya bersifat vivipar, yaitu biji yang berkecambah saat masih menempel pada pohon induk dan tunas muncul dari cangkang buah. Buah tanaman ini memiliki diameter 1,7-2,0 cm, dengan permukaan licin yang berbintik coklat tua hingga ungu, dan berbentuk silindris. Kelopak buah menyatu saat buah jatuh (Azhari *et al.*, 2022).

2.2.4 Manfaat Kulit Batang *Mangrove*

Kulit kayu dari spesies bakau *Bruguiera gymnorhiza* mengandung berbagai senyawa kimia, antara lain saponin, flavonoid, steroid atau triterpenoid, dan alkaloid. Senyawa-senyawa ini memiliki berbagai manfaat kesehatan. Menurut Fikri *et al.* (2023), *Bruguiera gymnorhiza* mengandung senyawa bioaktif seperti glikosida, alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, tanin, dan triterpenoid, yang digunakan sebagai antioksidan, obat luka bakar, obat diare, dan obat malaria.

Flavonoid adalah senyawa yang juga ditemukan pada berbagai spesies tanaman lainnya, yang memiliki struktur hingga 15 atom karbon. Senyawa ini tersebar di hampir semua bagian tanaman, seperti batang, akar, daun, dan buah. Manfaat flavonoid meliputi perlindungan struktur sel, peningkatan efektivitas vitamin C, serta sifat antiinflamasi, antiradang, dan pencegah keropos tulang. Selain itu, flavonoid juga berfungsi sebagai antioksidan, antibakteri, antivirus, antialergi, dan antikanker. Mekanisme kerjanya dapat menghambat proses inflamasi dengan cara menghambat asam arakhidonat dan sekresi enzim lisosom dari endotel, yang pada gilirannya menghambat proliferasi dan eksudasi proses inflamasi (Sophia, 2024).

Saponin, yang juga terkandung dalam tanaman ini, memiliki sifat antiseptik, antiinflamasi, antijamur, dan antibakteri. Dalam proses penyembuhan luka, saponin berperan dalam meningkatkan produksi kolagen, yang merupakan protein struktural penting dalam penyembuhan

luka. Kandungan saponin pada tanaman dapat meningkatkan permeabilitas membran sel, yang dapat memicu terjadinya hemolisis, sementara tanin dapat menginaktivasi enzim, menghambat adhesi mikroba, dan mengatur transportasi protein (Azhari *et al.*, 2022).

2.3 Efek Antibakteri *Bruguiera Gymnorhiza* Pada *Pseudomonas Aeruginosa*

Bruguiera gymnorhiza, yang merupakan bagian dari keluarga mangrove *Rhizophoraceae*, telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan. Tanaman ini diketahui menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai agen antibakteri, dengan kemampuan inhibisi tertinggi yang mencapai $7,88 \pm 2,08$ hingga $8,50 \pm 1,14$ mm terhadap bakteri *Escherichia coli*. Beberapa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman ini antara lain steroid, saponin, fenol, dan terpenoid. Senyawa-senyawa bioaktif ini diperkirakan juga memiliki potensi sebagai agen antikanker. Senyawa bioaktif adalah metabolit yang tidak terlibat langsung dalam proses pertumbuhan atau perkembangan organisme, namun bersifat spesifik untuk masing-masing spesies (Pertiwi *et al.*, 2024).

Rhizophora apiculata mengandung senyawa penting di antaranya adalah flavonoid, saponin, dan tanin. Flavonoid, sebagai senyawa fenol, memiliki sifat koagulator protein yang menghambat sintesis sel mikroba, mengganggu pembentukan dinding, dan mematikan mikroba. Saponin memiliki sifat hemolitik yang kuat, mirip dengan sabun, serta bersifat antimikroba, antiinflamasi, spermisida, dan sitotoksik. Tanin, dengan sifat pengelat spasmolitiknya, dapat mengerutkan membran sel, mengganggu permeabilitas sel, dan menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroba. Penelitian pada tahun 2011 oleh Amirkaveei dan Behbahani membuktikan bahwa buah mangrove memiliki antibakteri *Escherichia coli* dan antifungi *Penicillium digitatum* (Ciptaningrum dan Putri, 2019).

Ekstrak kulit batang bakau lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) diketahui memiliki efek antibakteri. Beberapa penelitian telah mengidentifikasi berbagai senyawa bioaktif dalam kulit batang bakau lindur yang bertanggung jawab atas aktivitas

antibakteri tersebut. Berikut adalah beberapa poin yang mendukung efek antibakteri dari ekstrak kulit batang bakau lindur:

1. Kandungan Senyawa Bioaktif

Kulit batang bakau lindur mengandung senyawa bioaktif yang terbukti memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri, menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan (Mutik *et al.*, 2022).

2. Penelitian Sebelumnya

Studi telah menyebut jika ekstrak kulit batang bakau lindur mampu menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri patogen (Rahmawati, 2023).

