

**Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol 96% Daun dan Kulit Batang Bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans***

**(Skripsi)**

**Oleh  
FITRI CYNTYA NAMDES  
2018031001**



**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol 96% Daun dan Kulit Batang Bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans***

**Oleh  
Fitri Cyntya Namdes**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA FARMASI**

**Pada**

**Program Studi Farmasi  
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL 96% DAUN DAN KULIT BATANG BAKAU (*Rhizophora apiculata*) TERHADAP *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, DAN *Candida albicans***

Nama Mahasiswa : **Fitri Cyntya Namdes**

No. Pokok Mahasiswa : 2018031001

Program Studi : Farmasi


Fakultas : Kedokteran



Pembimbing 1

Pembimbing 2

  
**Dr. Si. dr. Syazili Mustofa, M. Biomed**  
NIP. 198307132008121003

  
**Femmy Andrifianie, S.Farm., M.Farm**  
NIP. 199009222022032013

**MENGETAHUI**  
Dekan Fakultas Kedokteran

  
**Dr. dr. Evi Kurniawaty, M. Sc**  
NIP. 197601202003122001

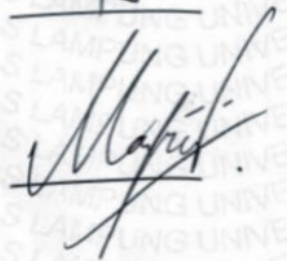
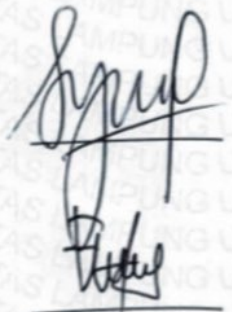
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Dr. Si. dr. Syazili Mustofa, M. Biomed**

**Sekretaris : Femmy Andrifianie, S.Farm., M.Farm**

**Penguji  
Bukan Pembimbing : Andi Nafisah Tendri Adjeng M. S. Farm., M. Sc**



**2. Dekan Fakultas Kedokteran**



**Dr. dr. Evi Kurniawaty, M. Sc**  
NIP. 197601202003122001

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Januari 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

Skripsi dengan judul **“UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL 96% DAUN DAN KULIT BATANG BAKAU (*Rhizophora Apiculata*) TERHADAP *Staphylococcus Aureus*, *Streptococcus Pyogenes*, *Pseudomonas Aeruginosa*, DAN *Candida Albicans*”** adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau disebut plagiarisme. Hal intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

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

Bandar Lampung, Januari 2023

Pembuat Pernyataan



**Fitri Cyntya Namdes**

**NPM. 2018031001**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Lampung Timur pada tanggal 6 Desember 2002 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak dan Ibu. Penulis memiliki riwayat Pendidikan sebagai berikut: Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Bunga Simpang pada tahun 2006-2008, Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Srimenanti pada tahun 2008-2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Bandar Sribhawono pada tahun 2014-2017, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Bandar Sribhawono pada tahun 2017-2019. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan sarjana di Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Sebagai mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan organisasi di Lembaga Kemahasiswaan (LK) BEM (Badan Eksekutif Mahasiswa) Fakultas Kedokteran sebagai wakil ketua Staf Ahli periode 2023/2024 dan Himafarsi (Himpunan Mahasiswa Farmasi) Universitas Lampung sebagai pengurus Departemen Medkominfo periode 2023/2024.

Atas izin Allah SWT

**Kupersembahkan karya ini untuk kedua orang tuaku dan keluarga besarku tercinta. Tak lupa juga kupersembahkan karya ini untuk guru, sahabat, teman, dan semua orang-orang berharga yang terlibat serta selalu mendoakan perjalananku hingga saat ini.**

*"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."*

*QS. Al-Insyirah : 5-6*

*"Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?"*

*QS. Ar-Rahman : 13*

## SANWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan segala Rahmat dan Karunia-Nya. Salawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW., sehingga skripsi dengan judul “Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol 96% Daun dan Kulit Batang Bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*” dapat terselesaikan.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, masukan, bantuan, dorongan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Dengan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
3. dr. Oktafany, M.Pd.Ked., selaku Kepala Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
4. Dr. Si. dr. Syazili Mustofa, M.Biomed., selaku pembimbing I atas kesediannya meluangkan waktu, membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan ilmu, nasihat, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat selama proses penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Femmy Andrifianie, S. Farm., M. Farm., selaku pembimbing II atas kesediannya meluangkan waktu, membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan ilmu, nasihat, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat selama proses penyelesaian skripsi ini.



6. Ibu Andi Nafisah T.A., S. Farm., M.Sc., selaku pembahas atas kesediannya meluangkan waktu, membimbing dengan penuh kesabaran, memberikan ilmu, nasihat, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat selama proses penyelesaian skripsi ini.
7. Prof. Dr. dr. Asep Sukohar, S.Ked., M.Kes., Sp.KKL, selaku pembimbing akademik atas nasihat, motivasi, kritik, dan saran kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
8. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama proses perkuliahan
9. Seluruh staf dan civitas akademik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membantu proses penyusunan skripsi dan membantu penulis selama menjalankan studi.
10. Kedua orang tua luar biasa, terkasih, dan tersayang yang senantiasa menjadi semangat dan motivasi terbesar bagi penulis untuk menjalankan pendidikan hingga saat ini. Terima kasih atas doa, ridho, dukungan, semangat, nasihat, kerja keras, dan kasih sayang yang tidak pernah terputus sehingga kelancaran dan kemudahan senantiasa menemani perjalanan hidup dan juga studi penulis di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
11. Kakak tersayang Yuana Anggun Sari dan Adik tersayang Donny Dj Orliza yang selalu memberikan doa, nasihat, semangat dan dukungan kepada penulis selama studi di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
12. Seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis selama studi di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
13. Sahabat-sahabat tersayang Farah dan Nana yang selalu membagi semangat, motivasi, dukungan dan ilmu sehingga perjalanan studi penulis terasa lebih mudah dan menyenangkan.
14. Sahabat- sahabat Riefa, Intan, Jessy, Elmira, Sekar yang selalu membagi dukungan, nasihat, waktu, dan keceriaan yang menghibur perjalanan studi penulis.
15. Sahabat-sahabat Tim Bakau Nanda dan Putri yang telah berjuang bersama dalam penelitian bakau dan selalu sedia setiap saat apabila diminta bantuan.

16. Keluarga Besar Bem FK Unila yang telah memberikan banyak sekali cerita tak terlupakan dan pengalaman tak terbayarkan bagi penulis. Terima kasih untuk setiap kesempatan, pembelajaran dan keceriaan yang selalu diberikan kepada penulis. Terima kasih untuk rasa bangga yang diberikan karena telah menjadi bagian dari nama baik BEM FK Unila.
17. Terkhusus, Staf Ahli Bem FK Unila yang selalu memberikan dukungan, memberikan banyak sekali cerita dan tim yang luar biasa hebat bagi penulis.
18. Keluarga Besar Himafarsi Unila yang telah memberikan banyak sekali cerita tak terlupakan dan pengalaman tak terbayarkan bagi penulis. Terima kasih untuk setiap kesempatan, pembelajaran dan keceriaan yang selalu diberikan kepada penulis. Terima kasih untuk rasa bangga yang diberikan karena telah menjadi bagian dari nama baik Himafarsi Unila.
19. Teman-teman KKN Desa Suka Banjar yang memberikan kenangan indah dan sama-sama berjuang menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
20. Teman-Teman Trombosit 2020 Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas kebersemaannya selama ini. Semoga kedepannya kita dapat menjadi teman sejawat yang saling membantu dan mendukung.
21. Semua pihak yang turut membantu dan terlibat dalam perjalanan studi penulis dan penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan itu hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk masukkan kedepannya. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan dapat menambah pengetahuan serta informasi bagi pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, Januari 2024  
Penulis

Fitri Cyntya Namdes

## ABSTRACT

### ANTIMICROBIAL ACTIVITY TEST OF 96% ETHANOL EXTRACT FROM LEAVES AND BARK OF MANGROVE (*Rhizophora Apiculata*) AGAINST *Staphylococcus Aureus*, *Streptococcus Pyogenes*, *Pseudomonas Aeruginosa*, AND *Candida Albicans*

By

Fitri Cyntia Namdes

**Background:** The use of plants as medicine has been practiced since ancient times and is supported by the belief in the minimal side effects it induces. One of these plants is the mangrove (*Rhizophora apiculata*). The leaves and bark of the mangrove (*Rhizophora apiculata*) are believed to contain antimicrobial activities due to the presence of secondary metabolite compounds. This research aimed to determine the antimicrobial activity of 96% ethanol extract from the leaves and bark of the mangrove (*Rhizophora apiculata*) against the growth of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Candida albicans*.

**Method:** This research was laboratory experimental research to determine the antimicrobial effects of ethanol extracts from leaves and bark of mangrove (*Rhizophora apiculata*) using the maceration extraction method at concentrations of 1.6%, 3.2%, 6.25%, 12.5%, and 25% against the microorganisms *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Candida albicans*.

**Results:** The results of the conducted indicate the presence of antimicrobial activity in the 96% ethanol extract from the leaves and bark of mangrove (*Rhizophora apiculata*) at concentrations of 1.6%, 3.2%, 6.25%, 12.5%, and 25% against the microorganisms *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pyogenes*, with the formation of inhibition zones exhibiting better results in the 96% ethanol extract from the bark of mangrove. However, it was not effective in inhibiting the growth of *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*.

**Conclusion:** The 96% ethanol extract from the leaves and bark of mangrove (*Rhizophora apiculata*) exhibited antimicrobial activity against the growth of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pyogenes*, but not against *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*.

**Keywords:** Traditional Medicine, *Rhizophora apiculata*, Antimicrobial, Inhibition Zone

## ABSTRAK

### UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETANOL 96% DAUN DAN KULIT BATANG BAKAU (*Rhizophora Apiculata*) TERHADAP *Staphylococcus Aureus*, *Streptococcus Pyogenes*, *Pseudomonas Aeruginosa*, DAN *Candida Albicans*

Oleh

FITRI CYNTYA NAMDES

**Latar Belakang:** Penggunaan tanaman sebagai obat tradisional telah dilakukan sejak zaman dahulu dan didukung oleh keyakinan minimnya efek samping yang ditimbulkan. Satu diantara tanaman tersebut yakni tanaman bakau (*Rhizophora apiculata*). Daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) dipercaya mengandung aktivitas antimikroba karna kandungan senyawa metabolit sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

**Metode:** Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium untuk mengetahui efek antimikroba dari ekstrak etanol daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) dengan metode ekstraksi maserasi pada konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5%, 25% terhadap mikroba *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan adanya aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) pada konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25% terhadap mikroba *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* dengan diameter zona hambat yang terbentuk lebih baik pada ekstrak etanol 96% kulit batang bakau. Namun tidak dapat menghambat mikroba *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

**Kesimpulan:** Terdapat aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes*, namun tidak pada *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

**Kata Kunci:** Obat Tradisional, *Rhizophora apiculata*, Antimikroba, Zona Hambat

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>BAB 1 I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.3.1 Tujuan Umum .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti .....	6
1.4.2 Manfaat Bagi Pendidikan dan Masyarakat .....	7
1.4.3 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Tinjauan Umum Bakau ( <i>Rhizophora apiculata</i> ).....	8
2.1.1 Definisi Bakau ( <i>Rhizophora apiculata</i> ).....	8
2.1.2 Taksonomi Bakau ( <i>Rhizophora apiculata</i> ).....	10
2.1.3 Morfologi Bakau ( <i>Rhizophora apiculata</i> ) .....	10
2.1.4 Kandungan daun dan kulit batang Bakau ( <i>Rhizophora apiculata</i> ).....	12
2.2 Ekstrak dan Ekstraksi Tanaman Obat .....	20
2.3 Pelarut .....	24
2.4 Mikroba.....	27
2.4.1 <i>Staphylococcus aureus</i> .....	29

2.4.2 <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	32
2.4.3 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	35
2.4.4 <i>Candida albicans</i> .....	38
2.5 Antimikroba .....	41
2.6 Mekanisme kerja antimikroba.....	42
2.7 Metode pengujian aktivitas antimikroba .....	44
2.8 Kerangka Teori.....	49
2.9 Kerangka konsep .....	50
2.10 Hipotesis.....	51
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>53</b>
3.1 Desain Penelitian.....	53
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	53
3.2.1 Lokasi penelitian.....	53
3.2.2 Waktu penelitian .....	54
3.3 Mikroba dan Bahan Uji Penelitian .....	54
3.3.1 Mikroba Uji Penelitian.....	54
3.3.2 Bahan Uji Penelitian .....	54
3.3.3 Media Kultur.....	54
3.4 Identifikasi Variabel.....	55
3.4.1 Variabel Independen .....	55
3.4.2 Variabel Dependen .....	55
3.5 Definisi Oprasional .....	56
3.6 Besar Sampel.....	58
3.6.1 Kelompok Perlakuan.....	58
3.7 Prosedur Penelitian.....	61
3.7.1 Persiapan.....	61
3.7.2 Determinasi dan Pembuatan Ekstrak Daun dan Kulit Batang <i>Rhizophora Apiculata</i> .....	61
3.7.3 Skrining Fitokimia .....	63
3.7.4 Pengenceran Ekstrak Daun dan Kulit Batang <i>Rhizophora Apiculata</i> ..	65
3.7.5 Prosedur Identifikasi Mikroba .....	66

3.7.6 Uji Diameter Zona Hambat.....	69
3.9 Analisis Data .....	75
3.10 Etika Penelitian .....	76
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>77</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	77
4.1.1 Hasil Determinasi Tanaman.....	78
4.1.2 Hasil Rendemen Ekstrak.....	78
4.1.3 Hasil Skrining Fitokimia.....	80
4.1.4 Hasil Identifikasi Mikroba .....	82
4.1.5 Hasil Uji Aktivitas Antimikroba dan Analisis Univariat.....	82
4.2 Pembahasan.....	117
4.2.1 Rendeman Ekstrak .....	117
4.2.2 Uji Fitokimia.....	119
4.2.3 Uji Aktivitas Antimikroba .....	123
4.3 Keterbatasan Penelitian .....	138
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>139</b>
5.1 Kesimpulan .....	139
5.2 Saran.....	139
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>134</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>145</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Klasifikasi <i>Rhizopora apiculata</i> .....	9
Tabel 2. Klasifikasi <i>Staphylococcus aureus</i> .....	26
Tabel 3. Klasifikasi <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	30
Tabel 4. Klasifikasi <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	33
Tabel 5. Klasifikasi <i>Candida albicans</i> .....	37
Tabel 6. Definisi Oprasional .....	51
Tabel 7. Kelompok Perlakuan.....	54
Tabel 8. Hubungan Diameter dan Kategori Zona Hambat. ....	67
Tabel 9. Perlakuan dan Kekuatan Zona Hambat <i>Staphylococcus aureus</i> .....	68
Tabel 10. Perlakuan dan Kekuatan Zona Hambat <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	69
Tabel 11. Perlakuan dan Kekuatan Zona Hambat <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . ....	69
Tabel 12. Perlakuan dan Kekuatan Zona Hambat <i>Candida albicans</i> . ....	70
Tabel 13 Hasil Rendemen Ekstrak Etanol Daun Bakau.....	78
Tabel 14. Hasil Rendemen Ekstrak Etanol Kulit Batang Bakau.....	78
Tabel 15. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Bakau.....	79
Tabel 16. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Bakau. ....	80
Tabel 17. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Staphylococcus aureus</i> .....	84
Tabel 18. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	85
Tabel 19. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ....	86
Tabel 20. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Candida albicans</i> . ....	87
Tabel 21. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Staphylococcus aureus</i> .....	90
Tabel 22. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	91
Tabel 23. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ....	92



Tabel 24. Hasil Diameter Zona Hambat dan Univariat <i>Candida albicans</i> .....	93
Tabel 25. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Staphylococcus aureus</i> . ....	94
Tabel 26. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Staphylococcus aureus</i> .....	95
Tabel 27. Hasil Uji Post Hoc <i>Staphylococcus aureus</i> .....	96
Tabel 28. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	96
Tabel 29. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	97
Tabel 30. Hasil Uji Post Hoc <i>Streptococcus pyogenes</i> .. ..	97
Tabel 31. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	98
Tabel 32. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	99
Tabel 33. Hasil Uji <i>Mann Whitney Pseudomonas aeruginosa</i> .....	99
Tabel 34. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Candida albicans</i> .....	100
Tabel 35. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Candida albicans</i> .....	101
Tabel 36. Hasil Uji <i>Mann Whitney Candida albicans</i> .....	102
Tabel 37. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Staphylococcus aureus</i> . ....	102
Tabel 38. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Staphylococcus aureus</i> .....	103
Tabel 39. Hasil Uji Post Hoc <i>Staphylococcus aureus</i> .....	104
Tabel 40. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	104
Tabel 41. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	105
Tabel 42. Hasil Uji Post Hoc <i>Streptococcus pyogenes</i> .. ..	106
Tabel 43. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	106
Tabel 44. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	107
Tabel 45. Hasil Uji <i>Mann Whitney Pseudomonas aeruginosa</i> .....	108
Tabel 46. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas <i>Candida albicans</i> .....	109
Tabel 47. Hasil Uji Analisis One Way Anova <i>Candida albicans</i> .....	110
Tabel 48. Hasil <i>Mann Whitney Candida albicans</i> .....	110
Tabel 49. Hasil dan Kategori Uji Daun Bakau Terhadap Mikroba Uji.. ..	111
Tabel 50. Hasil dan Kategori Uji Kulit Batang Bakau Terhadap Mikroba Uji.....	111

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Bakau ( <i>Rhizophora apiculata</i> ).....	11
Gambar 2. Struktur Saponin.....	12
Gambar 3. Struktur Flavanoid.....	14
Gambar 4. Struktur Tanin .....	16
Gambar 5. Struktur Alkaloid.....	17
Gambar 6. Struktur Steroid .....	18
Gambar 7. Morfologi <i>Staphylococcus aureus</i> .....	27
Gambar 8. Koloni bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> pada media MSA.....	29
Gambar 9. Morfologi <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	30
Gambar 10. Koloni bakteri <i>Streptococcus pyogenes</i> pada media MSA .....	32
Gambar 11. Morfologi <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	33
Gambar 12. Koloni bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> pada media NAP.....	35
Gambar 13. Morfologi <i>Candida albicans</i> .....	36
Gambar 14. Koloni <i>Candida albicans</i> .....	37
Gambar 15. Kerangka teori.....	46
Gambar 16. Kerangka pusat.....	47
Gambar 17. Diagram Alur.....	57
Gambar 18. Diagram Alur Pembuatan Ekstrak.....	47
Gambar 19. Diagram Alur Identifikasi Mikroba.....	57
Gambar 20. Hasil Diameter Zona Hambat Daun Bakau <i>Staphylococcus aureus</i> .....	82
Gambar 21. Hasil Diameter Zona Hambat Daun Bakau <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	82
Gambar 22. Hasil Diameter Zona Hambat Daun Bakau <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ... ..	83
Gambar 23. Hasil Diameter Zona Hambat Daun Bakau <i>Candida albicans</i> .....	83
Gambar 24. Hasil Diameter Zona Hambat Kulit Bakau <i>Staphylococcus aureus</i> .....	88

Gambar 25. Hasil Diameter Zona Hambat Kulit Bakau <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	88
Gambar 26. Hasil Diameter Zona Hambat Kulit Bakau <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ...	89
Gambar 27. Hasil Diameter Zona Hambat Kulit Bakau <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ...	89
Gambar 28. Reaksi pada Uji Alkaloid .....	120
Gambar 29. Reaksi pada Uji Flavanoid .....	121
Gambar 30. Reaksi pada Uji Saponin .....	121
Gambar 31. Reaksi pada Uji Tanin .....	122
Gambar 32. Reaksi pada Uji Steroid .....	122
Gambar 33. Struktur Dinding Sel Bakteri gram negatif .....	128
Gambar 34. Struktur Dinding Sel Bakteri gram positif .....	129
Gambar 35. Struktur Dinding Sel Jamur <i>Candida albicans</i> .....	130

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Etik Penelitian.....	153
Lampiran 2. Surat Hasil Determinasi Tanaman.....	154
Lampiran 3. Surat Hasil Fitokimia Tanaman.....	156
Lampiran 4. Surat Keterangan Identitas Mikroba	158
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....	162
Lampiran 6. Hasil Analisis Univariat dan Bivariat.....	173

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi bahan alam yang sangat besar, terutama dalam hal keanekaragaman tumbuhan. Indonesia dikenal sebagai *mega center* keanekaragaman hayati (*biodiversity*) ke dua setelah Brazil di dunia yang terdiri dari tumbuhan tropis dan biota laut. Dari 30.000 jenis tumbuhan yang ada di Indonesia, sekitar 7.000 jenis dapat dimanfaatkan sebagai tanaman obat. Dari jumlah tersebut, 5.000 jenis tumbuhan telah digunakan secara tradisional sebagai obat-obatan herbal dan 63 jenis tumbuhan telah diidentifikasi dan diolah sebagai obat herbal terstandar. Selain itu, ada juga 24 jenis tumbuhan yang telah dijadikan fitofarmaka, yaitu obat-obatan herbal yang telah diuji keamanan dan efektivitasnya secara ilmiah (Amir & Abna, 2022).