3. Metode Ekstraksi

Penggunaan pelarut seperti etanol 95% dan metanol dalam proses ekstraksi telah terbukti efektif untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari tumbuhan. Metanol sering digunakan karena kemampuannya untuk melarutkan berbagai senyawa aktif dengan baik, sementara etanol 95% lebih aman dan ramah lingkungan. Ekstrak yang dihasilkan dari kedua pelarut ini telah menunjukkan potensi antibakteri dalam berbagai penelitian (Mustofa *et al.*, 2022).

4. Uji Aktivitas Antibakteri

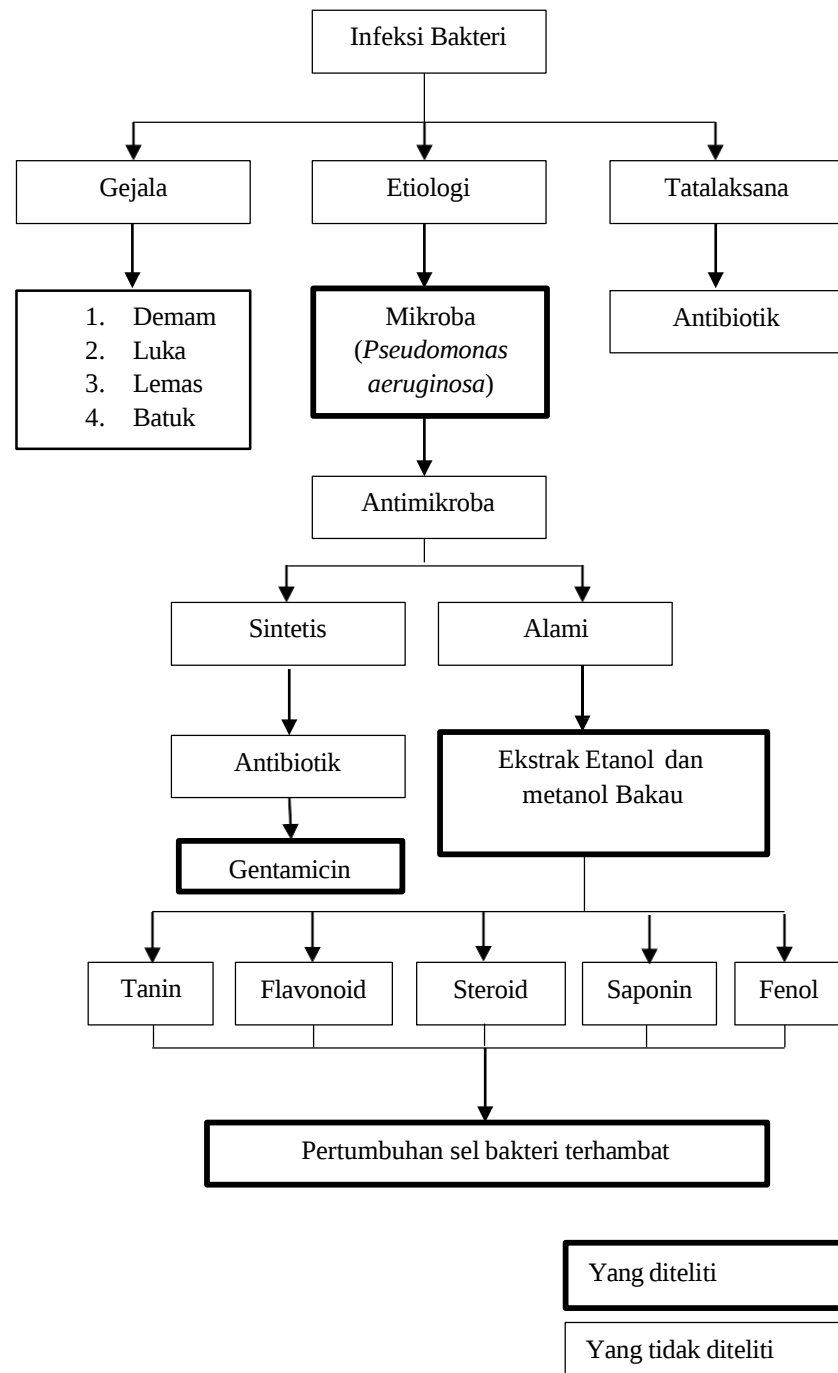
Pengujian dilaksanakan menggunakan metode agar, sehingga dapat mengukur kemampuan ekstrak untuk menghambat bakteri (Rahmawati *et al.*, 2024).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak bakau mengandung lebih banyak komponen aktif dibandingkan dengan ekstrak air bakau. Beberapa komponen aktif yang terdeteksi dalam ekstrak bakau antara lain alkaloid, tanin, saponin, fenol, flavonoid, dan triterpenoid. Ekstrak bakau menunjukkan kemampuan antibakteri, terbukti dengan terbentuknya zona hambat terhadap bakteri penyebab diare, dengan aktivitas antibakteri paling kuat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Zona hambat yang terbentuk berkisar antara 9 hingga 12 mm (Ciptaningrum dan Putri, 2019).