Penggunaan tanaman sebagai obat telah dilakukan sejak zaman dahulu dengan metode *trial and error* digunakan untuk mengidentifikasi tanaman dengan efek menguntungkan. Sebagai hasilnya, penggunaan tanaman obat telah berkembang dari generasi ke generasi dengan pengetahuan yang ditransmisikan secara turun-temurun. Tanaman obat juga diakui secara luas sebagai obat tradisional dengan nilai dan keefektifan dalam perawatan kesehatan serta sekitar 10% dari semua tanaman vaskular digunakan sebagai tanaman obat (Salmerón-Manzano *et al.*, 2020).

Penggunaan sumber tanaman sebagai titik awal dalam pengembangan obat memiliki beberapa keuntungan spesifik. Penggunaan tanaman sebagai obat tradisional juga semakin banyak diminati oleh masyarakat karena telah terbukti bahwa obat yang berasal dari tanaman dibandingkan dengan obat yang mengandung bahan kimia lebih aman dan tidak menimbulkan efek samping (Lestari, 2016). Selain itu, pendekatan ini dapat mengarah pada pengembangan molekul baru melalui sintesis atau modifikasi semi sintetik untuk mengatasi keterbatasan yang melekat pada senyawa asli. Sumber daya alam sebagai titik awal memberikan peluang untuk memperoleh isolat asli yang menjadi kandidat obat potensial (Katiyar *et al.*, 2015). Meskipun banyak tanaman yang bisa digunakan untuk bahan obat namun masyarakat Indonesia belum memanfaatkan sepenuhnya (Dewantari *et al.*, 2018). Tanaman yang memiliki khasiat sebagai bahan obat salah satunya yaitu tanaman bakau (*Rhizophora apiculata*) (Wardina & Mustofa, 2023).

*Rhizophora apiculata* adalah sejenis bakau yang tumbuh subur di daerah muara sungai dengan lumpur lembut (Syahrial, 2019). *Rhizophora apiculata*, atau tanaman bakau minyak dikenal memiliki senyawa aktif biologis karena kemampuannya untuk hidup dalam lingkungan yang toleran terhadap garam. Tumbuhan ini mengandung banyak senyawa yang baik untuk tubuh seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin, dan tanin. Bagian-bagian tanaman bakau termasuk akar, daun, batang, dan kulit batang dapat digunakan sebagai bahan obat karena mengandung zat aktif antimikroba, antimalaria dan antioksidan (Berawi & Marini, 2018). Dalam penelitian yang dilakukan disebutkan bahwa ekstrak daun *Rhizophora apiculata* dalam pelarut *n*-heksan, etil asetat, dan etanol memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba (Syawal *et al.*, 2019). Selain itu, karena tumbuhan ini tersebar luas di Indonesia sehingga sangat berpotensi digunakan sebagai bahan dasar dalam industri ke farmasian (Paputungan *et al.*, 2014).

Antimikroba merupakan bahan yang dapat menghambat atau membunuh dengan bermacam-macam cara aktivitas mikroorganismenya. Antimikroba dapat berupa antibakteri, antijamur, antivirus, dan antiprotozoa (Kemenkes, 2021). Antimikroba terbagi menjadi dua jenis yaitu bakteriostatik yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri dan bakterisidal yang memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri (Magani *et al.*, 2020). Mikroba yang dikenal dapat menyebabkan infeksi kulit diantaranya *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* (Azizah *et al.*, 2020). *Staphylococcus aureus* merupakan jenis bakteri gram positif dimana dapat hidup sebagai komensal, yaitu secara normal ada pada tubuh tanpa menyebabkan penyakit namun juga dapat menjadi patogen oportunistik. *Staphylococcus aureus* umumnya mengkolonisasi kulit dan selaput lendir pada manusia (Jayanthi *et al.*, 2020). *Streptococcus pyogenes* adalah jenis bakteri gram positif yang memiliki sifat infeksius yang sangat spesifik pada manusia. Di hidung dan kulit manusia, keberadaan bakteri ini dapat berkolonisasi dan menyebabkan beberapa penyakit, seperti infeksi kulit, endokarditis, bakteremia, pneumonia, meningitis, osteomyelitis, sepsis, serta sindrom *toxic shock* (Mustika *et al.*, 2014). *Pseudomonas aeruginosa* adalah jenis bakteri gram negatif bentuk basil. Bakteri ini termasuk patogen oportunistik yang mengembangkan infeksi melalui kerusakan pada sistem pertahanan tubuh inang untuk memulai infeksi. Bakteri ini dapat menyebabkan komplikasi yang berpotensi mengancam nyawa pada pasien dengan kondisi yang melemahkan sistem kekebalan tubuh (Jawetz *et al.*, 2016). *Candida albicans* adalah mikroorganismenya yang umumnya ditemukan sebagai flora normal pada berbagai bagian tubuh manusia, termasuk kulit, rongga mulut, membran mukosa, saluran pencernaan, vagina dan saluran pernapasan (Makhfirah *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ekstrak daun *Rhizophora apiculata* mengandung senyawa metabolit sekunder saponin, tanin, flavanoid dan terpenoid yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri patogen yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* dengan kategori diameter zona hambat sedang (Syawal *et al.*, 2020). Menurut Kurniawan, (2021) *Rhizophora apiculata* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Edwardsiella tarda* mulai dari konsentrasi 1000 ppm dengan daya hambat yang terbentuk tergolong kategori sedang. Menurut (Rohaeti *et al.*, 2010), hampir semua tanaman *Rhizophora sp.* memiliki senyawa antibakteri yang terkandung seperti alkaloid, saponin, flavonoid dan tanin. Alkaloid mempunyai mekanisme kerja sebagai antibakteri yaitu dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga menyebabkan kematian sel tersebut dikarenakan lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh (Azizah *et al.*, 2014). Flavonoid juga memiliki kemampuan membentuk senyawa kompleks dengan protein di luar sel untuk merusak membran sel bakteri (Sari *et al.*, 2021). Saponin bertindak sebagai antibakteri bereaksi dengan porin (protein transmembran) di membran luar dinding sel bakteri yang mengakibatkan rusaknya porin dengan membentuk ikatan polimer yang kuat. Sedangkan tanin mengadakan *complex* hidrofobik dengan protein, menginaktivasi enzim dan protein transport sehingga pertumbuhan bakteri terganggu (Rahmawati *et al.*, 2020).

Dengan potensi bahan alam di Indonesia yang sangat besar terutama dalam hal keanekaragaman tumbuhan menjadikan peluang penggunaan tanaman sebagai obat yang lebih menyehatkan dan tanpa menimbulkan efek samping dibandingkan dengan obat-obatan yang mengandung bahan kimia. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut menyatakan tanaman bakau (*Rhizophora apiculata*) berpotensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan senyawa-senyawa yang terkandung didalamnya. Namun hingga saat ini, belum banyak ditemukan data yang menunjukkan pengaplikasian ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang



bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* sehingga penulis tertarik untuk menguji aktivitas antimikroba terhadap daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*).

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Apa kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*)?
2. Apa kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*)?
3. Apakah terdapat aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* ?
4. Apakah terdapat aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* ?
5. Berapa konsentrasi dari ekstrak etanol 96% daun (*Rhizophora apiculata*) yang mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* ?
6. Berapa konsentrasi dari ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) yang mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

#### 1.3.1 Tujuan Umum

1. Mengetahui senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*).
2. Mengetahui senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*).
3. Mengetahui aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*) dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.
4. Mengetahui aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.
5. Mengetahui konsentrasi dari ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*) yang mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.
6. Mengetahui konsentrasi dari ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) yang mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

#### 1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Sebagai informasi dasar mengetahui potensi yang terkandung di dalam daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) sebagai antimikroba terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*,

*Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* supaya bisa dilakukan penelitian lebih lanjut.

#### **1.4.2 Manfaat Bagi Pendidikan dan Masyarakat**

Untuk memberikan informasi terhadap potensi yang terkandung di dalam daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) sebagai antimikroba terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

#### **1.4.3 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi**

Sebagai sumber ilmu tambahan terhadap potensi yang terkandung di dalam daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) sebagai antimikroba terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum Bakau (*Rhizophora apiculata*)**

##### **2.1.1 Definisi Bakau (*Rhizophora apiculata*)**

*Rhizophora apiculata* adalah salah satu jenis pohon bakau yang sering ditemukan di daerah muara sungai dimana saat pasang normal tanah tergenang dan berlumpur halus. Tumbuhan ini merupakan spesies yang dominan di suatu wilayah atau lingkungan yang seragam. Tanaman ini biasanya tumbuh di perairan pasang surut yang dipengaruhi oleh aliran air tawar yang kuat. Meskipun pertumbuhannya lambat, pohon ini memiliki bunga yang mekar sepanjang tahun. Dengan tinggi mencapai 15 meter, *Rhizophora apiculata* memiliki akar tunjang dan daun tunggal yang bersilangan. Daunnya berbentuk elips menyempit dengan panjang sekitar 9-18 cm (Syahril, 2019). *Rhizophora apiculata* telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir Indonesia karena kaya akan berbagai bahan aktif yang bermanfaat. Berbagai zat bermanfaat ini dapat ditemukan dalam berbagai bagian tanaman ini, termasuk daun, batang, akar, dan bagian lainnya (Mustofa *et al.*, 2022).

*Rhizophora apiculata* memiliki potensi dalam bidang biologis, ekologis, dan medis. Sebagai pengobatan tradisional, tumbuhan ini digunakan untuk mengatasi masalah seperti pelangsing, antidiare, dan antimuntah (Haryoto & Frista, 2019). Beberapa penelitian juga

menunjukkan bahwa ekstrak dari *Rhizophora apiculata* memiliki berbagai aktivitas farmakologi yang menguntungkan termasuk sebagai antifungi, antibakteri, antiseptik, antiradang, dan antiulcer (Sormin *et al.*, 2021). Ekstrak metanol dan butanol dari *Rhizophora apiculata* menunjukkan aktivitas antimikroba dan antioksidan yang sangat efektif berdasarkan hasil berbagai tes *in vitro*. Adanya senyawa fenol dan flavonoid dalam ekstrak pelarut *Rhizophora apiculata* dapat berperan penting dalam aktivitas antimikroba dan antioksidan yang teramati dalam uji laboratorium tersebut (Ramalingam & Rajaram, 2018). Aktivitas ekstrak etanol daun *Rhizophora apiculata* terhadap jamur *Aspergillus niger* menunjukkan hasil sebesar 15 mm. Ukuran ini mengindikasikan zona hambat, yang menunjukkan bahwa ekstrak etanol memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *Aspergillus niger* (Seepana *et al.*, 2016). Ekstrak daun *Rhizophora apiculata* juga memiliki kemampuan potensial dalam menghambat *Listeria monocytogenes* yang termasuk bakteri gram positif (Dewanto *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pemberian ekstrak kulit batang bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) dapat memberikan perlindungan arteri koronaria pada tikus putih jantan galur *Sprague Dawley* yang terpapar asap rokok (Mustofa *et al.*, 2019). Ekstrak metanol, etanol dan *n*-heksana dari kulit batang *Rhizophora apiculata* memiliki efek perlindungan yang setara terhadap kerusakan jantung pada tikus yang terpapar asap rokok. Ketiga ekstrak ini memiliki efek yang sebanding dengan pemberian vitamin C sebanyak 9 mg/KgBB/hari (Mustofa & Yasminanindita Fahmi, 2021). Selain itu, ekstrak etanol dari *Rhizophora apiculata* memiliki efek perlindungan terhadap struktur histologi hepar pada tikus putih jantan galur *Sprague Dawley* yang terkena asap rokok (Mustofa & Anisya, 2020).

### 2.1.2 Taksonomi Bakau (*Rhizophora apiculata*)

Menurut (Kalumurthi, 2014) Klasifikasi *Rhizophora apiculata* berdasarkan tingkatan taksonominya yaitu sebagai berikut:

**Tabel 1.** Klasifikasi *Rhizophora apiculata*

Taksonomi <i>Rhizophora apiculata</i>	
Kingdom	Plantae
Sub Kingdom	Tracheobionta
Divisi	Spermathopyta
Kelas	Magnoliopsida
Ordo	Malpighiales
Famili	Rhizophoraceae
Genus	Rhizophora
Spesies	<i>Rhizophora apiculata</i>

### 2.1.3 Morfologi Bakau (*Rhizophora apiculata*)

*Rhizophora apiculata* umumnya ditemukan di zona intertidal di wilayah Indo-Pasifik Barat dan Atlantik-Pasifik Timur, termasuk di Indonesia. Tumbuhan ini mampu tumbuh hingga mencapai 30 meter dengan diameter batang mencapai 50 cm. Akar khasnya dapat mencapai 5 meter, sistem perakarannya yaitu akar nafas dengan cabang-cabang yang keluar dari batang. Ranting dan daunnya memiliki warna hijau tua dan hijau muda di bagian tengah, serta kemerahan di bagian bawah. Batang *Rhizophora apiculata* memiliki karakteristik kayu yang keras dan kulit kayu berwarna abu-abu tua (Mutiara *et al.*, 2022). Gambar dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini :



**Gambar 1.** Bakau (*Rhizophora apiculata*)

Sumber : <https://eol.org/pages/482361>

Struktur pohon bakau ini yaitu buah, bunga, daun dan batang yang mempunyai manfaatnya masing-masing (Ambinari *et al.*, 2015). Secara morfologi, *Rhizophora apiculata* memiliki diameter ranting berkisar antara 0,3 hingga 0,9 cm. Sedangkan daunnya memiliki panjang tangkai daun sekitar 1 hingga 2,5 cm, dengan jarak antar tangkai daun sekitar 0,1 hingga 5 cm. Daunnya memiliki tata letak yang berhadapan bersilangan dengan bentuk daun yang menjorong. Panjang daunnya berkisar antara 8,5 hingga 11,5 cm, sedangkan lebarnya berkisar antara 3,3 hingga 5 cm. Ujung daunnya meruncing, pangkalnya menirus, permukaan daun halus pada bagian atas, sedangkan permukaannya kasar. Tepi daunnya bergigi, dan tulang daunnya menyirip. Sekitar 43 hingga 60 jumlah cabang tulang daunnya, dengan derajat kemiringan cabang tulang daun sekitar 60° hingga 70°. Tipe bunganya yaitu bunga majemuk, dengan jumlah kelopak bunga sekitar 4. Memiliki warna kelopak bunga cenderung hijau kekuningan (Syahrial, 2019). *Rhizophora apiculata* memiliki akar nafas dengan cabang-cabang yang keluar dari batang (Mustika *et al.*, 2014).

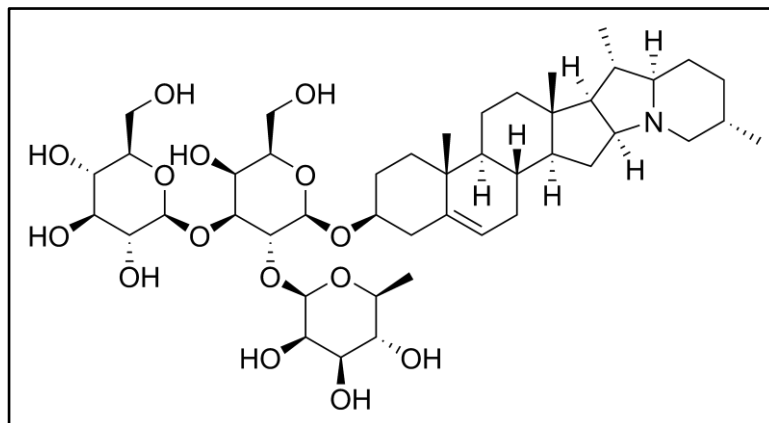
#### 2.1.4 Kandungan daun dan kulit batang Bakau (*Rhizophora apiculata*)

Senyawa bioaktif yang ditemukan dalam ekstrak kulit batang *Rhizophora apiculata* meliputi tanin, flavonoid, saponin, dan steroid yang memiliki potensi efek kesehatan yang berbeda seperti sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba, dan antiseptik (Mutiara *et al.*, 2022). Sedangkan pada ekstrak daun *Rhizophora apiculata* mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, tanin, steroid dan saponin (Akasia *et al.*, 2021). Uji fitokimia kualitatif yang dilakukan pada penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan metanol kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) mengandung saponin, steroid, terpenoid, alkaloid, dan flavonoid. Ekstrak *n*-heksana kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) mengandung saponin dan steroid (Mustofa & Yasminanindita, 2021) .

##### 1. Saponin

Saponin adalah jenis glikosida dengan aglikon (bagian non-gula) yang terdiri dari steroid atau triterpenoid. Saponin memiliki beberapa kelompok gula atau glikosil, yang terikat pada posisi C3. Namun, beberapa saponin memiliki dua rantai gula terikat pada posisi C3 dan C17 juga. Dalam struktur saponin, aglikon steroid atau triterpenoid bertindak sebagai inti hidrofobik yang larut dalam lemak sementara rantai gula memberikan karakter hidrofilik yang larut dalam air. Inilah yang memberikan sifat-sifat khusus pada saponin, seperti kemampuan membentuk busa dan memperoleh aktivitas detergen (Anggraeni *et al.*, 2023). Hal ini bisa dilihat pada gambar 2.





**Gambar 2.** Struktur Saponin (ChemBioDraw, Lorent *et al.*, 2014)

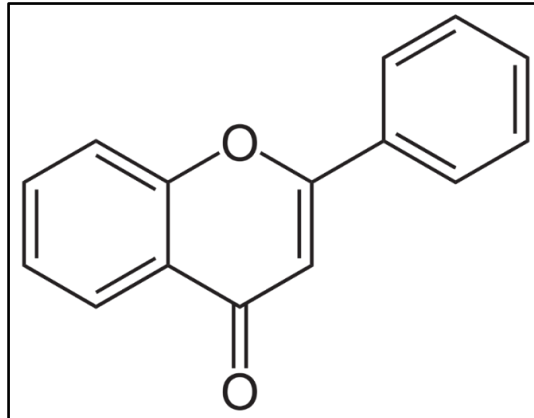
Saponin memiliki berbagai efek yang telah terbukti termasuk sebagai antimikroba dan perlindungan terhadap serangan serangga pada tanaman. Selain itu, saponin juga memiliki sifat menurunkan kolesterol, bersifat antioksidan, antivirus, dan anti-karsinogenik. Saponin juga dapat memengaruhi fermentasi rumen (Jovie *et al.*, 2015). Senyawa ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan aktivitas reseptor TGF- $\beta$  yang berinteraksi dengan fibroblas. Saponin juga memiliki efek antiinflamasi dan antifungal dengan cara merusak dinding sel jamur (Lorent *et al.*, 2014). Penelitian menggunakan metode *well diffusion test* juga mengindikasikan bahwa saponin memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri dan jamur (Ahmed *et al.*, 2015).

Saponin memiliki mekanisme sebagai antibakteri dengan bereaksi dengan porin, yaitu protein transmembran yang terdapat pada membran luar dinding sel bakteri. Reaksi ini membentuk ikatan polimer yang kuat akhirnya menyebabkan kerusakan pada porin. Rusaknya porin mengakibatkan penurunan permeabilitas membran sel bakteri, sehingga nutrisi sulit masuk ke dalam sel. Hal ini menghambat pertumbuhan bakteri atau bahkan menyebabkan kematian bakteri. Selain itu, saponin juga mengandung zat lain seperti fenol yang dapat merusak membran sel menyebabkan denaturasi protein, dan menginaktifkan enzim lisozim. Dampak

dari proses ini adalah penurunan tegangan permukaan sel dinding bakteri yang akhirnya mengakibatkan kematian sel (Rahmawati *et al.*, 2020).

## 2. Flavanoid

Flavonoid adalah sejenis polifenol yang dikelompokkan berdasarkan struktur kimia dan cara pembentukannya dalam proses biosintesis (Seleem *et al.*, 2017). Flavonoid adalah senyawa polifenol yang terdiri dari 15 atom karbon dan memiliki struktur C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, yang dimana terdiri dari dua cincin benzena tersubstitusi yang terhubung oleh rantai alifatik tiga karbon. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3. Flavonoid bekerja sebagai antioksidan eksogen dengan cara menstabilkan elemen radikal bebas melalui kemampuan mereka dalam mendonorkan atom hidrogen. Selain itu, flavonoid juga menghambat enzim yang memproduksi radikal bebas seperti enzim *xanthine oxidase*, *lipxygenase*, dan *cyclooxygenase*, serta memperkuat enzim antioksidan endogen seperti enzim *glutathione S-transferase*. Hal ini menjadikan flavonoid sebagai senyawa yang berperan penting dalam melindungi sel dan jaringan tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh stres oksidatif (Caesario *et al.*, 2019). Flavonoid dikelompokkan menjadi beberapa kategori seperti flavonol, flavon, flavanone, katekin, kalkon, dan antosianin. Pembagian kelompok flavonoid didasarkan pada perbedaan struktur, terutama substitusi karbon pada gugus aromatik pusat, menentukan pembagian kelompok flavonoid, yang menyebabkan variasi aktivitas farmakologi yang dihasilkan (Wang *et al.*, 2018).



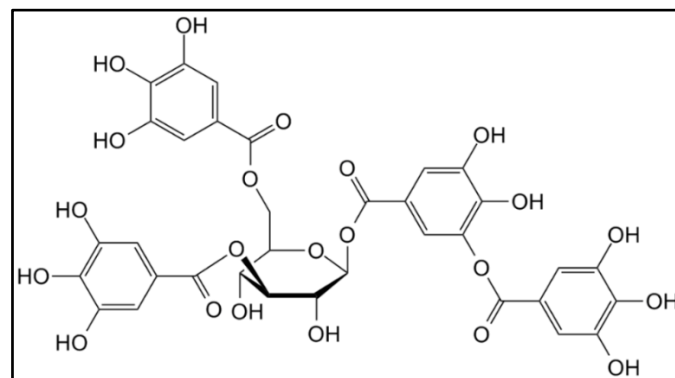
**Gambar 3.** Struktur Flavonol (ChemBioDraw, Abdi Redha, 2014)

Flavonoid merupakan senyawa alami ditemukan banyak dalam tumbuhan dan makanan, memiliki potensi dalam mengobati berbagai penyakit seperti infeksi bakteri, antioksidan, kanker, peradangan, dan masalah kardiovaskular. Selain itu, flavonoid juga memiliki kemampuan antioksidan yang dapat mencegah kerusakan akibat radikal bebas. Hal ini disebabkan oleh kemampuan flavonoid untuk mengalami metilasi, yang meningkatkan perannya dalam bidang obat-obatan (Arifin *et al.*, 2018).

Menurut (Mirzoeva *et al.*, 2015) Flavonoid ditemukan dalam beberapa tumbuhan dan memiliki sifat antibakteri, di mana flavonoid dapat menghambat motilitas bakteri dan menyebabkan energi transduksi pada membran sitoplasma bakteri. Mekanisme lain dari flavonoid adalah melibatkan gugus hidroksil pada strukturnya. Gugus hidroksil ini menyebabkan perubahan pada komponen organik dan transportasi nutrisi yang pada akhirnya menghasilkan efek toksik terhadap bakteri. Mekanisme kerja flavonoid sebagai agen antibakteri juga dalam melibatkan pembentukan senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler, yang mengganggu keutuhan membran sel bakteri. Dengan cara ini, flavonoid dapat mendenaturasi protein sel bakteri dan menyebabkan kerusakan pada membran sel yang tidak dapat diperbaiki (Rahmawati *et al.*, 2020).

### 3. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol dengan berat molekul yang sangat besar yaitu lebih dari 1000 g/mol serta dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein. Tanin memiliki struktur yang terdiri dari cincin benzena (C6) yang terikat dengan gugus hidroksil (-OH). Senyawa ini memiliki kemampuan sebagai antioksidan biologis karena berperan sebagai pengendap protein dan pengikat logam (Noer *et al.*, 2018). Tanin adalah senyawa dengan berat molekul antara 500 hingga 3000 dan memiliki banyak gugus hidroksi fenolik. Gugus-gugus ini memungkinkan tanin untuk membentuk ikatan silang yang efektif dengan protein dan molekul lain seperti polisakarida, asam amino, asam lemak, dan asam nukleat (Fahey & Berger, 1988).



**Gambar 4.** Struktur Tanin (ChemBioDraw, Noer *et al.*, 2018)

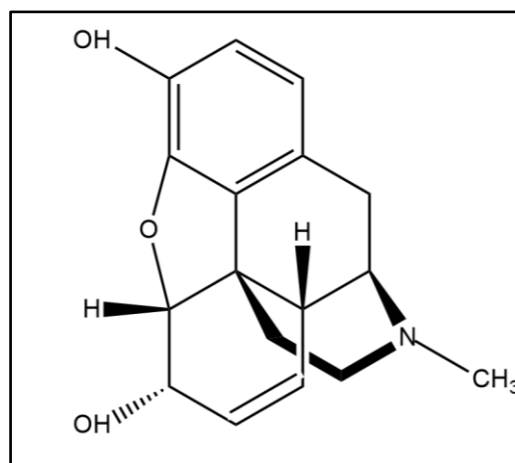
Tanin merupakan senyawa metabolit sekunder yang mempunyai berbagai manfaat yaitu sebagai

astringen, agen antidiare, anti bakteri, serta antioksidan (Malangngi *et al.*, 2014). Dalam fungsinya sebagai antibakteri tanin menghambat kerja enzim *reverse transcriptase* dan DNA *topoisomerase* bakteri. Hal ini mengakibatkan bakteri tidak dapat memperbanyak diri secara efisien, sehingga membantu mencegah infeksi pada area luka (Makatamba *et al.*, 2020). Tanin dapat menghambat pertumbuhan

mikroorganisme patogen dengan membentuk kompleks dengan protein dan mengganggu ketersediaan ion logam yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Mustofa *et al.*, 2020). Selain itu sebagai antibakteri tanin dapat menyebabkan pengerutan dinding sel, yang mengganggu permeabilitas dinding sel dan menghentikan perkembangan bakteri bahkan dapat menyebabkan kematian bakteri (Rahmawati *et al.*, 2020).

#### 4. Alkaloid

Alkaloid adalah senyawa alami yang mengandung nitrogen dan memiliki aktivitas biologis yang penting. Umumnya, alkaloid bersifat basa, yaitu dapat menerima proton ( $H^+$ ) dari asam dan membentuk ion positif. Tetapi ada beberapa senyawa yang mengandung nitrogen dari tumbuhan yang tidak bersifat basa. Struktur alkaloid sangat beragam, tetapi sebagian besar memiliki struktur nitrogen heterosiklik yang kompleks. Ini berarti, struktur alkaloid terdiri dari cincin karbon dan nitrogen yang terhubung secara kovalen membentuk struktur yang rumit dan beragam (Saeful Amin *et al.*, 2021).

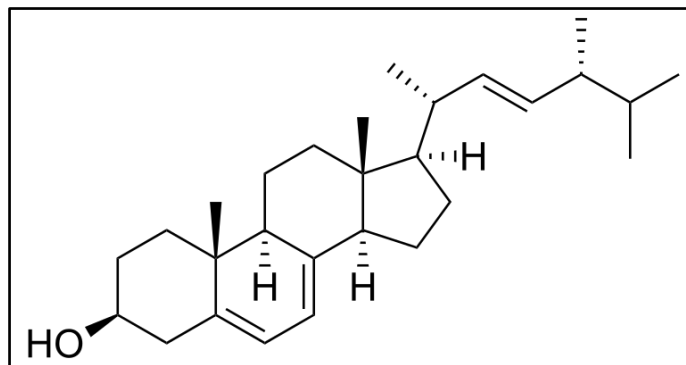


**Gambar 5.** Struktur Morfin Alkaloid  
(ChemBioDraw, Amna & Halimatussakdiah, 2016)

Alkaloid adalah kelompok substansi sekunder yang paling banyak ditemukan dalam tumbuhan. Beberapa senyawa golongan alkaloid memiliki efek antidiare, antidiabetes, antimikroba, dan anti malaria. Namun sebagian alkaloid juga bersifat racun sehingga penting untuk mengidentifikasi senyawa golongan alkaloid yang memiliki manfaat yang jelas agar dapat dimanfaatkan secara aman dan efektif (Wink, 2008) . Senyawa ini berperan dalam melindungi tanaman dari serangga dan parasit, serta memiliki sifat antibakteri dengan mekanisme kerja yaitu dengan menghancurkan komponen peptidoglikan pada sel bakteri sehingga menyebabkan kerusakan struktur pada membran sel yang akhirnya mengakibatkan kematian sel bakteri (Kurniawan & Ferly, 2015). Alkaloid sebagai antibakteri memiliki mekanisme penghambatan dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri (Anggaraini, Choirun, *et al.*, 2019).

#### 5. Steroid

Steroid adalah kelompok senyawa terpenoid lipid yang terkenal dengan memiliki empat cincin kerangka karbon yang menyatu. Struktur senyawa steroid sangat beragam dan kompleks, dengan perbedaan yang disebabkan oleh adanya gugus fungsi teroksidasi yang terikat pada cincin karbon dan oksidasi pada cincin karbon juga (Nasrudin *et al.*, 2017). Steroid memiliki kerangka dasar spesifik yaitu kerangka 1,2-siklopentano perhidrofenantren, kerangka ini memberikan karakteristik yang membedakannya dari senyawa organik lainnya.

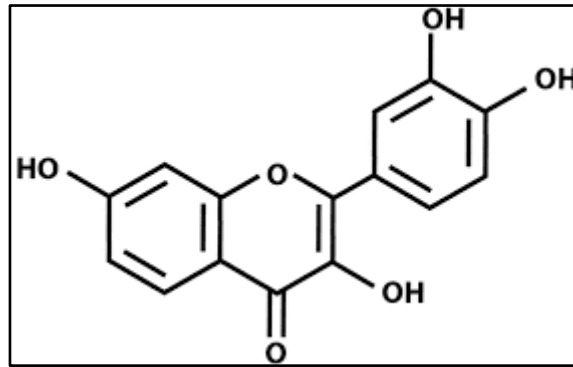


**Gambar 6.** Struktur Ergosterol (Steroid) (ChemBioDraw, Illing *et al.*, 2017)

Sebagian besar senyawa steroid memiliki sifat bioinsektisida, antibakteri, antifungi, dan antidiabetes (Hidayah W. W. *et al.*, 2016). Mekanisme kerja steroid sebagai antibiotik bertindak melawan pertumbuhan bakteri terkait dengan mempengaruhi komponen steroid yang sensitif terhadap komponen lipid dalam membran sel. Steroid ini dapat berinteraksi dengan fosfolipid membran sel, yang memiliki sifat yang permeabel terhadap senyawa lipofilik. Akibatnya, steroid ini dapat mengganggu integritas membran sel yang berarti morfologi membran sel menurun dimana pada akhirnya menyebabkan lisis sel (Anggaraini *et al.*, 2019).

## 6. Terpenoid

Terpenoid terdiri dari unit isoprene dan dikategorikan berdasarkan jumlah unit isoprenenya. Isoprene, yang terdiri dari 5 atom karbon dengan rumus molekul  $(C_5H_8)_n$ , membentuk dasar struktural terpenoid melalui proses kondensasi. Kehadiran struktur siklik yang bersifat alkohol membuat senyawa ini cenderung memiliki sifat semipolar. Sebagian besar terpenoid berupa minyak atsiri yang ditemukan melimpah di alam, dan memiliki berbagai fungsi seperti sebagai sumber aroma, antibiotik, hormon, lipid dalam membran sel, pengusir atau penarik serangga, serta berperan sebagai mediator dalam proses transfer elektron, yang merupakan salah satu tahap penting dalam produksi energi pada proses respirasi dan fotosintesis.



Gambar 7. Struktur Terpenoid (ChemBioDraw, Illing *et al.*, 2017)

## 2.2 Ekstrak dan Ekstraksi Tanaman Obat

Ekstrak adalah sediaan kental yang didapat melalui proses ekstraksi senyawa aktif yang berasal dari bahan tanaman atau hewan memilih pelarut yang tepat. Proses ini melibatkan penggunaan pelarut untuk mengekstraksi senyawa aktif dari bahan mentah, dan kemudian pelarut tersebut diuapkan hingga tersisa massa atau serbuk yang memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Pembuatan ekstrak juga dikenal sebagai ekstraksi yaitu proses penyarian atau pemisahan senyawa aktif dari suatu bahan atau simplisia nabati atau hewani dengan menggunakan pelarut yang tepat. Metode ekstraksi dapat bervariasi tergantung pada sifat bahan dan tujuan ekstraksi tersebut (Depkes RI, 1995) .

Ekstraksi dari bahan tumbuhan meliputi sebagai berikut (Mukhriani, 2014).

1. Pengelompokan bagian tumbuhan (daun, batang, akar, dll), pengeringan dan penggilingan bagian tumbuhan
2. Pemilihan pelarut
3. Pelarut polar yang terdiri dari air, etanol, metanol dan lain-lain
4. Pelarut semipolar terdiri dari etil asetat, diklorometan, dan lain-lain
5. Pelarut nonpolar terdiri dari *n*-heksan, kloroform, petroleum eter, dan lain-lain.



Terdapat dua teknik ekstraksi yang umum digunakan, yaitu metode ekstraksi tanpa pemanasan dan metode ekstraksi dengan pemanasan. Teknik ekstraksi tanpa pemanasan meliputi metode maserasi dan perkolasi sedangkan teknik ekstraksi dengan pemanasan mencakup metode refluks, soxhletasi, digesti, dekokta, dan infudasi (Isnawati *et al.*, 2018).

#### 1. Cara dingin

Ekstraksi cara dingin adalah metode yang tidak melibatkan pemanasan dan digunakan khusus untuk bahan alami yang sensitif terhadap panas atau memiliki tekstur yang lembut, seperti daun dan bunga. Metode ini memiliki beberapa kelebihan seperti sederhana, tidak memerlukan peralatan yang rumit, dan relatif murah. Sedangkan kelemahannya yaitu waktu ekstraksi lebih lama dan penggunaan pelarut yang tidak efektif dan efisien (Kiswando, 2015).

##### a. Maserasi

Maserasi adalah metode ekstraksi yang sederhana dimana perendaman serbuk sampel dalam pelarut pada suhu kamar dan ditempatkan dalam suatu wadah tertutup. Ekstraksi dengan maserasi merupakan metode konvensional dengan cara dingin yang memiliki keuntungan utama yaitu peralatan yang dipakai sederhana dan tidak dipanaskan sehingga bahan alam tidak mengalami degradasi (Mawarda *et al.*, 2020). Setelah proses ekstraksi, kemudian pelarut dipisahkan dari serbuk sampel melalui penyaringan. Dalam proses maserasi untuk ekstrak cairan, bahan tanaman obat yang berupa seluruh bagian atau serbuk kasar dimasukkan ke dalam wadah tertutup yang berisi pelarut yang sesuai. Bahan tersebut kemudian dibiarkan dalam kontak dengan pelarut selama periode waktu tertentu dengan pengadukan yang sering. Tujuan dari pengadukan adalah untuk memastikan bahwa bahan terlarut larut secara efektif dalam pelarut (Tiwari *et al.*, 2014).

Prinsip kerja ini didasarkan pada kemampuan larutan penyari atau pelarut untuk memungkinkan zat aktif masuk ke dalam sel, dengan perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam dan di luar sel mendorong komponen aktif untuk mencapai titik kesetimbangan melalui proses difusi atau osmosis. Ini memungkinkan distribusi zat aktif di dalam sel dan di luar sel, yang berulang kali terjadi hingga mencapai keseimbangan konsentrasi antara dua jenis pelarut yang digunakan. Prinsip ini dapat diterapkan dalam berbagai proses biologis, termasuk transportasi zat-zat ke dalam dan keluar dari sel (Mukhriani, 2014). Faktor yang memengaruhi hasil ekstraksi termasuk waktu maserasi yang memiliki pengaruh signifikan. Semakin lama waktu maserasi, semakin lama juga bahan tersebut kontak dengan pelarut, yang dapat menyebabkan pecahnya dinding sel pada bahan dan mengeluarkan zat terlarut untuk larut ke dalam pelarut. Dalam jangka waktu yang lebih lama, jumlah bahan yang diekstrak juga akan meningkat karena ada lebih banyak kesempatan untuk kontak antara bahan dan pelarut, mencapai titik optimum. Namun, jika waktu maserasi terlalu lama melewati titik optimum, ini dapat merusak zat terlarut dalam bahan dan berpotensi menyebabkan kehilangan senyawa-senyawa dalam larutan karena penguapan (Widodo *et al.*, 2021).

b. Perkolasi

Perkolasi adalah sebuah metode ekstraksi yang selalu menggunakan pelarut baru sampai sempurna. Dimana metode ini dilakukan pada suhu kamar. Dalam metode perkolasi, serbuk sampel secara perlahan dibasahi dalam percolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas dan

dibiarkan menetes perlahan di bagian bawah. Kelebihan metode ini adalah sampel selalu dialiri oleh pelarut baru sedangkan kerugiannya yaitu pelarut akan sulit memjangkau seluruh area apabila sampel dalam percolator tidak homogen. Selain itu, perkolasi juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu (Mukhriani, 2014).

## 2. Cara panas

Metode ekstraksi panas adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengekstrak zat aktif dari tumbuhan secara berkelanjutan. Pada metode ini, cairan pelarut kontinu digunakan untuk mengekstrak zat aktif dari bahan simplisia. Cairan pelarut dipanaskan hingga menguap dan uapnya dikondensasikan kembali menjadi cairan oleh pendingin. Proses ini biasanya dilakukan tiga kali dalam waktu empat jam dan berlangsung terus menerus. Sampel dengan bahan kimia yang tahan panas dan tekstur yang keras, seperti biji, kulit, dan akar, biasanya diekstrak dengan metode ini (Kiswando, 2015).

### a. Refluks

Refluks merupakan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut pada suhu titik didihnya selama waktu tertentu, dengan jumlah pelarut yang terbatas tetapi relatif konstan, dan menggunakan pendingin balik (Endah, 2017).

### b. Soxhletasi

Sokletasi adalah metode ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru. Metode ini umumnya dilakukan dengan alat khusus yang menghasilkan ekstrak secara kontinu, dengan jumlah pelarut relatif konstan dan menggunakan pendingin balik (Endah, 2017).

### c. Digesti

Digesti adalah proses maserasi kinetik yang melibatkan pengadukan terus-menerus pada suhu yang lebih tinggi daripada suhu ruangan. Proses ini dilakukan pada suhu sekitar 40-50°C (Endah, 2017).

d. Dekokta

Dekokta merupakan suatu proses penyarian yang biasanya digunakan untuk mengekstrak zat aktif yang larut dalam air dari bahan nabati. Dekokta dilakukan pada suhu 90°C dan berlangsung selama 30 menit (Endah, 2017).

e. Infudasi

Dekok adalah suatu metode infus yang dilakukan dalam jangka waktu lebih lama dan pada suhu mendekati titik didih air, yaitu sekitar 90-100°C. Proses ini biasanya berlangsung selama 15 menit (Endah, 2017).