Dengan demikian, berdasarkan bukti dari berbagai penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit batang bakau lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) memiliki efek antibakteri yang signifikan. Penelitian lanjutan serta mendalam masih perlu untuk mengeksplorasi potensi ini dan mengidentifikasi mekanisme kerja serta senyawa spesifik yang bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri tersebut (Azhari *et al.*, 2022).

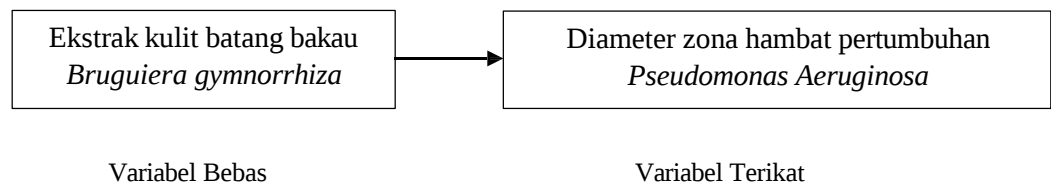
2.4 Kerangka Penelitian

2.4.1 Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori (Rahmawati *et al.*, 2024; Pertiwi *et al.*, 2024; (Mutik *et al.*, 2022)).

2.4.2 Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Teori

2.5 Hipotesis

- H0: Tidak ada pengaruh ekstrak etanol kulit batang bakau (*Bruguiera gymnorrhiza*) pada zona hambat *Pseudomonas Aeruginosa*
- H1: Ada pengaruh ekstrak etanol kulit batang bakau (*Bruguiera gymnorrhiza*) pada zona hambat *Pseudomonas Aeruginosa*

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan merupakan studi eksperimental berdesain *true experimental Posttest Only Control Design* yaitu di mana subjek dibagi secara acak menjadi dua atau lebih kelompok, dan hanya dilakukan pengukuran pada variabel dependen setelah intervensi atau perlakuan diberikan. Penelitian ini meneliti etanol 95% dan metanol kulit batang bakau lindur terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Pengambilan data dilakukan pasca pemberian perlakuan dan dibandingkan hasil pada kelompok kontrol.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

1. Lab Botani FMIPA Unila untuk melakukan determinasi jenis tanaman bakau *Bruguiera gymnorrhiza*.
2. Lab Kimia FMIPA Unila untuk melakukan pembuatan ekstrak kulit batang bakau *Bruguiera gymnorrhiza* dan uji fitokimia
3. Lab Biokimia, Biologi Molekuler dan Fisiologi FK Unila untuk melakukan pengenceran ekstrak kulit batang bakau.
4. Labkesda Lampung untuk uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit batang bakau

3.2.2 Waktu Penelitian

September-Oktober Tahun 2024

3.3 Sampel Penelitian

3.3.1 Sampel

Dalam penelitian ini akan dilakukan pemberian berbagai kadar ekstrak kulit batang bakau berkonsentrasi 20%; 40%; 60%; 80% dan 100% serta kelompok kontrol. Banyaknya pengulangan dihitung dengan rumus Federer.

$$(n-1)(k-1) \geq 15$$

$$(n-1)(7-1) \geq 15$$

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

$$6n-6 \geq 15$$

$$N \geq 3,5$$

Keterangan:

N = banyak pengulangan

K = jumlah kelompok

Dari rumus didapat pengulangan 3,5 kali dan dibulatkan menjadi 4 kali.

Kelompok perlakuan tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 1. Kelompok Perlakuan

No.	Kelompok	Perlakuan
1.	K (+)	Diberi gentamicin
2.	K (-)	Diberi aquades
3.	P1	Ekstrak 20%
4.	P2	Ekstrak 40%
5.	P3	Ekstrak 60%
6.	P4	Ekstrak 80%
7.	P5	Ekstrak 100%

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Belender, toples/wadah tertutup, batang pengaduk, bunsen, pipet steril, jangka sorong, jarum ose, hot plate, pipet tetes, rotary evaporator, gelas kimia, corong pisah, handscoon, kertas saring, cawan petri, vortex,

mikroskop, kertas label/yellow tip, rak tabung reaksi, autoklaf, masker, inkubator, water bath, gelas ukur, tabung reaksi, neraca analitik, erlenmeyer, batang penjepit, aluminium foil, object glass, hockey stick, pinset, spidol, ayakan, bejana tertutup, dan mikropipet.

3.4.2 Bahan Penelitian

kulit batang bakau dan bakteri uji *Pseudomonas aeruginosa*.

3.5 Identifikasi Variabel

a. Variabel Idependen (Bebas)

Ekstrak etanol 95% dan metanol kulit batang tanaman bakau (*Bruguiera gymnorrhiza*) dengan konsentrasi 20%; 40%; 60%; 80% dan 100%, gentamicin dan aquades.

b. Variabel dependen (Terikat)

Diameter zona hambat *Pseudomonas Aeruginosa*

3.6 Definisi Operasional

Tabel 2. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Hasil	Skala
1.	Ekstrak Etanol	Ekstrak etanol 95% kulit batang (<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>) yang siolah dan menggunakan konsentrasi tertentu (Arifurrohman, 2017).	Menggunakan persamaan: $N1 \times V1 = N2 \times V2$	Ekstrak etanol 95% kulit batang bakau dengan konsentrasi 20%; 40%; 60%; 80% dan 100%	Ordinal
2.	Ekstrak metanol	Ekstrak kulit batang bakau (<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>) yang siolah dan menggunakan konsentrasi tertentu (Sophia, 2024).	Menggunakan persamaan: $N1 \times V1 = N2 \times V2$	Ekstrak kulit batang bakau dengan konsentrasi 20%; 40%; 60%; 80% dan 100%	Ordinal

3.	Diameter zona hambat pertumbuhan <i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	bakteri yang terbentuk setelah variabel independen dan kontrol positif serta negatif diberikan (Rahmawati <i>et al.</i> , 2024).	Menggunakan jangka sorong untuk mengukur zona hambat	Zona hambat pertumbuhan bakteri (mm)	Nominal
				1. (<5 mm) Lemah, 2. (5- 10 mm) Sedang, 3. (>10- 20 mm) Kuat, 4. (>20- 30 mm) Sangat kuat	

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Determinasi Tanaman

Bertempat di Lab Botani FMIPA Unila.

3.7.2 Pembuatan Ekstrak

Sebanyak ± 10 kg kulit batang bakau basah dikeringkan selama 7 hari hingga mencapai kondisi kering sempurna. Setelah itu, kulit batang dipotong menjadi bagian-bagian kecil, dihancurkan menggunakan blender, dan disaring dengan mesh untuk menghasilkan tepung kulit batang bakau (simplisia) yang lembut dan seragam. Selanjutnya, 1 kg serbuk simplisia direndam dalam 3 liter pelarut berupa etanol 95% dan metanol. Perendaman berlangsung selama 6 jam pertama dengan pengadukan sesekali dan dilanjutkan hingga total 3 hari (3 x 24 jam). Setelah proses perendaman selesai, campuran disaring dari ampasnya (Mustofa & Fahmi, 2021).

Proses pengenceran dilakukan untuk memperoleh konsentrasi ekstrak yang sesuai dengan kebutuhan penelitian, menggunakan aquades sebagai pelarut. Sebelum pengenceran, semua peralatan disterilkan terlebih dahulu menggunakan oven dan autoklaf untuk memastikan kebersihan dan mencegah kontaminasi. Ekstrak kulit batang bakau (*Bruguiera gymnorhiza*) sebanyak 2 ml ditambahkan ke dalam cawan sampel menggunakan mikropipet, kemudian diencerkan dengan aquades yang

juga diambil menggunakan mikropipet. Jumlah ekstrak 100% yang digunakan dalam pengenceran dihitung berdasarkan rumus pengenceran berikut:

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

Keterangan:

$N1$ = Konsentrasi awal

$N2$ = Konsentrasi akhir

$V1$ = Volume awal

$V2$ = Volume akhir (Mustofa dan Fahmi, 2021).

3.7.3 Uji Fitokimia

a. Uji Alkaloid

Tambahkan 2 mL HCl ke dalam 1 mL sampel, lalu teteskan 3 tetes reagen Dragendorff. Indikasi positif alkaloid ditunjukkan dengan terbentuknya presipitat berwarna jingga atau merah.

b. Uji Flavonoid

Campurkan 0,05 mg serbuk magnesium (Mg) dan 1 mL HCl pekat ke dalam 1 mL sampel dalam tabung reaksi, kemudian kocok dengan kuat. Uji flavonoid positif jika terbentuk warna merah, kuning, atau jingga.

c. Uji Saponin

Tambahkan 1 mL aquades ke dalam 1 mL sampel dalam tabung reaksi, lalu kocok dengan kuat. Positif saponin jika terbentuk busa stabil setinggi 1–10 cm yang bertahan selama setidaknya 10 menit, dan busa tetap ada meskipun ditambahkan 1 tetes HCl 2 N.

d. Uji Tanin

Teteskan 2 tetes larutan $FeCl_3$ 1% ke dalam 1 mL sampel dalam tabung reaksi. Uji tanin positif jika muncul warna hitam kebiruan atau hijau.

e. Uji Steroid

Tambahkan 2 mL asetat anhidrat ke dalam 1 mL sampel dalam tabung reaksi, lalu tambahkan 2 mL H₂SO₄ pekat. Positif steroid ditandai dengan perubahan warna dari violet menjadi biru atau hijau.

f. Uji Terpenoid

Masukkan 0,5 mL etanol, 0,5 mL asam asetat anhidrat, dan 2 mL H₂SO₄ pekat ke dalam 1 mL sampel di tabung reaksi. Indikasi positif terpenoid ditunjukkan dengan warna merah, ungu, hijau, atau biru.

g. Uji Fenolik

Tambahkan 7 tetes larutan FeCl₃ 1% ke dalam 1 mL sampel di tabung reaksi. Uji fenolik positif ditandai dengan terbentuknya warna hitam kebiruan hingga hitam pekat (Algifari, 2024).