### 2.3 Pelarut

Pelarut merupakan zat yang digunakan sebagai media untuk melarutkan zat lain. Penentuan keberhasilan ekstraksi senyawa biologis aktif dari bahan tanaman sangat bergantung pada jenis pelarut yang digunakan dalam prosedur tersebut. Untuk ekstraksi tanaman, pelarut yang baik memiliki beberapa sifat yang diinginkan antara lain rendah toksisitas, mudah menguap pada suhu rendah, mendorong penyerapan fisiologis yang cepat dari ekstrak, memiliki sifat pengawet, dan tidak menyebabkan kompleksitas atau disosiasi pada ekstrak (Tiwari *et al.*, 2016).

Ada beberapa faktor yang memengaruhi pemilihan pelarut, termasuk jumlah fitokimia yang akan diekstraksi, kecepatan ekstraksi yang diinginkan, keragaman senyawa yang berbeda yang akan diekstraksi, keragaman senyawa penghambat yang mungkin diekstraksi, kemudahan

penanganan ekstrak yang akan digunakan selanjutnya, toksisitas pelarut dalam proses bioassay, dan potensi bahaya kesehatan dari ekstrak yang dihasilkan (Tiwari *et al.*, 2016). Berbagai pelarut yang digunakan dalam prosedur ekstraksi antara lain:

a. Air

Air merupakan pelarut universal yang digunakan untuk mengekstraksi produk tanaman dengan aktivitas antimikroba. Meskipun pengobatan tradisional sering menggunakan air sebagai pelarut, namun ekstrak tanaman dari pelarut organik telah ditemukan untuk memberikan aktivitas antimikroba lebih konsisten dibandingkan dengan ekstrak air. Selain itu, air juga melarutkan flavonoid, terutama antosianin yang tidak memiliki signifikansi antimikroba dan fenolat yang larut dalam air hanya berperan penting sebagai senyawa antioksidan (Tiwari *et al.*, 2016).

b. Etanol

Etanol atau yang sering disebut alkohol, adalah sebuah cairan transparan yang mudah terbakar, tidak berwarna, dan mudah menguap. Etanol dapat larut dalam air, eter, dan kloroform. Bahan ini biasanya dihasilkan melalui proses fermentasi karbohidrat menggunakan ragi, dan juga dikenal sebagai etil alkohol. Etanol atau etil alkohol ( $C_2H_5OH$ ) termasuk dalam kelompok hidroksil, yang memberikan polaritas pada molekulnya dan menyebabkan peningkatan ikatan hidrogen antarmolekul (Kunta Arsa & Achmad, 2020). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pelarut kloroform memiliki rendemen yang lebih rendah dibandingkan dengan pelarut etanol. Sifat polar dari etanol membuatnya menjadi pelarut yang sangat efektif dan serbaguna dalam proses ekstraksi awal. Kemampuan etanol untuk menembus membran sel memungkinkannya melakukan difusi ke dalam sel dengan lebih efisien, sehingga senyawa bioaktif dapat diekstraksi dengan lebih cepat (Yulianti *et al.*, 2020). Etanol sering digunakan

dalam ekstraksi sampel tumbuhan karena memiliki kemampuan untuk larutkan berbagai jenis zat, termasuk yang bersifat polar, semi polar, dan non polar (Widodo *et al.*, 2021).

Etanol memiliki kelarutan yang relatif tinggi dan bersifat inert, sehingga tidak bereaksi dengan komponen lainnya. Etanol memiliki banyak alasan yang membuat penggunaannya sangat luas. Salah satunya adalah karena etanol memiliki tingkat toksisitas yang relatif rendah jika dibandingkan dengan aseton dan metanol. Selain itu, penggunaan etanol juga disebabkan oleh biaya yang lebih murah, fleksibilitas dalam berbagai metode ekstraksi, serta keamanannya dalam penggunaan pada ekstrak yang akan dijadikan obat-obatan dan makanan. Selain alasan-alasan tersebut, etanol juga digunakan secara luas karena merupakan pelarut yang mudah didapatkan, efisien, aman untuk lingkungan, dan memiliki kemampuan ekstraksi yang tinggi (Hakim Rakhman & Saputri, 2020).

c. *n*-Heksan

*n*-heksana adalah sejenis hidrokarbon alkana rantai lurus yang terdiri dari 6 atom karbon dengan rumus molekul  $C_6H_{14}$ . Isomer *n*-heksana memiliki sifat yang tidak reaktif dan sering digunakan sebagai pelarut inert dalam reaksi organik karena sifat nonpolar yang dimilikinya. *n*-heksana biasanya diperoleh melalui proses penyulingan minyak mentah, di mana fraksi yang mendidih pada suhu 65-70 °C digunakan sebagai produk industri *n*-heksana. *n*-heksana umumnya digunakan sebagai pelarut untuk mengekstrak minyak dan lemak dengan sifat polaritas yang serupa. Sebagai pelarut, *n*-heksana efektif dalam mengekstraksi senyawa-senyawa yang bersifat nonpolar. Pada kondisi standar, *n*-heksana merupakan cairan tak berwarna yang tidak larut dalam air (Kunta Arsa & Achmad, 2020).

d. Aseton

Aseton merupakan pelarut yang mampu melarutkan banyak komponen hidrofilik dan lipofilik dari dua tanaman yang digunakan. Aseton juga larut dengan air, mudah menguap, dan memiliki toksisitas rendah terhadap bioassay yang digunakan. Hal ini menjadikan aseton sebagai ekstrak yang sangat berguna, terutama dalam studi antimikroba di mana diperlukan lebih banyak senyawa fenolik yang diekstraksi (Tiwari *et al.*, 2016).

e. Kloroform

Terpenoid lakton telah diekstraksi secara berurutan menggunakan tiga pelarut yaitu heksana, kloroform, dan metanol. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa fraksi kloroform memiliki konsentrasi aktivitas tertinggi. Tanin dan terpenoid terkadang ditemukan dalam fase air, tetapi lebih sering diperoleh melalui ekstraksi menggunakan pelarut (Tiwari *et al.*, 2016).

f. Eter

Untuk mengekstrak asam lemak dan kumarin, eter biasanya digunakan dengan selektif (Tiwari *et al.*, 2016).

## 2.4 Mikroba

Mikroba merupakan organisme kecil yang meliputi bakteri, fungi, dan virus. Selain berinteraksi dengan spesies sejenisnya, mikroba juga berinteraksi dengan manusia, hewan, dan tumbuhan. Dalam interaksinya dengan manusia, beberapa mikroba dapat memberikan manfaat, sementara yang lain bersifat merugikan. Mikroba yang merugikan, sering disebut sebagai mikroba patogen memiliki potensi untuk menyebabkan penyakit pada manusia. Untuk menghambat atau mengurangi aktivitas mikroba patogen tersebut diperlukan zat antimikroba (Hermanto *et al.*, 2018). Mikroorganisme dalam ekosistem umumnya berperan sebagai produsen, konsumen, atau reducen. Jasad produsen berfungsi untuk

menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi dari sinar matahari melalui proses fotosintesis. Beberapa contoh mikroorganisme produsen termasuk alga dan bakteri fotosintetik. Sementara itu, jasad konsumen menggunakan bahan organik yang dihasilkan oleh produsen sebagai sumber makanan mereka. Contohnya, protozoa merupakan mikroorganisme konsumen yang memakan bahan organik yang dihasilkan oleh produsen. Jasad redusen berperan dalam mendekomposisi bahan organik dan sisa-sisa organisme mati menjadi unsur-unsur kimia, sehingga menghasilkan mineralisasi bahan organik dan memungkinkan terjadinya siklus unsur kimia di alam. Contoh mikroorganisme redusen termasuk bakteri dan jamur (fungi) (Suryani & Taupiqurrahman, 2021).

Sebagai mikroorganisme, bakteri adalah salah satu bentuk kehidupan pertama yang muncul di bumi dan sebagian besar habitatnya ditemukan di dunia. Kata bakteri berasal dari bahasa latin yaitu "*bacterium*" berarti kelompok organisme yang tidak memiliki inti sel. Biasanya memiliki panjang beberapa mikrometer, memiliki sejumlah bentuk mulai dari bentuk batang sampai ke bentuk bola dan spiral (Effendi, 2020). Menurut reaksinya terhadap pewarnaan gram terbagi menjadi bakteri gram positif dan gram negatif. Perbedaan antara kelompok ini ditunjukkan oleh perbedaan dinding sel. Bakteri gram positif memiliki dinding sel yang sangat kaku karena lapisan peptidoglikan yang tebal dan kaku. Lapisan dan ketebalan peptidoglikan membuat bakteri gram positif tahan terhadap lisis osmotik (Jawetz *et al.*, 2016). Bakteri gram negatif mempunyai struktur dinding sel berlapis tiga yang relatif tipis, dengan ketebalan berkisar antara 10-15 nm. Dinding sel bakteri gram negatif ini terdiri dari lipid dan peptidoglikan. Mereka terdiri dari dua lapisan membran fosfolipid, yaitu membran dalam (*inner membran*) dan membran luar (*outer membran*) (Ampou *et al.*, 2015).



Mikroba patogen uji :

#### 2.4.1 *Staphylococcus aureus*

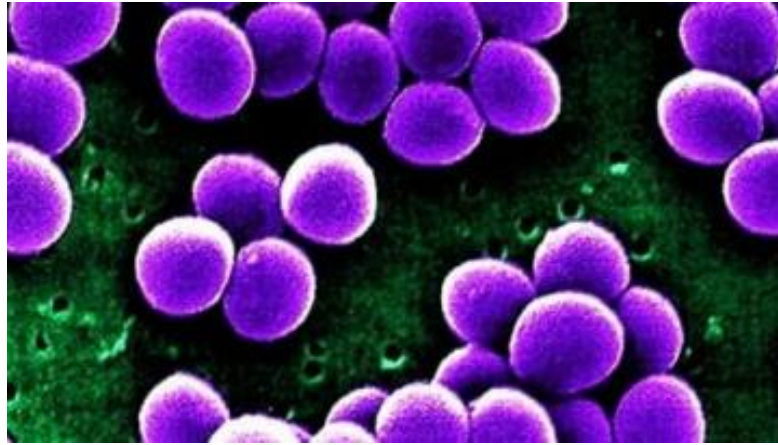
Menurut (Sahli, 2023) Klasifikasi *Staphylococcus aureus* berdasarkan tingkatan taksonominya yaitu sebagai berikut:

**Tabel 2.** Klasifikasi *Staphylococcus aureus*

Klasifikasi <i>Staphylococcus aureus</i>	
Kingdom	Bacteria
Phylum	Firmicute
Kelas	Bacili
Ordo	Lactobacillales
Famili	Staphylococcaceae
Genus	Staphylococcus
Spesies	<i>Staphylococcus aureus</i>

##### a. Morfologi

*Staphylococcus aureus* adalah jenis bakteri gram-positif yang tumbuh dalam pasangan atau kelompok dengan diameter sekitar 0,5-1,5  $\mu\text{m}$  yang menghasilkan pigmen berwarna kuning. Bakteri ini biasanya tumbuh dalam pasangan atau kelompok dengan diameter sekitar 0,5-1,5  $\mu\text{m}$ . *Staphylococcus aureus* adalah aerob fakultatif yang artinya dapat tumbuh baik dengan atau tanpa oksigen, dan tidak memiliki spora atau kemampuan bergerak (non-motil). Selain itu, bakteri ini memiliki ketahanan terhadap pengeringan dan jika ditanam pada media buatan, dapat bertahan pada konsentrasi garam tinggi seperti 10% NaCl. Meskipun *Staphylococcus aureus* secara normal merupakan flora yang ada pada manusia, bakteri ini tetap memiliki potensi sebagai patogen yang dapat menyebabkan penyakit (Rasheed *et al.*, 2021).



**Gambar 7.** Morfologi *Staphylococcus aureus*  
(Sumber : <https://bit.ly/3rmMGZC> )

*Staphylococcus* adalah bagian dari flora normal yang terdapat pada kulit manusia, sistem pencernaan dan saluran pernapasan. Bakteri ini juga bisa ditemukan di udara dan lingkungan sekitar. Patogenesis *Staphylococcus* melibatkan efek dari metabolit yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Di antara jenis *Staphylococcus*, *Staphylococcus aureus* adalah yang paling patogen. Bakteri ini memiliki sifat infeksius, mampu menyebabkan hemolisis (penghancuran sel darah merah), menghasilkan enzim koagulase, mampu *meliquefy* (melarutkan) gelatin, serta membentuk pigmen kuning emas dan fermentasi manitol. *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan berbagai penyakit, termasuk sistitis (infeksi kandung kemih), pielitis (infeksi ginjal), septikemia (infeksi darah yang merajalela), endokarditis (infeksi lapisan dalam jantung), osteomielitis (infeksi tulang), dan lain-lain. Salah satu ciri khas infeksi bakteri ini adalah adanya peradangan lokal di tempat infeksi (Rollando, 2019).

Infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* dapat bervariasi dalam tingkat keparahannya, mulai dari infeksi kulit ringan seperti furunkulosis dan impetigo hingga infeksi pada traktus urinarius, traktus respiratorius, mata, dan Central Nervous System (CNS). Pada hidung dan kulit manusia, keberadaan

bakteri ini dapat berkolonisasi dan menyebabkan beberapa penyakit, seperti infeksi kulit, endokarditis, bakteremia, pneumonia, meningitis, osteomyelitis, sepsis, serta sindrom toxic shock (Mustika *et al.*, 2014). Salah satu masalah utama dalam pengobatan infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* adalah resistensi bakteri terhadap antibiotik, khususnya *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Vancomycin Resistant Staphylococcus aureus* (VRSA). MRSA dan VRSA merupakan bentuk *Staphylococcus aureus* yang tidak sensitif terhadap antibiotik methicillin dan vankomisin, sehingga pengobatannya menjadi lebih sulit dan kompleks. Selain itu, masalah lain yang dihadapi dalam pengobatan infeksi *Staphylococcus aureus* adalah munculnya strain baru bakteri ini. Strain baru tersebut dapat menyebabkan penyakit dengan karakteristik yang berbeda dan mungkin memiliki tingkat kekebalan terhadap antibiotik yang lebih tinggi (Dewa *et al.*, 2019).

*Staphylococcus aureus* menghasilkan enzim katalase yang membedakannya dengan *streptococcus*. Bakteri jenis ini adalah kelompok bakteri yang memiliki kemampuan untuk meragi karbohidrat (seperti mannitol) dan menghasilkan asam laktat, sehingga dapat diidentifikasi dengan cepat dengan media *Mannitol Salt Agar* (MSA) dan tumbuh dengan cepat pada suhu 37 °C. Koloni yang terbentuk pada media sederhana padat berbentuk bulat dengan diameter 1-2 mm, warna putih hingga kuning emas, tepi utuh, kenaikan permukaan melengkung dan tekstur halus, basah dan opaque (Rollando, 2019). *Staphylococcus aureus* mempunyai kemampuan mengubah manitol menjadi asam melalui proses fermentasi. Hal ini dapat dibuktikan dari kemampuannya yang dapat diamati ketika *Staphylococcus aureus* ditanam pada media agar Manitol. Pada saat dibiakkan dalam media tersebut,

perubahan pH terjadi dan perubahan warna koloni dari merah menjadi kuning (Hayati *et al.*, 2019).



**Gambar 8.** Koloni bakteri *Staphylococcus aureus* pada media MSA (Hayati *et al.*, 2019)

#### 2.4.2 *Streptococcus pyogenes*

Menurut (Pratiwi, 2008) Klasifikasi *Streptococcus pyogenes* berdasarkan tingkatan taksonominya yaitu sebagai berikut:

**Tabel 3.** Klasifikasi *Streptococcus pyogenes*

Klasifikasi <i>Streptococcus pyogenes</i>	
Kingdom	Bacteria
Phylum	Firmicutes
Kelas	Bacilli
Ordo	Lactobacillales
Famili	Streptococcaceae
Genus	Streptococcus
Spesies	<i>Streptococcus pyogenes</i>

a. Sifat dan Morfologi

Bakteri *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri gram positif yang berpasangan dan membentuk rantai selama pertumbuhannya terdiri dari kokus dengan diameter 1-2 mm. Panjang rantai anggota dapat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Bakteri ini bersifat aerob fakultatif dengan suhu optimal pertumbuhan yaitu 37°C dan pH 7,4-7,6. Bakteri ini memiliki kapsul yang mengandung asam hialuronat dan tergolong  $\beta$ -haemolytic karena dapat melisis eritrosit secara sempurna (Jawetz *et al.*, 2016).

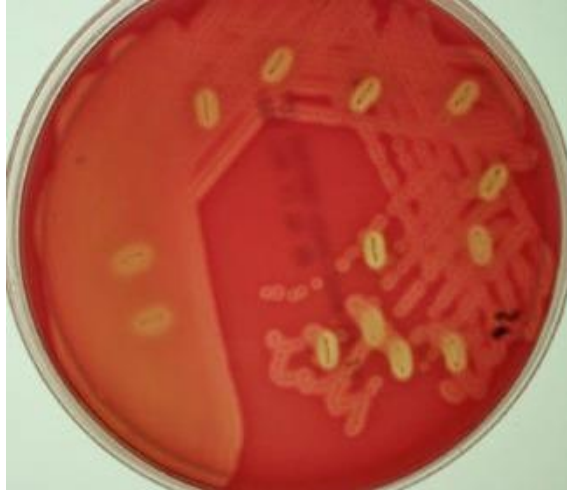


**Gambar 9.** Morfologi *Streptococcus pyogenes*  
(Sumber : <https://thenativeantigencompany.com>)

Rheumatic heart disease (RHD), faringitis, bakteremia, selulitis, meningitis, pneumonia, dan necrotizing fasciitis adalah beberapa penyakit yang disebabkan oleh. Saat diuji menggunakan tes katalase dan oksidase bakteri ini memberikan hasil yang negatif (Savitri *et al.*, 2019). *Streptococcus pyogenes*, sebagai patogen pada manusia, memiliki kemampuan untuk menyebabkan berbagai penyakit invasif dan non-invasif. Beberapa contoh penyakit yang disebabkan oleh bakteri ini antara lain impetigo, faringitis akut, selulitis, dan *fasciitis nekrotika*. *Fasciitis nekrotika* adalah suatu jenis infeksi kulit dan jaringan lunak yang bersifat agresif, ditandai

dengan kerusakan jaringan yang cepat dan progresi penyakit yang sangat cepat (Lannes-Costa *et al.*, 2021). Berdasarkan literatur, ditemukan bahwa bakteri *Streptococcus pyogenes* dapat menjadi resisten terhadap penisilin karena penggunaan antibiotik yang tidak sesuai (Ferretti *et al.*, 2016). Mekanisme terjadinya resistensi tersebut dapat melibatkan beberapa faktor, seperti tidak adanya beberapa reseptor penisilin (*penicillin-binding protein*) atau terjadi akibat dari mutasi pada kromosom. Selain itu, resistensi juga dapat terjadi karena peningkatan sintesis dinding sel atau perubahan pada komponen dinding sel bakteri (Jawetz *et al.*, 2016).

Patogen *Streptococcus* yang menginfeksi manusia sering membutuhkan berbagai faktor pertumbuhan. Untuk mendorong pertumbuhan dan aktivitas hemolisis, inkubasi biasanya dilakukan dalam 10% CO<sub>2</sub> (Jawetz *et al.*, 2016). Menurut Brooks (2013) menyatakan bahwa sebagian besar bakteri *Streptococcus* memiliki kemampuan untuk tumbuh pada media padat dan tampak sebagai koloni berbentuk cakram dengan diameter sekitar 1-2 mm. Pertumbuhan *Streptococcus* cenderung berlangsung secara lambat ketika ditanam pada media padat atau media cair tanpa tambahan cairan jaringan atau cairan darah. Selain itu, kebutuhan nutrisi dari berbagai jenis *Streptococcus* sangat beragam.