3.7.4 Inokulasi Bakteri

Proses inokulasi diawali dengan sterilisasi jarum ose menggunakan nyala api bunsen untuk memastikan kebersihannya. Setelah steril, jarum ose disentuh pada isolat murni bakteri, kemudian digoreskan di media agar. Media agar kemudian ditutup rapat menggunakan plastik wrap untuk mencegah kontaminasi. Media agar miring diinkubasi selama 24 jam untuk mendukung pertumbuhan bakteri. Media agar miring memiliki keunggulan berupa permukaan yang lebih luas, yang memfasilitasi pertumbuhan koloni bakteri, mempermudah penggoresan isolat, serta memungkinkan pengamatan hasil inokulasi dengan lebih optimal (Prihanto *et al.*, 2018).

3.7.5 Pembuatan Standar Kekeruhan Larutan

Larutan standar 0,5 McFarland memiliki kekeruhan yang setara dengan konsentrasi bakteri sekitar $1,5 \times 10^8$ CFU/ml. Larutan ini dibuat dengan mencampurkan 5 ml larutan BaCl₂ 2 1% dengan 99,5 ml larutan asam sulfat 1%, kemudian dihomogenkan. Setelah pencampuran,

larutan diperiksa menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 625 nm untuk memastikan absorbansinya berada dalam rentang 0,08–0,1. Rentang ini menunjukkan tingkat kekeruhan yang sesuai untuk digunakan sebagai standar dalam pengujian bakteri (Wardaniati dan Gusmawarni, 2021).

3.7.6 Pembuatan Suspensi Bakteri

Penyesuaian kekeruhan suspensi dilakukan dengan menambahkan larutan NaCl 0,9% ke dalam tabung hingga mencapai tingkat kekeruhan yang diinginkan. Proses ini melibatkan perbandingan suspensi dengan latar belakang putih yang memiliki garis hitam kontras. Pengamatan dilakukan oleh dua orang dalam ruangan terang untuk memastikan akurasi. Jika kekeruhan suspensi kurang, koloni bakteri ditambahkan; sebaliknya, jika kekeruhan berlebih, NaCl 0,9% ditambahkan sampai tingkat kekeruhan sesuai dengan pengamatan kedua pengamat (Rizki *et al.*, 2022).

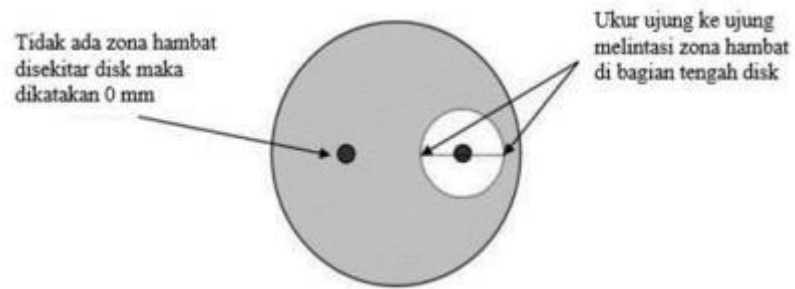
3.7.7 Pembuatan Media Uji

Suspensi bakteri uji sebanyak 0,1 mL diinokulasikan secara merata pada permukaan media MHA. Setelah media kering, lubang sumuran dibuat menggunakan ujung pipet steril, kemudian diangkat dengan bantuan ose steril. Lubang sumuran tersebut diisi dengan kontrol positif, kontrol negatif (menggunakan aquades), serta berbagai konsentrasi ekstrak (20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%) menggunakan pinset steril. Seluruh proses dilakukan di ruang steril untuk mencegah risiko kontaminasi. Media kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dalam inkubator untuk mengamati hasilnya (Rizki *et al.*, 2022).

3.7.8 Pengamatan dan Pengukuran Zona Hambat

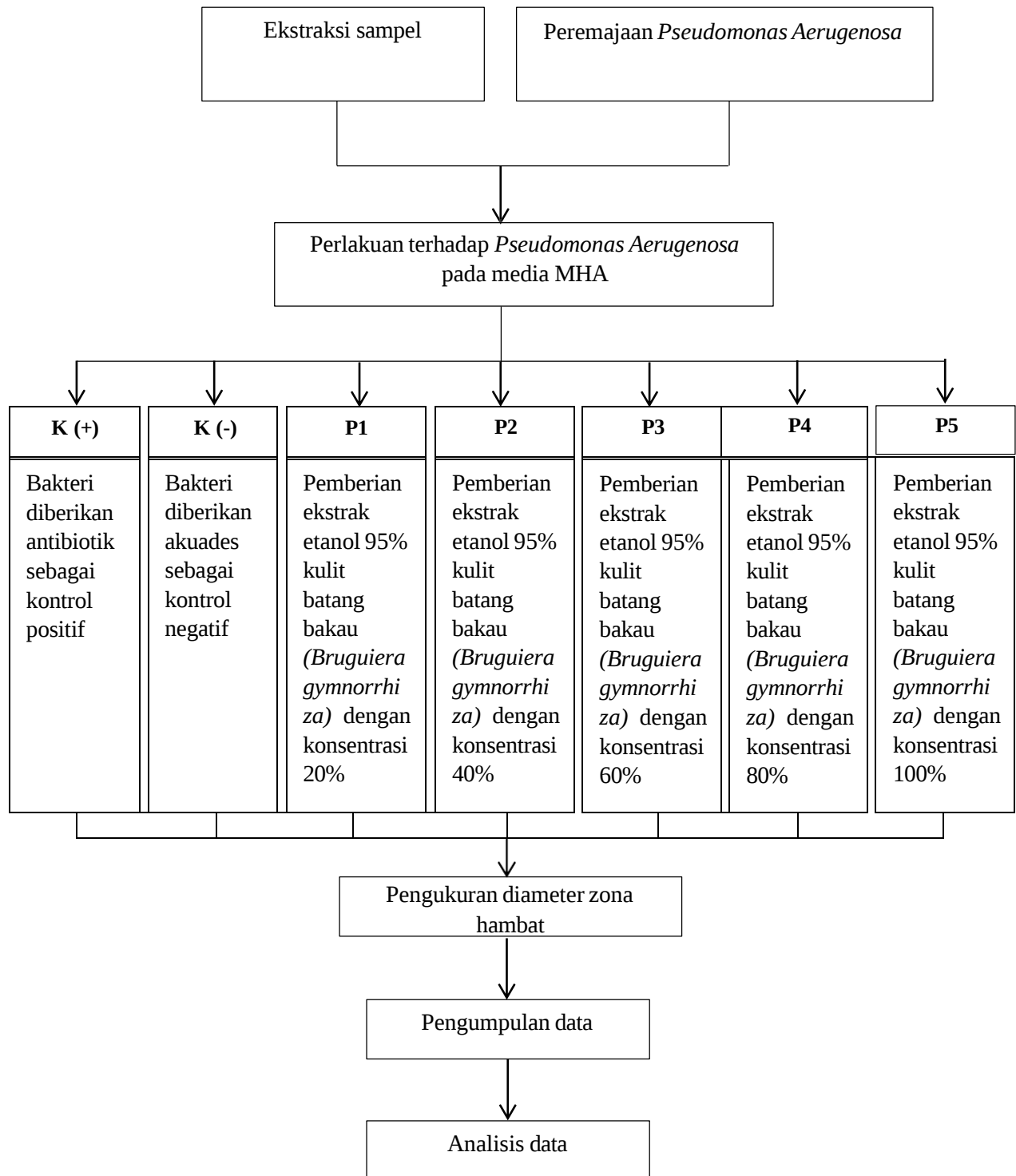
Tahap berikutnya adalah identifikasi daya hambat bakteri dengan mengukur diameter zona hambat di sekitar sumur uji. Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong, dan hasil yang diperoleh

dikurangi dengan diameter sumur uji, yaitu 6 mm. Berdasarkan klasifikasi daya hambat menurut Davis dan Stout, hasil pengukuran dikategorikan sebagai berikut: diameter zona hambat 10-20 mm diklasifikasikan sebagai daya hambat kuat, 5-10 mm sebagai daya hambat sedang, dan kurang dari 5 mm sebagai daya hambat lemah (Magvirah *et al.*, 2020).



Gambar 3. Cara Ukur Zona Hambat (Sari *et al.*, 2024).

3.8 Alur Penelitian



Gambar 4. Alur Penelitian

3.9 Analisis Data

Analisis univariat merupakan metode yang bertujuan untuk mengeksplorasi dan memahami distribusi dari satu variabel tunggal dalam sebuah dataset. Analisis ini sering digunakan untuk menggambarkan karakteristik variabel tersebut, seperti nilai rata-rata (mean), nilai tengah (median), nilai yang paling sering muncul (modus), atau rentang nilai yang mencerminkan variasi data. Sebaliknya, analisis bivariat melibatkan dua variabel sekaligus dan bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan atau interaksi antara keduanya. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memahami apakah dan sejauh mana satu variabel memengaruhi variabel lainnya, serta bagaimana pola hubungan tersebut dapat dijelaskan dalam konteks penelitian.

Interpretasi uji statistik ini, yaitu;

1. *P-Value* < 0.05 maka terdapat hubungan bermakna antara variabel independen dan dependen.
2. *P-Value* > 0.05 maka tidak ada hubungan bermakna antara variabel independen dan dependen.