**Gambar 10.** Koloni bakteri *Streptococcus pyogenes* pada Agar Darah (Soekiman, 2015)

### 2.4.3 *Pseudomonas aeruginosa*

Menurut (Diggle & Whiteley, 2020) Klasifikasi *Pseudomonas aeruginosa* berdasarkan tingkatan taksonominya yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4.** Klasifikasi *Pseudomonas aeruginosa*

Klasifikasi <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
Kingdom	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Kelas	Gamma Proteobacteria
Ordo	Pseudomonadales
Famili	Pseudomonadaceae
Genus	<i>Pseudomonas</i>
Spesies	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

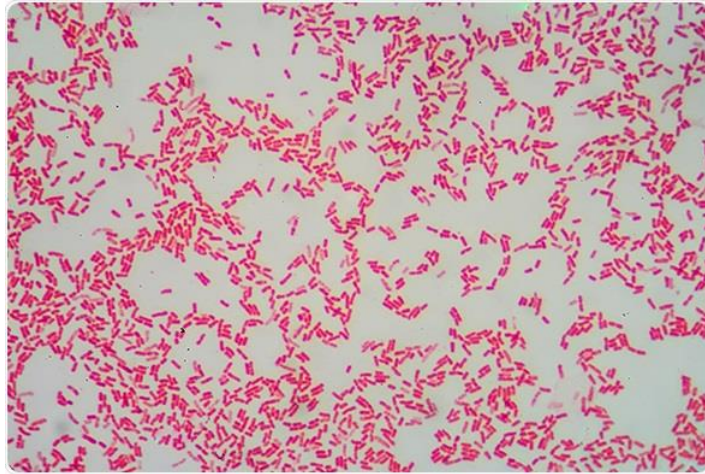
#### a. Sifat dan Morfologi

*Pseudomonas aeruginosa* adalah jenis bakteri yang dapat memperoleh energi dari bahan organik, memiliki kemampuan bergerak (motil), memiliki dinding sel dengan sifat Gram-negatif,

dan memiliki bentuk batang dengan panjang sekitar 1-5  $\mu\text{m}$  dan lebar 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ . Bakteri ini merupakan aerob fakultatif, yang berarti dapat tumbuh dengan menggunakan respirasi aerobik (penggunaan oksigen sebagai akseptor elektron terminal) dan respirasi anaerobik (penggunaan nitrat sebagai akseptor elektron terminal) (Diggle & Whiteley, 2020).

*Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri yang mampu tumbuh optimal pada suhu 37°C, tetapi memiliki kemampuan bertahan pada rentang suhu yang lebih luas, yaitu antara 4-42°C. Bakteri ini memiliki adaptabilitas yang memungkinkannya untuk hidup dalam lingkungan dengan suhu yang bervariasi. Selain itu, *Pseudomonas aeruginosa* juga merupakan bakteri yang memiliki peran penting dalam pemecahan hidrokarbon aromatik polisiklik. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menguraikan senyawa-senyawa kompleks seperti hidrokarbon aromatik polisiklik yang sering ditemukan di dalam tanah. Hal ini membuat *Pseudomonas aeruginosa* menjadi mikroorganisme yang relevan dalam proses bioremediasi untuk membersihkan lingkungan terkontaminasi oleh senyawa-senyawa tersebut (Diggle & Whiteley, 2020). Gambar bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat dilihat pada gambar 4 berikut:



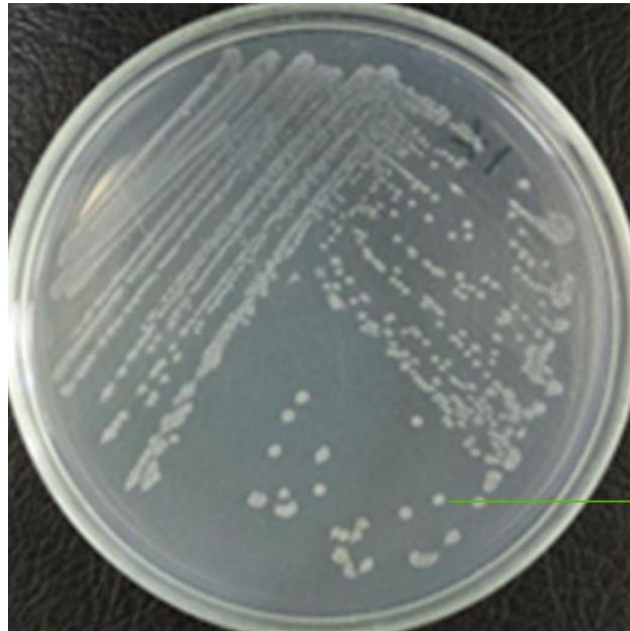


**Gambar 11.** Morfologi *Pseudomonas aeruginosa*  
(Diggle & Whiteley, 2020)

*Pseudomonas aeruginosa* merupakan salah satu spesies dari genus *Pseudomonas* yang bisa menyebabkan infeksi pada manusia. Sebagai flora normal pada intestin (saluran cerna) dan kulit manusia serta dapat ditemukan di tanah dan air, bakteri ini biasanya ditemukan dalam jumlah kecil. Namun, *Pseudomonas aeruginosa* juga dapat menyebabkan infeksi yang bersifat oportunistik pada manusia terutama di lingkungan rumah sakit (nosokomial). *Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri yang multiresisten terhadap berbagai jenis antibiotik dimana bakteri ini memiliki kemampuan untuk bertahan dari efek pengobatan antibiotik yang umum digunakan, sehingga pengobatannya menjadi lebih sulit. Infeksi sering terjadi pada luka kulit jika tidak ditangani dengan baik karena pada kulit terdapat flora normal termasuk *Pseudomonas aeruginosa*, yang dapat menyebabkan infeksi jika terjadi kerusakan pada kulit (Dzen *et al.*, 2013).

*Pseudomonas aeruginosa* memiliki ciri-ciri koloni bulat dan halus, memiliki warna fluoresen kehijauan. Selain itu, pigmen kebiruan yang tidak fluoresen yang disebut piosianin juga sering diproduksi oleh bakteri ini. *Pseudomonas aeruginosa* tumbuh baik pada suhu antara 35°C hingga 42°C. Bakteri ini juga dikenal sebagai oksidase

positif, artinya memiliki enzim oksidase yang aktif. Namun, bakteri ini tidak meragikan karbohidrat, yang berarti tidak menghasilkan reaksi fermentasi pada tes karbohidrat (Jawetz *et al.*, 2016).



**Gambar 12.** Koloni *Pseudomonas aeruginosa* pada media *Nutrient Agar Plate* (NAP) (Dian & Djannatun, 2016)

#### 2.4.4 *Candida albicans*

Menurut (Alcamo, 1984) Klasifikasi *Candida albicans* berdasarkan tingkatan taksonominya yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4.** Klasifikasi *Candida albicans*

Klasifikasi <i>Candida albicans</i>	
Kingdom	Fungi
Phylum	Ascomycota
Kelas	Deuteromycetes
Ordo	Pseudosaccharomycetales
Famili	Cryptococaceae
Genus	<i>Candida</i>
Spesies	<i>Candida albicans</i>

a. Sifat dan Morfologi

*Candida albicans* adalah sejenis jamur yang memiliki bentuk lonjong dan mampu membentuk tunas. Jamur ini juga dapat menghasilkan pseudomisellium, baik dalam kondisi biakan maupun dalam jaringan dan eksudat. *Candida albicans* secara alami merupakan flora normal yang terdapat di selaput lendir saluran pernafasan, saluran pencernaan, dan saluran genital wanita (Jawetz *et al.*, 2016).

*Candida albicans* memiliki bentuk oval hingga bulat dengan ukuran sekitar 3-4  $\mu\text{m}$ . *Candida albicans* adalah organisme gram-positif yang tidak memiliki kapsul pelindung di sekitarnya. Ketika *Candida albicans* tumbuh dan berkembang, tunas-tunasnya dapat membentuk struktur yang disebut pseudohifa. Pseudohifa terbentuk ketika tunas-tunas tersebut gagal melepaskan diri dan membentuk rantai-rantai sel panjang yang terputus-putus atau menyempit pada lokasi penyekatan antara sel-sel. *Candida albicans* juga memiliki sifat dimorfik, yang berarti bahwa selain berbentuk ragi dan pseudohifa, ia juga dapat menghasilkan struktur berbentuk hifa sejati. Hifa sejati adalah filamen panjang yang terdiri dari sel-sel yang bersambung, dan ini merupakan bentuk yang umum ditemukan pada jamur (Jawetz *et al.*, 2016).



**Gambar 13.** Morfologi *Candida albicans* (Mutiawati, 2016)

Jamur *Candida albicans* adalah mikroorganisme yang biasanya ditemukan secara alami dalam tubuh manusia sebagai bagian dari flora normal. Jamur ini paling sering ditemukan pada kulit, membran mukosa, saluran pencernaan, dan saluran pernapasan. Pada kondisi normal, *Candida albicans* tidak menyebabkan penyakit atau infeksi, karena pertumbuhannya terkendali oleh sistem kekebalan tubuh dan keseimbangan dengan mikroorganisme lainnya dalam tubuh. Infeksi *Candida albicans* dapat terjadi di berbagai bagian tubuh, termasuk infeksi jamur mulut (*stomatitis mukokutan*), infeksi jamur vagina (*kandidiasis vulvovaginal*), infeksi jamur kulit (*kandidiasis kutaneus*), dan infeksi jamur saluran pencernaan (*kandidiasis gastrointestinal*). Gejala umum infeksi jamur ini meliputi peradangan, kemerahan, gatal, dan rasa tidak nyaman di area yang terinfeksi (Wijaya, 2017).

*Candida albicans* memiliki berbagai bentuk makroskopis yang dapat terlihat pada koloninya. Bentuknya meliputi bulat, lonjong, atau bulat lonjong. Koloni *Candida albicans* pada medium padat biasanya tumbuh sedikit menonjol dari permukaan medium dengan memiliki permukaan yang berbeda, seperti halus, licin, atau berlipat-lipat. Koloni ini berwarna putih kekuningan dan memiliki aroma ragi yang khas. Ukuran koloni *Candida albicans* dapat bervariasi tergantung pada umurnya. Hifa semu yang terdiri dari benang-benang halus yang menembus ke dalam medium dapat dilihat di tepi koloni (Indrayati & Sari, 2018)



**Gambar 14.** Koloni *Candida albicans* (Naim *et al.*, 2020)

## 2.5 Antimikroba

Antimikroba adalah bahan yang dapat membunuh atau menghambat aktivitas mikroorganisme dengan bermacam-macam cara. Istilah antibakteri berasal dari Bahasa Yunani yaitu avti (anti) yang berarti “melawan” dan bakterion kata sempit dari bakteria yang berarti tongkat sebab bakteri pertama kali ditemukan dalam bentuk batang (Pelu, 2022). Antibakteri dapat memiliki spektrum luas, yang berarti antibakteri tersebut efektif untuk banyak spesies bakteri, termasuk kokus, basil, dan spiril serta bekerja aktif terhadap lebih dari satu jenis bakteri gram positif dan gram negatif. Namun, ada juga antibiotik yang memiliki spektrum sempit, yang berarti mereka hanya efektif digunakan pada spesies bakteri tertentu saja (WHO, 2001).

Menurut (Dzen *et al.*, 2013) , berdasarkan cara kerjanya terhadap bakteri, antibakteri dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

- a. Bakterisidal, membunuh sel bakteri tetapi tidak menyebabkan sel lisis atau pecah. Ini ditunjukkan dengan menambahkan antimikroba ke kultur mikroba yang masih berada pada fase logaritmik, meskipun

jumlah sel total dalam kultur tetap stabil tetapi jumlah sel yang masih hidup berkurang setelah pemberian antimikroba. Dengan kata lain, antimikroba tersebut berhasil mengurangi jumlah sel bakteri yang bertahan hidup tetapi tidak menyebabkan kerusakan seluler yang menyebabkan sel-sel tersebut pecah atau lisis.

- b. Bakteriostatik, Efek bakteriostatik menghambat pertumbuhan bakteri tetapi tidak membunuhnya. Efek bakteriosida menghambat sintesis protein atau pengikatan ribosom. Ini ditunjukkan dengan menambah antimikroba pada kultur mikroba yang masih berada pada fase logaritmik, yang menunjukkan bahwa jumlah sel total dan sel hidup tetap sama. Antimikroba ini bekerja dengan menghambat sintesis protein atau mengikat ribosom sehingga bakteri tidak dapat melakukan pembelahan atau reproduksi dengan normal.

## **2.6 Mekanisme kerja antimikroba**

Mekanisme kerja antibakteri dapat dilakukan dengan empat cara yaitu:

- a. Penghambatan sintesis dinding sel

Dinding sel adalah suatu struktur kaku mengelilingi sel bakteri dan memiliki fungsi melindungi protoplasma yang terletak di dalamnya. Ketika dinding sel rusak atau sintesisnya terganggu oleh zat-zat tertentu, hal ini menyebabkan terbentuknya sel-sel yang lebih peka terhadap tekanan osmosis. Tekanan osmosis terjadi karena perbedaan konsentrasi zat terlarut antara dalam dan luar sel. Normalnya, dinding sel yang utuh mampu menjaga tekanan osmotik yang seimbang di dalam sel. Namun, jika dinding sel mengalami kerusakan atau sintesisnya terhambat, maka sel menjadi lebih rentan terhadap perubahan tekanan osmosis. Dalam kondisi seperti ini, sel bakteri yang tidak memiliki dinding sel yang kuat dapat mengalami masuknya air secara berlebihan. Akibatnya, tekanan osmotik dalam sel meningkat dan menyebabkan sel membesar secara berlebihan atau bahkan pecah.

Sel-sel yang kehilangan integritas dinding sel juga dapat mengalami dehidrasi dan kehilangan komponen seluler (Jawetz *et al.*, 2016).

b. Penghambatan sintesis protein

Antibakteri dapat menghambat sintesis protein dengan mengganggu salah satu dari dua proses utama, yaitu transkripsi (sintesis asam ribonukleat) dan translasi (sintesis protein yang bergantung pada ARN). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghambat sintesis protein adalah dengan menghambat perlekatan tRNA (*transfer RNA*) dan mRNA (*messenger RNA*) ke ribosom seluler (Jawetz *et al.*, 2016).

c. Penghambatan sintesis asam nukleat

DNA, RNA, dan protein memiliki peran yang sangat penting dalam proses kehidupan normal sel. Kerusakan atau gangguan pada pembentukan atau fungsi zat-zat tersebut dapat menyebabkan kerusakan total pada sel. Zat antibakteri memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengikat secara kuat pada enzim DNA *Dependent* dan RNA Polymerase bakteri, sehingga menghambat sintesis RNA bakteri (Gunawan, 2007).

d. Perubahan fungsi membrane plasma

Membran sel memiliki peran krusial dalam sel termasuk sebagai penghalang dengan permeabilitas selektif, pengangkutan aktif, dan pengendalian susunan dalam sel. Selain itu, membran sel juga mempengaruhi konsentrasi metabolit dan bahan gizi dalam sel, serta menjadi tempat berlangsungnya proses pernapasan dan aktivitas biosintetik tertentu. Zat antibakteri tertentu dapat menyebabkan kerusakan atau melemahkan fungsi-fungsi tersebut, yang berakibat pada terhambatnya pertumbuhan sel atau bahkan kematian sel seluler (Jawetz *et al.*, 2016).

Menurut (Zulia Putri Adi & Usman, 2017) Mekanisme kerja senyawa antijamur dalam penghambatan terhadap sel jamur diantaranya :

- a. Menetralsi enzim yang terlibat dalam invasi dan kolonisasi jamur  
Senyawa antijamur dapat menghambat aktivitas enzim tertentu yang dibutuhkan oleh jamur untuk menyerang dan menempel pada sel inangnya. Dengan menghambat enzim ini, jamur kesulitan dalam berinteraksi dengan inangnya, sehingga pertumbuhannya terhambat.
- b. Menghambat sistem enzim jamur  
Sistem enzim dalam sel jamur bertanggung jawab untuk berbagai fungsi penting dalam metabolisme dan perkembangan sel. Senyawa antijamur dapat mengganggu fungsi sistem enzim ini, menghambat proses biokimia yang esensial bagi kelangsungan hidup jamur.
- c. Mengganggu terbentuknya ujung hifa  
Hifa adalah bagian dari jamur yang berperan dalam pertumbuhan dan penyebaran. Senyawa antijamur dapat mengganggu pembentukan ujung hifa, sehingga menghambat pertumbuhan dan penyebaran jamur.
- d. Memengaruhi sintesis asam nukleat dan protein  
Asam nukleat (DNA dan RNA) serta protein adalah bahan dasar dalam sintesis seluler. Senyawa antijamur dapat mengganggu produksi atau fungsi asam nukleat dan protein dalam sel jamur, yang berdampak pada berbagai proses seluler berdampak pada berbagai proses seluler dan menghambat pertumbuhannya.

## **2.7 Metode pengujian aktivitas antimikroba**

Penentuan kepekaan mikroba patogen terhadap antimikroba pada dasarnya dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu:



## 1. Metode Difusi

Metode difusi merupakan metode yang sering digunakan dalam analisis aktivitas antibakteri. Tiga metode difusi yang paling umum adalah metode sumuran, metode cakram, dan metode silinder. Metode difusi bekerja pada prinsip bahwa zat antibakteri akan terdifusi ke dalam media padat di mana mikroba uji telah diinokulasikan. Selama proses difusi, senyawa antibakteri akan bergerak keluar dari kertas cakram, sumuran, atau silinder dan meluas ke sekitarnya. Hasil pengamatan yang didapat yaitu adanya atau tidak adanya daerah bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram, sumuran, atau silinder. Daerah bening tersebut menunjukkan zona hambat pertumbuhan bakteri, di mana bakteri tidak dapat berkembang di sekitar area tersebut karena pengaruh senyawa antibakteri (Pratiwi, 2008).

### a. Metode *disk diffusion*

Metode *disk diffusion* untuk menentukan aktivitas agen antimikroba. Piringan yang berisi agen antimikroba diletakkan pada media agar yang telah ditanami mikroorganisme, yang kemudian akan berdifusi. Agen jernih menunjukkan bahwa agen antimikroba menghalangi pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan media agar (Pratiwi, 2008).

### b. Metode *well diffusion*

Metode sumuran merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menguji sensitivitas bakteri terhadap antibiotik. Metode ini menggunakan lubang kecil yang dibuat secara tegak lurus pada permukaan yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Jumlah lubang dan letaknya dapat diubah sesuai dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, lubang-lubang ini dipenuhi dengan sampel yang akan diuji yaitu antibiotik yang ingin diuji efektivitasnya terhadap bakteri tertentu. Metode sumuran memiliki beberapa kelebihan yaitu kemudahan pengukuran area hambatan yang terbentuk karena bakteri beraktivitas di bawah nutrisi agar dan di permukaannya.

Namun, metode ini juga terdapat beberapa kesulitan, yaitu kemungkinan adanya sisa-sisa agar pada media yang digunakan untuk membuat lubang, serta risiko agar media retak atau pecah di sekitar lokasi lubang yang dapat memengaruhi proses peresapan antibiotik ke dalam media dan pada akhirnya dapat mempengaruhi saat melakukan uji sensitivitas (Nurhayati *et al.*, 2020).

c. *E-test*

digunakan untuk mengestimasi MIC (Minimum inhibitory concentration) atau KHM (Kadar Hambat Minimum), yaitu konsentrasi minimal suatu agen antimikroba untuk dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Pada metode ini digunakan strip plastic yang mengandung agen antimikroba dari kadar permukaan media agar yang telah ditanami mikroorganisme. Pengamatan dilakukan pada area jernih yang ditimbulkan yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media agar (Pratiwi, 2008).

d. *Ditch-plate technique*

Pada metode ini sampel uji berupa agen antimikroba yang diletakan pada parit yang dibuat dengan cara memotong media agar dalam cawan petri pada bagian tengah secara membujur dan mikroba uji (maksimum 6 macam) digoreskan kearah parit yang berisi agen antimikroba (Pratiwi, 2008).

e. *Cup-plate technique*

Metode ini serupa dengan disk diffusion, dimana dibuat sumur pada media agar yang telah ditanami dengan mikroorganisme dan pada sumur tersebut diberi agen antimiroba yang akan diuji (Pratiwi, 2008).

f. *Gradient-plate technique*

Pada metode ini konsentrasi agen antimikroba pada media agar secara teoretis bervariasi dari 0 hingga maksimal. Media agar dicairkan dan larutan uji ditambahkan. Campuran kemudian dituang ke dalam cawan petri dan diletakan dalam posisi miring. Nutrisi kedua selanjutnya dituang diatasnya. Plate inkubasi selama 24 jam (Pratiwi, 2008).