3.10 Etika Penelitian

Penelitian ini mendapat izin dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran dengan no: 5276/UN26.18/PP.05.02.00/2024

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Analisis univariat etanol bakau menunjukkan daya hambat tertinggi mencapai 23.27 ± 0.57 mm
2. Analisis univariat metanol bakau menunjukkan daya hambat tertinggi mencapai 22.57 ± 0.84 mm
3. Hasil analisis bivariat pada kelompok ekstraksi etanol maupun metanol memiliki hasil yang signifikan dengan $P\text{-Value} = 0.000$

5.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan uji aktivitas antibakteri secara *in vivo* agar hasil penelitian lebih mendekati kondisi biologis yang sebenarnya. Hal ini penting untuk menilai efektivitas dan keamanan ekstrak dalam tubuh organisme hidup.
2. Selain *Pseudomonas aeruginosa*, uji aktivitas antibakteri sebaiknya dilakukan terhadap bakteri lain, untuk mengevaluasi spektrum aktivitas ekstrak secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya S, Patra DK, Pradhan C, Mohapatra PK. 2020. Sifat Antibakteri, Antijamur, dan Antioksidatif dari Berbagai Ekstrak *Bruguiera gymnorhiza* L. (Mangrove). *Jurnal Kedokteran Integratif Eropa* jilid 36.
- Ardhanawinata, A., Irawan, I., & Diachanty, S. 2020. Pemanfaatan Daun Lindur (*B. gymnorhiza*) Sebagai Sediaan Garam Fungsional. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 3(2), 89. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v3i2.9387>
- Arsa, A. K., dan Achmad, Z. (2020). Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Rimpang Temu Ireng (*Curcuma Aeruginosa* Roxb) Dengan Pelarut Etanol Dan N-Heksana. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. 13(1):83–94.
- Azhari, F., Warsodirejo, P. P., & Fefiani, Y. 2022. Studi Perbandingan Morfologi *Rhizophora apiculata* Dengan *Bruguiera cylindrica* Di Desa Pematang Kuala Sebagai Bahan Pengembangan Modul Bio Marine. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 5(1), 50-56.
- Caesario, B. 2019. Pengaruh pemberian ekstrak etanol 95% kulit batang bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) terhadap kadar MDA tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Sprague Dawley yang dipaparkan asap rokok. *MEDULA, medical profession journal of lampung university*. 9(1) :43-47.
- Damsir, D., Ansyori, A., Yanto, Y., Erwanda, S., & Purwanto, B. 2023. Pemetaan Areal Mangrove Di Provinsi Lampung Menggunakan Citra Sentinel 2-a Dan Citra Satelit Google Earth. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi Dan Inovasi IPTEKS*, 1(3), 207–216.
- Fabian P, Alimsardjono L, Indistuti DN. 2020. Pola resistensi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Acinetobacter baumannii* pada spesimen darah terhadap antibiotik golongan β -laktam dan aminoglikosida di Rumah

- Sakit dr. Soetomo periode Januari 2016 – Desember 2016. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*. 20(1): 31-36
- Faradina, A. S., Mastra, N., & Karta, I. W. 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Akar Encok (*Plumbago zeylanica* L.) Terhadap Pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* Secara In Vitro. *Meditory*, 7(2), 110–118. <http://ejournal.poltekkes-denpasar.ac.id/index.php/M>
- Fikri, M. R. A., Sam'un, M., Lestari, Z. A., & Rahmawati, T. D. 2023. Pemanfaatan Hutan Mangrove Sebagai Sumber Pendapatan Alternatif Bagi Masyarakat Pesisir di Desa Sukakerta Karawang. *Jurnal Abditani*, 6(1), 6-10.
- Karim, M. A., Islam, M. A., Islam, M. M., Rahman, M. S., Sultana, S., Biswas, S., Hosen, M. J., Mazumder, K., Rahman, M. M., & Hasan, M. N. 2020. Evaluation of antioxidant, anti-hemolytic, cytotoxic effects and anti-bacterial activity of selected mangrove plants (*Bruguiera gymnorrhiza* and *Heritiera littoralis*) in Bangladesh. *Clinical Phytoscience*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40816-020-0152-9>
- Kurniasih N, Halimah E. 2019. Aktivitas antibakteri dari ekstrak berbagai spesies tumbuhan mangrove. *Farmaka*.17(2):359-66.
- Kurniawan, R. 2021. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun *Rhizophora apiculata* terhadap Bakteri *Edwardsiella tarda* Antibacterial activity of *Rhizophora apiculata* leaf extract against *Edwardsiella tarda* bacteria. *Jurnal Natur Indonesia*. 19 (1) : 13–17.
- Magvirah, T., Marwati, M., & Ardhani, F. 2020. Uji Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus Aureus* Menggunakan Ekstrak Daun Tahongai (*Kleinhovia hospita* L.). *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*.
- Muna, F., & Khariri. (2020). Bakteri Patogen Penyebab Foodborne Diseases. Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19, September, 74–79. <http://journal.uin-alaudhin.ac.id/index.php/psb/>
- Mustofa, S., Adli, F. K., Wardani, D. W. S. R., & Busman, H. 2022. Pengaruh Ekstrak Etanol Daun *Rhizophora apiculata* terhadap Kolesterol Total dan Trigliserida *Rattus norvegicus* Galur Sprague dawley yang Diinduksi Diet Tinggi Lemak. *Jurnal Kesehatan*, 13(3), 472. <https://doi.org/10.26630/jk.v13i3.3178>