2. Metode dilusi

Metode ini dilakukan melalui cara dilarutkan antimikroba ke dalam medium agar untuk menghasilkan berbagai konsentrasi obat yang berbeda. Kemudian, suspensi bakteri uji ditanamkan ke dalam medium tersebut. Metode ini mengukur sensitivitas bakteri terhadap antibiotik dengan mengamati konsentrasi antibiotik terendah yang masih mampu menghentikan pertumbuhan bakteri. Dalam kata lain, Metode ini memperhatikan jumlah antibiotik minimal yang diperlukan untuk menghentikan pertumbuhan bakteri yang diuji (Soleha, 2015). Menurut (Pratiwi, 2008) metode dilusi dibedakan menjadi:

a. Metode dilusi cair

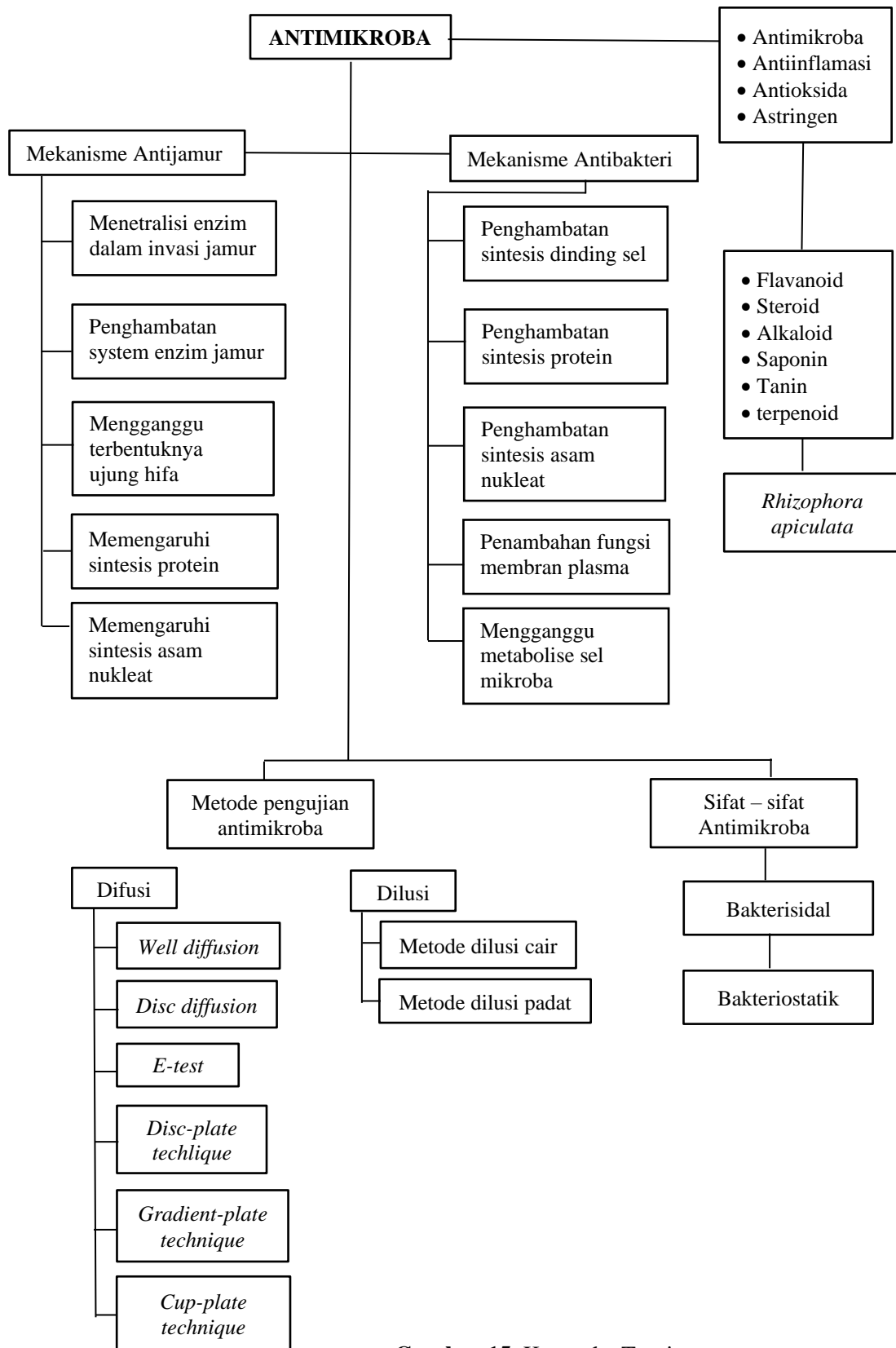
Metode dilusi cair digunakan untuk menentukan KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bunuh Minimum) suatu agen antimikroba. Prosedur ini melibatkan pembuatan serangkaian larutan pengenceran agen antimikroba dalam media cair dan kemudian mencampurkannya dengan mikroba yang diuji. Cara kerja metode dilusi cair dimulai dengan membuat deretan larutan terlarut agen antimikroba dalam media cair. Larutan tersebut kemudian dicampurkan dengan mikroba yang sedang diuji. Konsentrasi larutan agen antimikroba yang paling rendah yang masih mempertahankan kejernihan tanpa adanya pertumbuhan mikroba uji akan ditetapkan sebagai KHM (Kadar Hambat Minimum). Selanjutnya, KHM ini

ditanam kembali dalam media cair tanpa penambahan mikroba uji atau agen antimikroba tambahan, dan dibiarkan menginkubasi selama 18-24 jam untuk mengamati pertumbuhan mikroba.

b. Metode Dilusi Padat

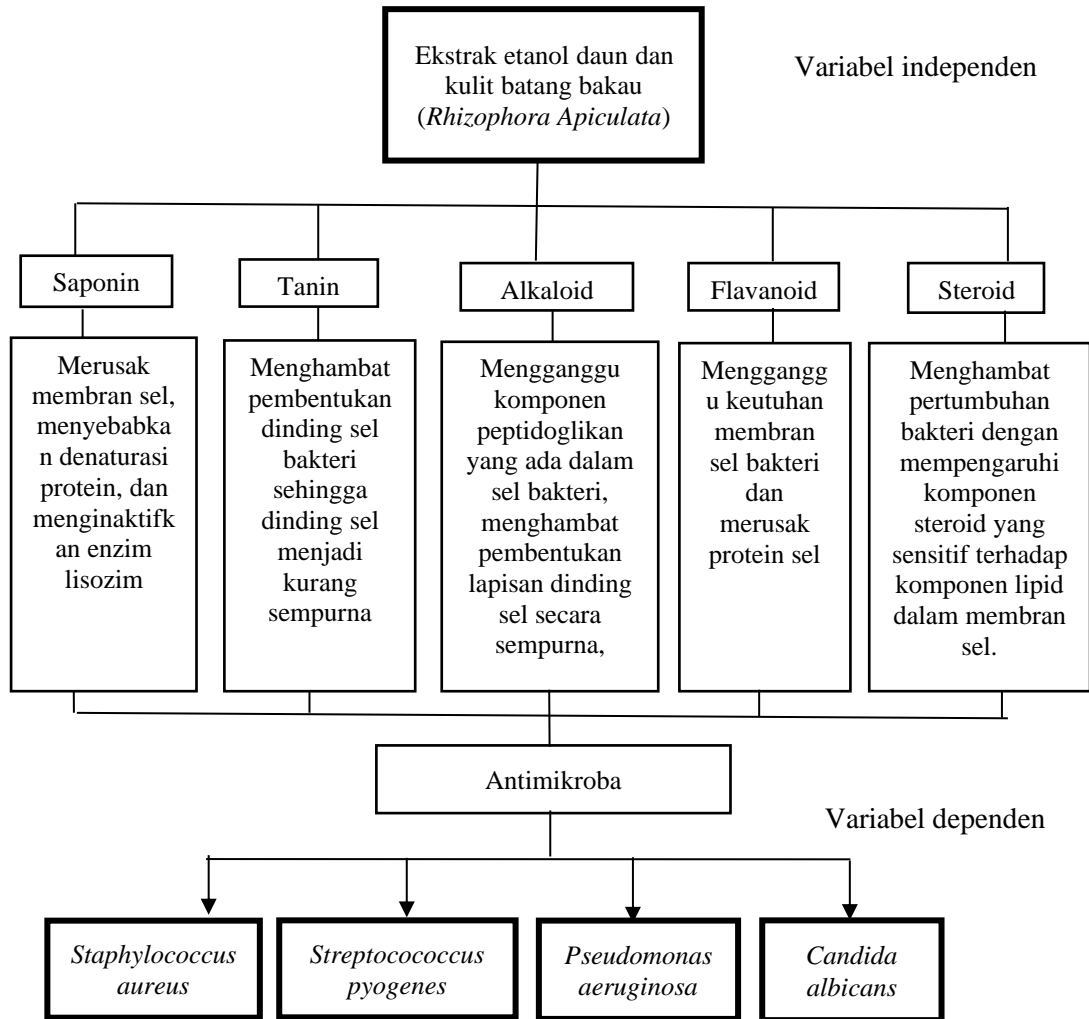
Pada metode dilusi padat, setiap konsentrasi obat dicampurkan dengan media agar dan kemudian ditanami dengan bakteri yang diuji, setelah itu diinkubasi. Keuntungan dari metode ini adalah satu konsentrasi agen antibakteri yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa bakteri uji sekaligus. Hal ini memungkinkan pengukuran Kadar Bunuh Minimum (KBM) atau Minimal Inhibitory Concentration (MIC) dari antibiotik terhadap berbagai jenis bakteri uji dalam satu percobaan.

2.8 Kerangka Teori



Gambar 15. Kerangka Teori

## 2.9 Kerangka konsep

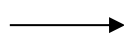


Gambar 16. Kerangka Konsep

### Keterangan:



: Variabel yang akan diteliti



: Mempengaruhi

## 2.10 Hipotesis

### 2.10.1 Hipotesis Nol (H<sub>0</sub>)

1. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.
2. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.
3. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Streptococcus pyogenes*.
4. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Streptococcus pyogenes*.
5. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*.
6. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*.
7. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Candida albicans*.
8. Tidak terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Candida albicans*.

### 2.10.2 Hipotesis Alternatif (Ha)

1. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.
2. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.
3. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Streptococcus pyogenes*.
4. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Streptococcus pyogenes*.
5. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*.
6. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*.
7. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Candida albicans*.
8. Terdapat pengaruh aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora Apiculata*) terhadap daya hambat pertumbuhan *Candida albicans*.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorik dengan meneliti efek dari ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang (*Rhizophora apiculata*) terhadap diameter zona hambat *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan metode *Post-test Only Control Group Design* menggunakan metode sumuran (*well diffusion*) pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA).

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **3.2.1 Lokasi penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan di Fakultas Kedokteran dan Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Tahapan determinasi sampel dilakukan di Laboratorium Botani Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Pembuatan ekstrak daun dan kulit batang *Rhizophora apiculata* akan dibuat di Laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran dan Laboratorium Kimia Farmasi Analisa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Uji Fitokimia akan dilakukan di Laboratorium Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Pengujian aktivitas antimikroba ekstrak etanol

96% daun dan kulit batang *Rhizophora apiculata* dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Provinsi Lampung.

### **3.2.2 Waktu penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2023.

## **3.3 Mikroba dan Bahan Uji Penelitian**

### **3.3.1 Mikroba Uji Penelitian**

Pada penelitian ini digunakan mikroba uji yaitu bakteri gram positif (+) yaitu *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, bakteri gram negatif (-) yaitu *Pseudomonas aeruginosa* dan jamur *Candida albicans*. Mikroba ini diperoleh dari Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Provinsi Lampung.

### **3.3.2 Bahan Uji Penelitian**

Penelitian ini menggunakan daun dan kulit batang (*Rhizophora apiculata*) yang diperoleh dari KPH Gunung Balak Kabupaten Lampung Timur. Daun dan kulit batang (*Rhizophora apiculata*) diekstrak dengan metode maserasi dan disimpan di Laboratorium biokimia dan biomolekuler Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

### **3.3.3 Media Kultur**

Media kultur yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Mannitol salt agar* (MSA) sebagai media kultur bakteri *Staphylococcus aureus*, media agar darah sebagai media kultur bakteri *Streptococcus pyogenes*, media media *nutrient agar* sebagai media kultur *Pseudomonas aeruginosa*, media *Sabouraud dextrose agar* (SDA) sebagai media kultur *Candida albicans*. Serta media *Mueller Hinton*

Agar (MHA) yang digunakan sebagai media uji diameter zona hambat mikroba. Dalam media *Mannitol Salt Agar* (MSA), koloni bakteri *Staphylococcus aureus* tampak berwarna kuning emas, berbentuk bulat, dan memiliki permukaan cembung. Media MSA merupakan suatu jenis media yang memiliki selektivitas dan diferensiasi, yang berguna untuk mengidentifikasi bakteri patogen *Staphylococcus aureus* (Riski *et al.*, 2017). Bakteri *Streptococcus pyogenes* akan tumbuh subur jika diinkubasi pada media pertumbuhan yang mengandung darah. Bakteri ini akan membentuk koloni kecil berwarna abu-abu setelah diinkubasi selama 18–24 jam pada suhu 37°C. Koloni ini berbentuk bulat dengan pinggir rata, dan terlihat titik cair pada permukaan media (Savitri *et al.*, 2019).

### **3.4 Identifikasi Variabel**

#### **3.4.1 Variabel Independen**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang (*Rhizophora apiculata*) dalam berbagai tingkat konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25%.

#### **3.4.2 Variabel Dependen**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah diameter zona hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

### 3.5 Definisi Oprasional

**Tabel 6.** Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Ekstrak daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25%	Suatu zat yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan palrut etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> . Kemudian ekstrak daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan volume tertentu diencerkan menggunakan aquadest sehingga konsentrasi mencapai 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25%	Dilakukan pengenceran ekstrak daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan menggunakan satuan berat/volume (b/v) %	Ekstrak daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25%	Ordinal
2.	Zona hambat pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i> .	Diameter terhadap pertumbuhan mikroba yang terbentuk setelah variabel independen dan kontrol positif serta negatif diberikan dengan menggunakan metode <i>well diffusion</i> .	Menggunakan jangka sorong	Zona hambat pertumbuhan mikroba (mm).	Numerik

---

3.	Zona hambat pertumbuhan <i>Streptococcus pyogenes</i> .	Diameter terhadap pertumbuhan mikroba yang terbentuk setelah variabel independen dan kontrol positif serta negatif diberikan dengan menggunakan metode <i>well diffusion</i>	Menggunakan jangka sorong	Zona hambat pertumbuhan mikroba (mm).	Numerik
4.	Zona hambat pertumbuhan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	Diameter terhadap pertumbuhan mikroba yang terbentuk setelah variabel independen dan kontrol positif serta negatif diberikan dengan menggunakan metode <i>well diffusion</i>	Menggunakan jangka sorong	Zona hambat pertumbuhan mikroba (mm).	Numerik
5.	Zona hambat pertumbuhan <i>Candida albicans</i>	Diameter terhadap pertumbuhan mikroba yang terbentuk setelah variabel independen dan kontrol positif serta negatif diberikan dengan menggunakan metode <i>well diffusion</i>	Menggunakan jangka sorong	Zona hambat pertumbuhan mikroba (mm).	Numerik

---

### 3.6 Besar Sampel

Dalam penelitian ini dilakukan pemberian berbagai kadar ekstrak daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) yang diuji yaitu pada kadar 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25% dengan ampicillin sebagai kontrol positif terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes*, ciprofloxacin sebagai kontrol positif terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ketokonazole sebagai kontrol positif terhadap *Candida albicans* serta aquadest steril sebagai kontrol negatif. Untuk banyaknya pengulangan yang dilakukan adalah tiga kali. Dengan demikian, dari total 7 perlakuan yang dilakukan, setiap kelompok perlakuan mendapatkan 3 kali ulangan sehingga pada penelitian ini setiap jenis bakteri akan diberikan 42 kali perlakuan.

#### 3.6.1 Kelompok Perlakuan

**Tabel 7.** Kelompok perlakuan

Kelompok perlakuan <i>Staphylococcus aureus</i>		
No	Kelompok	Perlakuan
1	K(+)	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ampicillin 1% sebagai kontrol positif
2	K(-)	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan aquadest steril sebagai kontrol negatif
3	P1	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 1,6%
4	P2	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 3,2%
5	P3	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 6,25%

6	P4	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 12,5%
7	P5	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 25%

---

Kelompok perlakuan *Streptococcus pyogenes*

---

No	Kelompok	Perlakuan
1	K(+)	Kelompok <i>Streptococcus pyogenes</i> yang diberikan sebagai ampicillin 1% kontrol positif
2	K(-)	Kelompok <i>Streptococcus pyogenes</i> yang diberikan aquadest steril sebagai kontrol negatif
3	P1	Kelompok <i>Streptococcus pyogenes</i> . yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 1,6%
4	P2	Kelompok <i>Streptococcus pyogenes</i> . yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 3,2%
5	P3	Kelompok <i>Streptococcus pyogenes</i> . <i>Streptococcus pyogenes</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 6,25%
6	P4	100
7	P5	Kelompok <i>Streptococcus pyogenes</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 25%

---

Kelompok perlakuan *Pseudomonas aeruginosa*

---

No	Kelompok	Perlakuan
1	K(+)	Kelompok <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diberikan ciprofloxacin 1% sebagai kontrol positif
2	K(-)	Kelompok <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diberikan aquadest steril sebagai kontrol negatif
3	P1	Kelompok <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 1,6%
4	P2	Kelompok <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit

5	P3	batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 3,2% Kelompok <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 6,25%
6	P4	Kelompok <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 12,5%
7	P5	Kelompok <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 25%

---

Kelompok perlakuan *Candida albicans*

---

No	Kelompok	Perlakuan
1	K(+)	Kelompok <i>Candida albicans</i> yang diberikan ketokonazole 2% sebagai kontrol positif
2	K(-)	Kelompok <i>Candida albicans</i> yang diberikan aquadest steril sebagai kontrol negatif
3	P1	Kelompok <i>Candida albicans</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 1,6%
4	P2	Kelompok <i>Candida albicans</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 3,2%
5	P3	Kelompok <i>Candida albicans</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 6,25%
6	P4	Kelompok <i>Candida albicans</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 12,5%
7	P5	Kelompok <i>Candida albicans</i> yang diberikan ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang <i>Rhizophora apiculata</i> dengan konsentrasi 25%

---



### 3.7 Prosedur Penelitian

#### 3.7.1 Persiapan

a. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini adalah *handscoon*, gunting, *blender* atau *chopper*, *alumunium foil*, timbangan analitik, batang pengaduk, *waterbath*, *rotary evaporator*, rak dan tabung reaksi, ose, pipet, kapas steril, lampu spiritus, kaca objek, beaker *glass*, pipet tetes, pipet mikro, autoclave, ayakan *mesh* 40, pinset, cawan petri berdiameter 10, Alat pengaduk, inkubator, mikropipet, bunsen dan korek api, swab kapas, lumping, alu dan jangka sorong.

b. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun dan kulit batang *Rhizophora apiculata*, etanol 96%, mikroba uji *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*. Medium yang digunakan yaitu *Mannitol salt agar* (MSA), media agar darah, media *agar nutrient*, *Sabouraud dextrose agar* (SDA), *Mueller Hinton Agar* (MHA). Bahan uji bakteri yang digunakan yaitu Kristal violet, iodine lugol, safranon, etanol 96%, antibiotik ampicillin , ciprofloxacin, antijamur ketokonazole.

#### 3.7.2 Determinasi dan Pembuatan Ekstrak Daun dan Kulit Batang *Rhizophora Apiculata*

a. Determinasi Daun dan Kulit Batang *Rhizophora apiculata*

Determinasi akan dilakukan di Laboratorium Botani Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

b. Preparasi Simplisia dan Ekstraksi Daun dan Kulit Batang *Rhizophora apiculata*

Pada proses ekstraksi daun bakau dan kulit bakau (*Rhizophora apiculata*) digunakan metode maserasi. Metode maserasi adalah teknik ekstraksi senyawa aktif dari suatu bahan dengan cara merendamnya dalam pelarut yang memungkinkan senyawa aktif tersebut dapat dikeluarkan dengan pemanasan rendah atau bahkan tanpa pemanasan sama sekali. Jika dibandingkan dengan metode ekstraksi lainnya, metode maserasi dianggap lebih unggul karena prosesnya yang sederhana dan mudah dilakukan (Tiwari *et al.*, 2014). Daun bakau dan kulit batang (*Rhizophora apiculata*) diambil pada pukul 09.00 – 10.00 WIB masing-masing sebanyak 2000 gram untuk daun dan 3000 gram untuk kulit batang lalu dilakukan proses sortasi basah untuk membuang pengotor yang terikut dengan sampel daun dan kulit batang. Kemudian daun dan kulit batang dicuci terlebih dahulu dengan air mengalir lalu ditiriskan. Kemudian keringkan dengan oven pada suhu 50°C untuk daun dan 60°C untuk kulit batang. Setelah kering untuk memastikan tidak adanya pengotor dilakukan sortasi kering kemudian dihaluskan ke dalam mesin penggiling hingga menjadi serbuk yang disebut serbuk simplisia kemudian diayak dengan *mesh* 40.

Serbuk simplisia daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) kemudian ditimbang dan direndam didalam pelarut etanol 96% dengan rasio perbandingan 1:5 sambil sesekali diaduk dan kemudian dидiamkan selama 3 hari disuhu ruang dan terhindar dari cahaya dimana pada setiap setelah 24 jam dilakukan penyarianan dan ditambah pelarut baru. Hasil campuran dengan pelarut etanol 96% disaring dengan kertas saring untuk mendapatkan filtrat. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator* 40°C hingga diperoleh

ekstrak kental daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) (Mustofa *et al.*, 2018). Kemudian dihitung persen rendeman ekstrak yang diperoleh dengan presentase bobot (b/b) antara ekstrak yang dihasilkan dengan bobot serbuk simplisia yang digunakan (FHI Edisi II, 2017).

$$\text{Rendeman (\%)} = \frac{\text{jumlah ekstrak yang dihasilkan}}{\text{jumlah simplisia yang dihasilkan}} \times 100\%$$

### 3.7.3 Skrining Fitokimia

Uji skrining fitokimia dengan menguji senyawa metabolik yaitu flavonoid, tanin, alkaloid, saponin dan steroid yang dilakukan sebagai berikut (Muthmainnah, 2017)

#### 1. Identifikasi Flavanoid

1 gram ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dicampur dengan HCl pekat. Campuran ini kemudian dipanaskan selama 15 menit di atas penangas air. Flavonoid yang positif, seperti flavon, kalkon, dan auron, akan menunjukkan tanda-tanda warna merah atau kuning yang terbentuk (Muthmainnah, 2017).

#### 2. Identifikasi Tanin

Sebanyak 1 gram ekstrak dimasukkan ke dalam sebuah tabung reaksi. Kemudian, ditambahkan 10 mL air panas ke dalam tabung tersebut, dan campuran ini dididihkan selama 5 menit. Setelah itu, filtrat dari campuran tersebut dicampurkan dengan 3-4 tetes FeCl<sub>3</sub>. Jika larutan berubah menjadi warna hijau biru (atau hijau-hitam), maka menunjukkan bahwa ada keberadaan tanin katekol. Di sisi lain, jika larutan berubah menjadi warna biru hitam, maka menandakan adanya tanin pirogalol yang positif (Muthmainnah, 2017).

### 3. Identifikasi Alkaloid

Ekstrak sebanyak 2 gram dimasukkan kedalam tabung reaksi ditetesi dengan 5 mL HCl 2 N dipanaskan kemudian didinginkan lalu dibagi dalam 3 tabung reaksi, masing-masing 1 mL. Tiap tabung ditambahkan dengan masing- masing pereaksi. Pada penambahan pereaksi Mayer, positif mengandung alkaloid jika membentuk endapan putih atau kuning. Pada penambahan pereaksi Wagner, positif mengandung alkaloid jika terbentuk endapan coklat. Pada penambahan pereaksi Dragendrof, mengandung alkaloid jika terbentuk endapan jingga (Muthmainnah, 2017).

### 4. Identifikasi Saponin

Ekstrak sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam tabung reaksi ditambahkan 10 mL air panas, didinginkan kemudian dikocok kuat-kuat selama 10 detik positif mengandung saponin jika terbentuk buih setinggi 1-10 cm tidak kurang 10 menit dan pada penambahan 1 tetes HCl 2 N, buih tidak hilang (Muthmainnah, 2017).

### 5. Identifikasi Terpenoid dan Steroid

Ekstrak sebanyak 2 gram dimasukkan dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan dengan 2 mL etil asetat dan dikocok. Lapisan etil asetat diambil lalu ditetesi pada plat tetes dibiarkan sampai kering. Setelah kering, ditambahkan 2 tetes asam asetat anhidrat dan 1 tetes asam sulfat pekat. Apabila terbentuk warna merah atau kuning berarti positif terpenoid. Apabila terbentuk warna hijau berarti positif steroid (Muthmainnah, 2017).

### 3.7.4 Pengenceran Ekstrak Daun dan Kulit Batang *Rhizophora Apiculata*

Dibuat ekstrak daun dan kulit batang *Rhizophora apiculata* dengan konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25%. Dengan menggunakan satuan berat per volume (b/v)% didapatkan:

- a. Konsentrasi 1,6% : Ditimbang 0,16 gram ekstrak kental di ad. kan sampai 10 ml aquadest dan dilarutkan.
- b. Konsentrasi 3,2 % : Ditimbang 0,32 gram ekstrak kental di ad. kan sampai 10 ml aquadest dan dilarutkan.
- c. Konsentrasi 6,25 % : Ditimbang 0,625 gram ekstrak kental dan di ad. kan sampai 10 ml aquadest dan dilarutkan.
- d. Konsentrasi 12,5% : Ditimbang 1,25 gram ekstrak kental dan di ad. kan sampai 10 ml aquadest dan dilarutkan.
- e. Konsentrasi 25% : Ditimbang 2,5 gram ekstrak kental dan di ad. kan sampai 10 ml aquadest dan dilarutkan.

### 3.7.5 Proses Pembuatan Kontrol positif (K+)

Dibuat kontrol positif untuk masing-masing mikroba uji yaitu ampicillin untuk mikroba *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes*, ciprofloxacin untuk mikroba *Pseudomonas aeruginosa* dan ketoconazole untuk mikroba *Candida albicans*.

- a. Pembuatan kontrol positif ampicillin

Untuk tablet ampicillin 500 mg, dibuat larutan baku dengan rumus b/v didapatkan konsentrasi 5% yaitu 0,5 g dalam 10 ml aquadest. Lalu dihitung menggunakan rumus pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi 1% sebagai berikut:

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$5\% \cdot V_1 = 1\% \cdot 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 2 \text{ ml}$$

Jadi, 2 ml larutan baku ampicillin di ad. kan samapai 10 ml dengan aquadest dan dilarutkan.

b. Pembuatan kontrol positif ciprofloxacin

Untuk tablet ciprofloxacin 500 mg, dibuat larutan baku dengan rumus b/v didapatkan konsentrasi 5% yaitu 0,5 g dalam 10 ml aquadest. Lalu dihitung menggunakan rumus pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi 0,5% sebagai berikut :

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$5\% \cdot V_1 = 0,5\% \cdot 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1 \text{ ml}$$

Jadi, 1 ml larutan baku ciprofloxacin di ad. kan sampai 10 ml dengan aquadest dan dilarutkan

c. Pembuatan kontrol positif ketokonazole

Untuk tablet ketokonazole 200 mg, dibuat larutan baku dengan rumus b/v didapatkan konsentrasi 2% yaitu 0,2 g dalam 10 ml aquadest. Lalu dihitung menggunakan rumus pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi 2% sebagai berikut:

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$2\% \cdot V_1 = 2\% \cdot 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

Jadi, 10 ml larutan baku ketokonazole di ad. kan sampai 10 ml aquadest dan dilarutkan.

### 3.7.6 Prosedur Identifikasi Mikroba

a. Sterilisasi alat

Sterilisasi alat dan media penelitian disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 – 20 menit. Uap air akan memanaskan alat yang digunakan sehingga nantinya bisa terbebas dari mikroorganisme yang menempel pada alat. Sedangkan sterilisasi alat yang terbuat dari kaca disterilisasi dalam oven dengan suhu 170°C selama 2 jam.

b. Identifikasi Mikroba Ulang pada Media Selektif

Identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan penanaman isolate bakteri pada media *Mannitol salt agar* (MSA). Biakan bakteri diinkubasi selama pada suhu 37°C. *Staphylococcus aureus* akan menunjukkan koloni dengan warna kuning dan area sekitarnya akan memiliki zona kuning keemasan. Ini terjadi karena *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan untuk menguraikan mannitol melalui fermentasi. Namun, jika bakteri tidak memiliki kapasitas untuk mengfermentasi mannitol, area sekitarnya tidak akan menunjukkan perubahan warna khusus (Dewi, 2013). Penanaman isolate bakteri *Streptococcus pyogenes* pada media agar darah lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Gambaran khas koloni *Streptococcus pyogenes* yaitu terdapat bentuk seperti kubah dengan permukaannya halus dan margin yang jelas (Spellerberg & Brandt, 2016). Identifikasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dilakukan dengan penanaman isolate bakteri pada media *agar nutrient* biakan bakteri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. *Pseudomonas aeruginosa* memiliki ciri- ciri koloni yang bulat dan halus, dengan warna fluoresen kehijauan (Jawetz *et al.*, 2016). Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam. Identifikasi jamur *Candida albicans* dengan media *Sabouraud dextrose agar* (SDA) akan membentuk koloni kecil, bulat menonjol, permukaan tampak halus dan licin, berwarna putih kekuningan dan berbau ragi (Sophia & Suraini, 2023).

c. Pewarnaan Gram

1. Prepare dibersihkan dengan menggunakan alcohol kemudian dipanaskan di dekat nyala api
2. Isolate bakteri ditetaskan di atas prepare dan pastikan mengering dengan tujuan membuat sampel menempel dengan baik dan mencegah hilangnya sampel selama proses pewarnaan dan bilasan

3. Genangi larutan kristal violet dan lalu dibiarkan selama 30 detik
4. Buang larutan kristal violet dan bilas sediaan perlahan dengan menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kelebihan pewarna kristal violet. Kemudian, tiriskan dengan hati-hati agar tidak mengganggu posisi sampel.
5. Tuangkan larutan iodin ke atas preparate dan tunggu 30 detik
6. Bilas preparate dengan air mengalir untuk menghilangkan kelebihan iodin. Kemudian, tiriskan slide dengan hati-hati.
7. Dekolorisasikan dengan menuangkan etanol 95% dari ujung slide keapusan sampai tidak ada lagi pewarna yang terlihat mengalir dari preparate.
8. Bilas dengan air mengalir. Proses dekolorisasi ini akan mempengaruhi sifat pewarnaan Gram positif dan Gram negatif pada sel bakteri.
9. Menggenangi preparat apusan dengan safranin selama 30 detik. Safranin akan memberikan warna merah atau pink pada bakteri yang tahan terhadap pewarnaan Gram
10. Membilas safranin dari preparat apus dengan menggunakan air mengalir

(Gera & McIver, 2014)

d. Uji Katalase

Uji Katalase dilakukan dengan cara menambahkan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% ke isolat bakteri dan apabila katalase positif jika terdapat gelembung udara. Bakteri yang memproduksi enzim katalase mampu memecah H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menjadi H<sub>2</sub>O dan O<sub>2</sub>.

(Gera & McIver, 2014)



### 3.7.7 Uji Diameter Zona Hambat

a. Inokulasi Bakteri pada Media Agar Miring

Bakteri uji diambil dengan menggunakan jarum ose steril, kemudian ditanamkan pada media agar miring dengan cara digores. Setelah itu, sampel bakteri ditempatkan dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Proses ini akan diulang untuk setiap jenis bakteri uji yang ada.

b. Pembuatan Standar Kekeruhan Larutan (Larutan Mc. Farland)

Sebanyak 9,95 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% dicampurkan dengan 0,5 ml larutan BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 1,175% dalam erlenmeyer. Kemudian kedua larutan tersebut dikocok sampai terbentuk larutan yang keruh. Kekeruhan dari larutan yang terbentuk ini digunakan sebagai standar kekeruhan untuk suspensi bakteri uji.

c. Pembuatan Suspensi Mikroba Uji

Setelah bakteri uji diinokulasi, sampel bakteri diambil menggunakan kawat ose steril dan kemudian disuspensikan dalam tabung yang berisi 2 ml larutan NaCl 0,9%. Hal ini dilakukan hingga diperoleh kekeruhan yang sama dengan standar kekeruhan larutan *McFarland*. Proses ini akan diulang untuk setiap jenis bakteri uji yang ada.

d. Uji Aktifitas Antimikroba

Proses awal pembuatan sumuran dimulai dengan meletakkan pipet steril di atas cawan petri sebelum menuangkan campuran suspensi bakteri ke dalam media *Mueller Hinton Agar*. Setelah itu, campuran suspensi mikroba yang telah dicampur dengan *Mueller Hinton Agar* dimasukkan ke dalam cawan petri. Kemudian, biarkan campuran tersebut memadat. Ketika medium

sudah mulai memadat, pipet steril yang sebelumnya ditempatkan dapat diangkat dengan menggunakan pinset steril. Setelah pipet diangkat maka akan terbentuk lubang sumuran di media dan diberi label bertuliskan 1,6% (ekstrak konsentrasi 1,6%), 3,2% (ekstrak bertuliskan 3,2%), 6,25% (ekstrak konsentrasi 6,25%), 12,5% (ekstrak konsentrasi 12,5%), 25% (ekstrak konsentrasi 25%), K(+) kontrol positif, dan K(-) kontrol negatif. Kemudian, lubang yang telah dibuat di sumuran akan diisi dengan 50  $\mu$ l ekstrak daun dan kulit batang bakau pada setiap konsentrasinya. Sementara itu, lubang sumuran yang digunakan kontrol positif akan diisi dengan 50  $\mu$ l sedangkan kontrol negatif dimasukkan 50  $\mu$ l. Setelah itu media diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 ° C.

e. Pengamatan dan Pengukuran

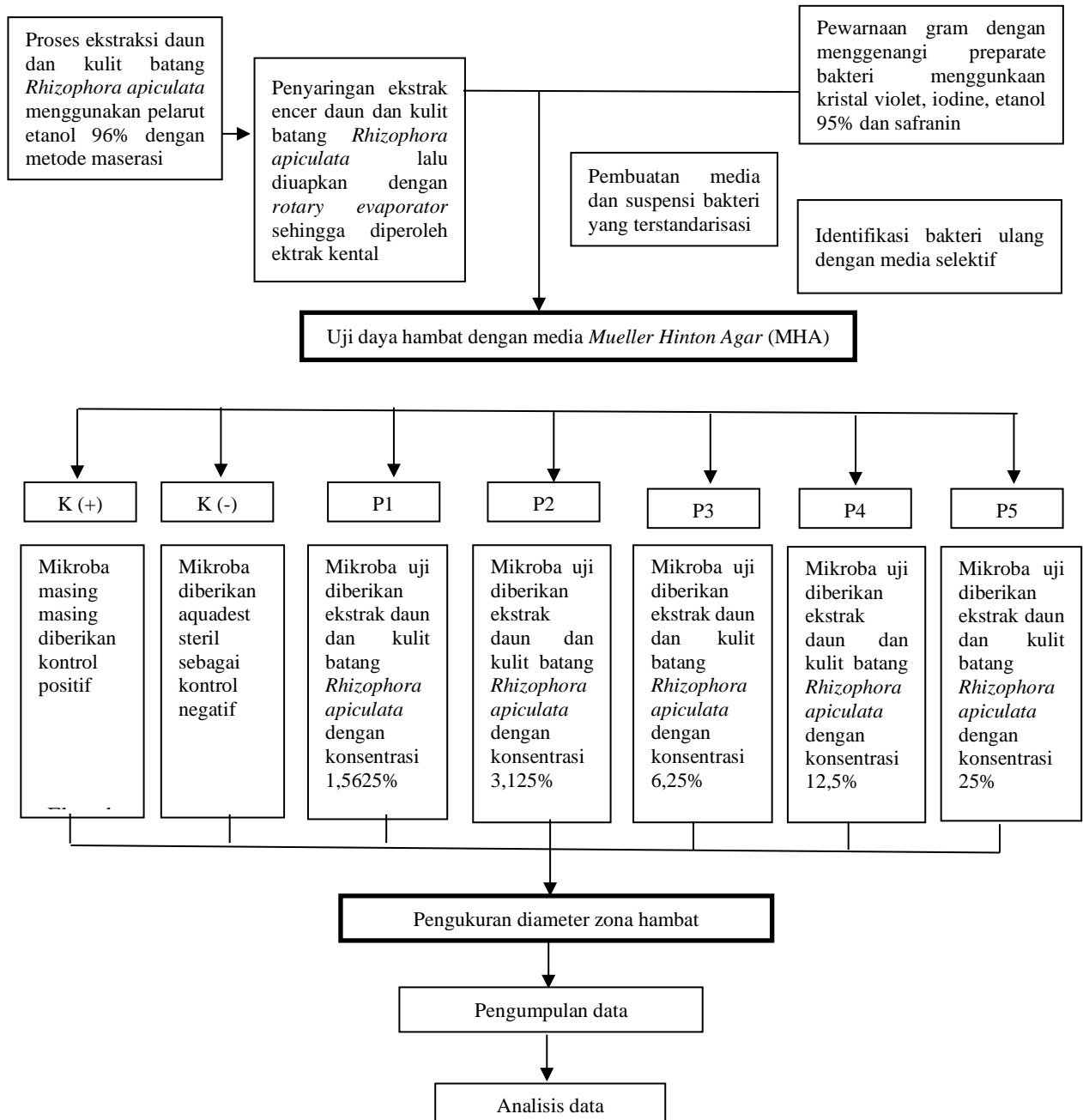
Setelah 1x24 jam masa inkubasi, pengamatan dilakukan pada hasil pertumbuhan mikroba pada media uji. Daerah bening yang terbentuk merupakan petunjuk kepekaan mikroba terhadap antibiotik atau bahan antimikroba lainnya yang digunakan sebagai bahan uji. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui lebar diameter zona hambat dengan menggunakan mistar berskala atau jangka sorong. Caranya, diameter keseluruhan daerah bening diukur, lalu dikurangi dengan diameter sumuran. Kemudian, diameter zona hambat yang dihasilkan dikategorikan ke dalam kekuatan daya antimikroba berdasarkan penggolongan tertentu. Penggolongan ini biasanya terbagi menjadi beberapa kategori berdasarkan ukuran diameter zona hambat (Kindangen *et al.*, 2018)

**Tabel 8.** Hubungan Diameter dan Kategori Zona Hambat.

Diameter (mm)	Kategori Zona Hambat
$\leq 5$	Lemah
6-10	Sedang
10-20	Kuat
$\geq 21$	Sangat Kuat

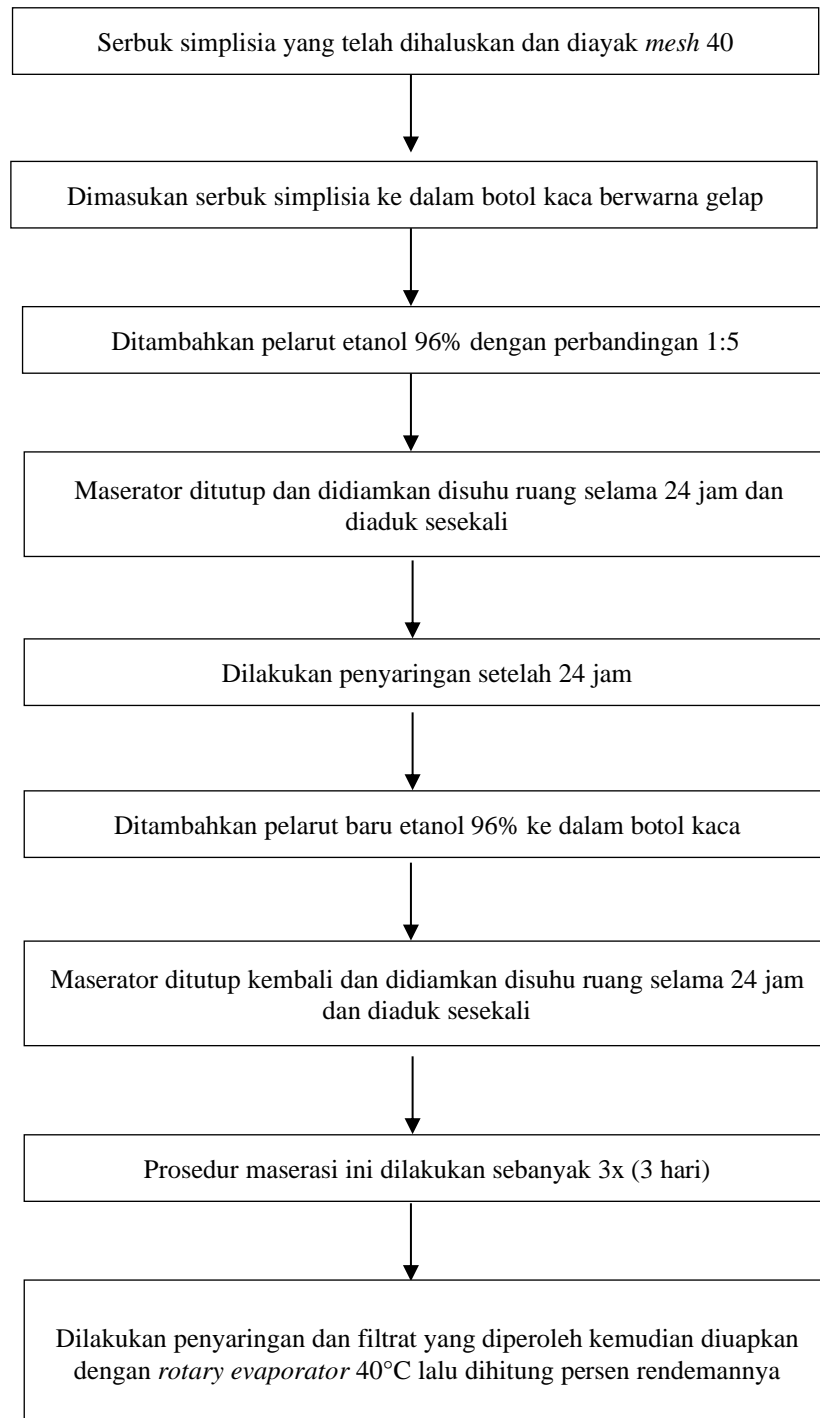
(Davis & Sout, 1971).