- Mustofa, S., & Anisya, V. 2020. Efek Hepatoprotektif Ekstrak Etanol *Rhizophora apiculata* Pada Tikus Yang Dipaparkan Asap Rokok. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*. 4(1) : 12-17.
- Mustofa S, Fahmi ZY. 2021. Efek Protektive Kardiovaskular Ekstrak *Rhizophora apiculata* Berbagai Pelarut Pada Tikus Yang Dipapari Asap Rokok. *JK Unila*. 5(1):7-15.
- Mustofa, S., & Hanif, F. 2019. The Protective Effect Of *Rhizophora apiculata* Bark Extract Against Testicular Damage Induced By Cigarette Smoke In Male Rats. *Acta Biochimica Indonesiana*. 2 (1) : 23–31.
- Mustofa, S., & Tarigan, CY. 2023. Efek Protektif Ekstrak Kulit Batang Bakau *Rhizophora apiculata* terhadap Kerusakan Histologi Paru *Rattus norvegicus* yang Diinduksi Asap Rokok. *Jurnal Kesehatan*, 14(2) : 241-250.
- Mustofa, S., Adjeng, ANT., Kurniawaty, E., Rahmadhita, L., & Tamara, T. 2024. Influence of *Rhizophora apiculata* Barks Extract on Cholesterol, Triglyceride, LDL, and HDL Levels of *Rattus Norvegicus* (Sprague Dawley) Fed High-Cholesterol Diet. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 17(1) : 396-0.
- Mustofa, S., Bahagia, W., Kurniawaty, E., Rahmanisa, S., Audah KA. 2018. The effect of Mangrove (*Rhizophora apiculata*) bark extract ethanol on histopathology pancreas of male white rats Sprague Dawley strain exposed to cigarette smoke. *Acta Biochim Indones*. 1(1):7–13.
- Mustofa, S., Bahagia, W., Kurniawaty, E., Rahmanisa, S., Audah KA. 2018. The effect of Mangrove (*Rhizophora apiculata*) bark extract ethanol on histopathology pancreas of male white rats Sprague Dawley strain exposed to cigarette smoke. *Acta Biochim Indones*. 1(1):7–13.
- Mutik, Mirsa & Sibero, Mada & Widianingsih, Widianingsih & Subagiyo, Subagiyo & Pribadi, Rudhi & Haryanti, Dwi & Ambariyanto, Ambariyanto & Murwani, Retno. (2022). Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologis Ekstrak Daun *Rhizophora apiculata* Asal Perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*. 25. 378-390. 10.14710/jkt.v25i3.14287.
- Pertiwi, Reza & S, Salprima & Hadi Wibowo, Risky & Notriawan, Doni & Nasution, Riski & Azhar, Afra. 2024. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun

- Mangrove (*Rhizophora mucronata*) pada Bakteri *Helicobacter pylori* Penyebab Tukak Lambung. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*. 12. 202. 10.33394/bioscientist.v12i1.9957.
- Qelina L, Rahmanisa S, Oktarlina RM. 2021. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Batang Mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) dalam Proses Penyembuhan Luka Sayat pada Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar. *Majority*. 10(1): 67-68.
- Rahmawati, R., Nurhayati, T., & Nurjanah, N. 2024. Potensi Ekstrak Daun Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 18(2), 89. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v18i2.933>
- Rizki S, Lathief M, Fitrianingsih, Rahman H. 2022. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat, dan Etanol Daun Durian (*Durio Zibethinus* Linn.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Ataphylococcus epidermidis*. *Jambi Medical Journal*. 2(3): 442–57.
- Rohama, R., Melviani, M., & Rahmadani, R. 2023. Aktivitas antibakteri dan penetapan kadar flavonoid fraksi daun kalangkala (*litsea angulata*) serta profil kromatografi lapis tipis. *J Surya Med*, 9(1), 267-76.
- Sophia, A. S. 2024. Pewarnaan Alternatif dengan Menggunakan Kulit Batang Bakau (*Rhizophora apiculata* Blume.) pada Uji Mikroskopis *Candida albicans* Penyebab Kandidiasis Oral. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*. 9(2), 67-72.
- Wahyudi D, Soetarto ES. 2021. "Pembentukan Biofilm *Pseudomonas Aeruginosa* pada Beberapa Media Cair." *Jurnal Farmasi*, 10(2) 35-40
- Wardaniati, I., & Gusmawarni, V. 2021. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol propolis terhadap *Streptococcus mutans*. *Jurnal Farmasi Higea*, 13(2), 115-123.
- Wardina, MA., Mustofa, S., & Malarangeng, ANTA. 2023. Potensi *Rhizophora apiculata* Sebagai Fitofarmaka. *Medical Profession Journal of Lampung*. 13(2) : 137-146.

Yuniar, Simatupang E, Tobing SFL, Putri A, Marwati Y. 2019. Pemodelan Isomerasi Struktur Molekul C_6H_{14} Melalui Studi Komputasi. CHEMICA: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia. 2(1): 28.