### 3.8 Diagram Alur

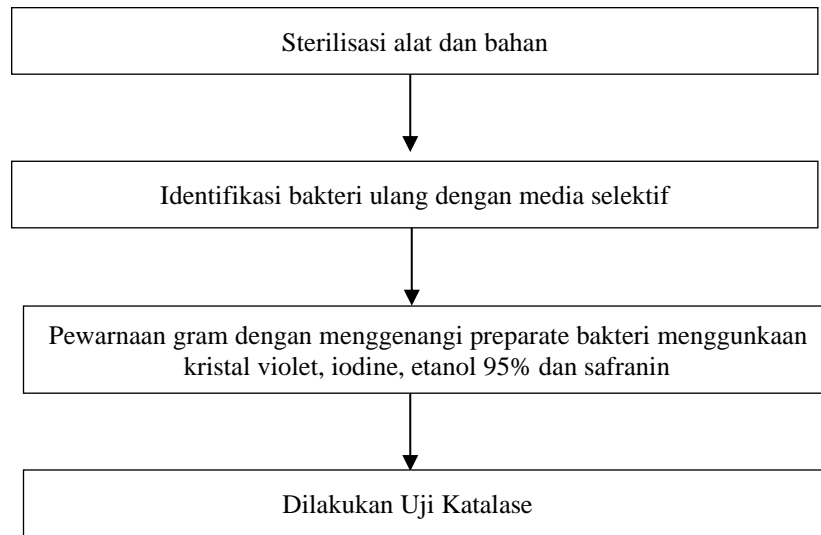


Gambar 17. Diagram Alur

### 3.8.1 Pembuatan Ekstrak Daun dan Kulit Batang Menggunakan metode Maserasi

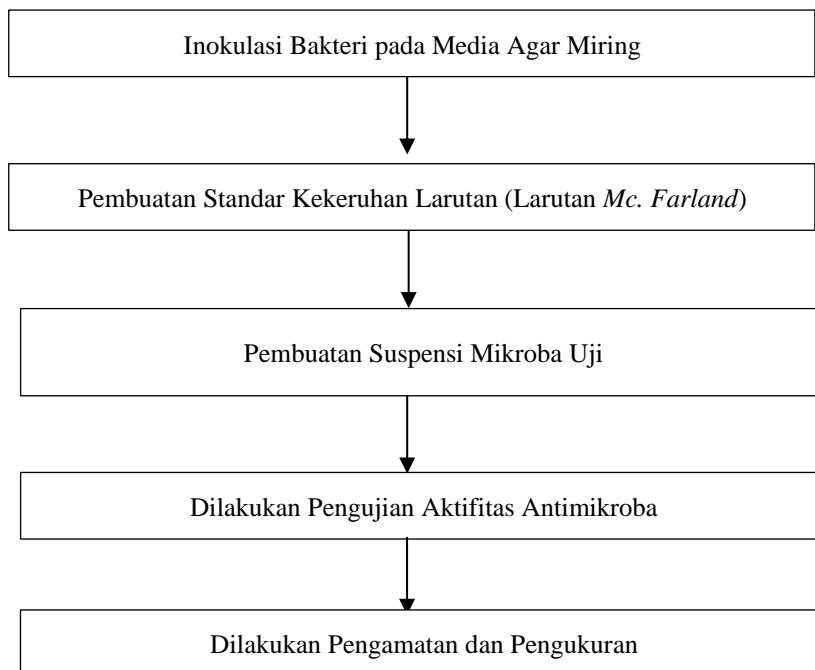


### 3.8.2 Prosedur identifikasi Mikroba



**Gambar 18.** Diagram Alur Identifikasi Mikroba

### 3.8.3 Uji Diameter Zona Hambat Mikroba



**Gambar 19.** Diagram Alur Uji Diameter Zona Hambat Mikroba

### 3.9 Analisis Data

Pengolahan data dalam penelitian ini mengikuti Langkah-langkah antara lain:

1. *Editing*

Pengecekan kembali data-data yang dikumpulkan dari hasil pengukuran dalam penelitian untuk mendeteksi kesalahan atau eror dalam memasukkan data

2. *Coding*

Proses dalam mengkode data pada masing-masing hasil pengukuran penelitian yang diatur untuk mempermudah pengolahan data.

3. *Entry dan Processing*

Data yang telah diberi kode akan dianalisis dengan memasukan data tersebut ke dalam program.

4. *Tabulating*

Data-data hasil penelitian yang telah dianalisis dengan program dimasukkan ke dalam tabel sesuai kriteria yang telah ditentukan.

Analisis data menggunakan software yang akan mengolah data menjadi 2 macam analisis data, yaitu :

1. Analisis Univariat

Analisis univariat dalam penelitian ini dilakukan untuk menilai mean dan standar deviasi

2. Analisis Bivariat

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji *Saphiro-Wilk* untuk melihat normalitas data. Setelah data dikatakan berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ), maka digunakan uji *Levene* untuk mengecek homogenitasnya. Bila  $p > 0,05$  maka data dikatakan homogen. Kemudian dilakukan uji statistik yang disebut "One Way ANOVA" dan kemudian dilakukan uji *post-hoc* LSD. Apabila data terdistribusi tidak normal maka digunakan uji alternatif *Kruskal-Wallis*. Analisis ini

dilakukan untuk mengetahui seberapa baik pengaruh daun dan kulit batang *Rhizophora apiculata*, etanol 96% terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Candida albicans*. Interpretasi uji statistik ini yaitu:

1. Apabila  $p < \alpha$  (0,05) maka hasilnya signifikan, artinya ada hubungan yang signifikan antara variabel independen dan dependen, atau hipotesis penelitian diterima.
2. Jika  $p > \alpha$  (0,05), berarti sampel tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dan variabel independen tidak mempengaruhi variabel dependen, atau hipotesis penelitian ditolak

### 3.10 Etika Penelitian

Etika penelitian adalah perilaku ataupun perlakuan peneliti terhadap subjek penelitiannya. Penelitian sudah mendapatkan persetujuan etik dari komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung selaku institusi tempat penelitian dengan No.3614/UN26.18/PP.05.02.00/2023. Surat Keterangan persetujuan etik ini terdapat pada **Lampiran 1**.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan senyawa metabolit yang terkandung dalam ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*) yaitu positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid.
2. Kandungan senyawa metabolit yang terkandung dalam ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) yaitu positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid.
3. Terdapat aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes*, namun tidak memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Pseudomonas aeruginosa* dan *Candida albicans*.
4. Terdapat aktivitas antimikroba ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes*, namun tidak memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Pseudomonas aeruginosa* dan *Candida albicans*.
5. Ekstrak etanol 96% daun bakau (*Rhizophora apiculata*) dengan konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25% memiliki diameter zona hambat rata-rata sebesar 6,33 mm, 7,60 mm, 8,20 mm, 9,80 mm, dan 10,96 mm dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Dan pada konsentrasi yang sama yaitu 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25% memiliki diameter zona hambat rata-rata sebesar 9,30 mm, 11,50 mm, 12,60 mm, 15,90 mm dan 19,36 mm dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes*.

Sedangkan pada kontrol positif yaitu ampicillin memiliki diameter zona hambat masing- masing 31,30 mm dan 34,60 mm dan kontrol negatif tidak memberikan diameter zona hambat.

6. Ekstrak etanol 96% kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) dengan konsentrasi konsentrasi 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25% memiliki diameter zona hambat rata-rata sebesar 8,30 mm, 9,26 mm, 10,76 mm, 11,80 mm dan 13,50 mm dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Dan pada konsentrasi yang sama yaitu 1,6%, 3,2%, 6,25%, 12,5% dan 25% memiliki diameter zona hambat rata-rata sebesar 11,36 mm, 16,13 mm, 20,50 mm, 22,76 mm dan 24,06 mm dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes*. Sedangkan pada kontrol positif yaitu ampicillin memiliki diameter zona hambat masing- masing 31,33 mm dan 34,63 mm dan kontrol negatif tidak memberikan diameter zona hambat.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian ini, penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dilakukannya uji secara kuantitatif seperti analisis dengan metode spektrofotometer Uv-Vis. Selain itu dapat dilakukan uji kadar hambat minimum (KHM) dan kadar bunuh minimum (KBM) ekstrak etanol 96% daun dan kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) terhadap mikroba uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi Redha. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif Dan Peranannya Dalam Sistem Biologis. *Jurnal Belian*. 9(2): 196–202.
- Adi & Usman. 2017. Potensi Antijamur Ekstrak Metanol Daun Mangrove *Rhizopora Mucronata* Terhadap Jamur *Candida Albicans* Dan *Aspergillus Niger*. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 15(1): 29–34.
- Adjeng NTA, Hairah S, Herman S, Ode MFL, Sartinah A, Fitriana N, & Sabarudin. 2019. Skrining Fitokimia dan Evaluasi Sediaan Sabun Cair Ekstrak Etanol 96% Kulit Buah Salak Pondoh *Salacca zalacca Gaertn. Voss*. Sebagai Antioksidan. *Jurnal Farmasi, Sains Dan Kesehatan Pharmaubo*. 5(1): 21.
- Agustina D, Indreswar L, Nisa Trisianti F., Izza EM, K., Hermansyah, B., Surya Wahyudi, S., & Firdaus, J.(2020. Modulasi Aktivitas Ciprofloxacin Terhadap *Pseudomonas Aeruginosa* Oleh N-Asetilsistein Dan Vitamin C. *Syifa' Medika*. 11(1): 30–40.
- Ahmed D, Chaieb I, Salah K. Boukamcha H, Jannet H, Mighri Z, dan Daami R. 2015. Antibacterial and antifungal activities of *Cestrum parqui* saponins: possible interaction with membrane sterols. *International Research Journal of Plant Science*. 3(1): 1–7.
- Akasia IA, Putra NNDI, dan Putra GNI. 2021. Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang Dikoleksi dari Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*. 4(1): 16–22.

- Ambinari M, Darusman D, Alikodra H, dan Santoso N. 2015. Penataan Peran Para Pihak Dalam Pengelolaan Hutan Mangrove Di Perkotaan: Studi Kasus Pengelolaan Hutan Mangrove Di Teluk Jakarta. *Jurnal Analisis Kebijakan*. 13(1): 29–40.
- Amir M, & Abna I. 2022. Tanaman herbal menjadi pilihan sebagai obat tradisional, pangan fungsional dan nutrasetikal. *Jurnal Abdimas*. 9(1): 79–83.
- Amna U, dan Halimatussakdiah. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Alkaloid dari Tumbuhan *Alseodaphne Peduncularis* (Wall. Ex. Ness) Meissn (Medang Hitam) serta Uji Sitotoksik terhadap Sel HeLa (Kanker Servik). *Jurnal Ilmiah Jurutera*. 3(2): 001–005.
- Ampou EE, Triyulianti I, dan Nugroho SC. 2015. Bakteri Asosiasi Pada Karang Scleractinia Kaitannya Dengan Fenomena La-Nina Di Pulau Bunaken. *Jurnal Kelautan Nasional*. 10(2): 55.
- Anggaraini W, Choirun N, Ramadhani R, dan Burhan. 2019. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Buah Blewah (*Cucumis melo L. var. cantalupensis*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Pharmaceutical Journal Of Indonesia*. 5(1): 61–66.
- Abtian M S, Riza H, & Fajriaty I. 2019. Skrining Fitokimia Ekstrak Air Daun Belimbing Manis (*Averrhoa carambola L.*). *Journal of Mesica*. 2(1): 34–40.
- Anggraeni P, Chatri M, dan Advinda L. 2023. Karakteristik Saponin Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan. *Serambi Biologi*. 8(2): 251–258.
- Arifin B, dan Ibrahim S. 2018. Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid Structure, Bioactivity And Antioxidan Of Flavonoid. *Jurnal Zarah*. 6(1): 21–29.
- Azizah M, Septy L, dan Rikmasari. 2020. Uji aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak etanol daun seledri (*Apium graveolens L.*) dan madu hutan terhadap beberapa bakteri penyebab penyakit kulit. *Jurnal Penelitian Sains*. 22(1): 37–44.
- Azizah ND, Kumolowati E, dan Faramayuda F. 2014. Penetapan Kadar Flavonoid

- Metode AlCl<sub>3</sub> Pada Ekstrak Metanol Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*). Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi. 2(2): 45–49.
- Berawi N, dan Marini D. 2018. Efektivitas Kulit Batang Bakau Minyak (*Rhizophora apiculata*) sebagai Antioksidan. J Agromedicine . 5(1): 412–417.
- Bradley B, Umiana ST, & Ramadhian R. 2019. Perbandingan Daya Hambat Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Sirih Hijau (*Piper Betle L.*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhi* dan *Staphylococcus aureus*. J Agromedicine. 6(2):400–404.
- Caesario B, Mustofa S, & Oktaria D. 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. 9(1): 43–47.
- Clinical and Laboratory Standart Intitute. 2021. Perfomance Standards for Antimicrobial Suscebility Testing (315th ed., Vol. 31).
- Carrol K, Hobden J, Miller S, & Morse S. 2016. Adelbergs Medical Microbiology (27th ed.). Megraw-Hill Education.
- Debari E, Karundeng B., Hanizar E., Nur D, & Sar R. 2022. Potensi Ekstrak Daun *Rhizophora mucronata* Sebagai Antibakteri pada *Staphylococcus aureus*. Jurnal Biosapphire, 1(1).
- Davis WW, Stout TR. 1971. Disc plate methods of microviological antibiotic assay. Microbiology, 22(4):659-665.
- Dewi AK. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. Jurnal Sain Veteriner. 31(2): 138–150.
- Dewi N, & Ima W. 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lamun (*Cymodocea Rotundata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*.

- Journal Of Fisheries Science And Technology (Ijfst) Saintek Perikanan. 13(1): 1–6.
- Depkes RI. 1995. Farmakope Indonesia Edisi IV (IV). Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Dewa I, Rayna A, Wikananda N, Agus Hendrayana M, Januartha K, dan Pinatih P. 2019. Efek Antibakteri Ekstrak Ethanol Kulit Batang Tanaman Cempaka Kuning (*M. Champaca L.*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*. Jurnal Medika. 8(5).
- Dewantari R, Lintang ML, dan Nurmiyati. 2018. Jenis Tumbuhan yang Digunakan sebagai Obat Tradisional Di Daerah Eks-Karesidenan Surakarta. Bioedukasi. 11(2): 118–123.
- Dewanto DK, Hermawan R, Muliadin M., Riyadi PH, Aisiah S, dan Tanod WA. 2021. Profil Gc-Ms Dari Ekstrak Daun *Rhizophora Apiculata* Dari Pesisir Teluk Tomini, Sulawesi Tengah Dengan Aktivitas Antibakteri Dan Antioksidan. Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology. 14(1): 30–42.
- Dewi AK. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. Jurnal Sain Veteriner. 31(2): 138–150.
- Dian E, dan Djannatun T. 2016. Teknik Firm Agar untuk Isolasi Bakteri Menjalar Firm Agar Technique for Isolation of Swarming Bacteria. Jurnal Kedokteran Yarsi. 24(2): 121–141.
- Diggle SP, & Whiteley M. 2020. Microbe profile: *Pseudomonas aeruginosa*: Opportunistic pathogen and lab rat. Microbiology (United Kingdom). 16(1), 30–33.
- Dzen S, Santoso S, Roekistiningsih dan Winarsih S. 2013. Bakteriologi Medik 1st . Bayumedia Publishing.

- Effendi I. 2020. Metode Identifikasi Dan Klasifikasi Bakteri. Oceanum Press.
- Endah NR. 2017. Pembuatan Ekstrak Etanol Dan Penapisan Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Sintok (*Cinnamomun Sintoc Bl.*). Jurnal Hexagro. 1(2): 29–35.
- Ferretti J, Stevens D, dan Fischetti V. 2016. *Streptococcus pyogenes: Basic Biology to Clinical Manifestations*. Oklahoma City (OK): University of Oklahoma Health Sciences Center. 3(1).
- Gera K, dan McIver KS. 2013. Laboratory growth and maintenance of streptococcus pyogenes (The Group A Streptococcus, GAS). Current Protocols in Microbiology. 30(1): 1–14.
- Gunawan, S. G. 2007. Farmakologi dan Terapi, Edisi V (5th ed.). Gaya Baru.
- Hakim RA, dan Saputri R. 2020. Narrative Review: Optimasi Etanol Sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid Dan Fenolik. Jurnal Surya Medika. 6(1): 177–190.
- Haryoto H, dan Frista A. 2019. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol, Fraksi Polar, Semipolar dan Non Polar dari Daun Mangrove *Kacangan (Rhizophora apiculata)* dengan Metode DPPH dan FRAP. Jurnal Sains Dan Kesehatan. 2(2): 131–138.
- Hasanah N, & Gultom ES. 2020. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena Odorata*) Terhadap Bakteri Mdr (Multi Drug Resistant) Dengan Metode Klt Bioautografi. Jurnal Biosains. 6(2): 45.
- Hasnaeni, Wisdawati, & Usman, S. 2019. Formulasi dan Analisis Nilai Gizi Bakso Kotak dari Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*). Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy). 5(2):166–174.
- Harborne. 1987. Metode Fitokimia Penuntun Cara Moders Menganalisis Tumbuhan (3rd ed.).
- Hayati, LN, Tyasningsih W, Praja RN, Chusniati S, Yunita MN, dan Wibawati PA. 2019. Isolasi dan Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada Susu Kambing

- Peranakan Etawah Penderita Mastitis Subklinis di Kelurahan Kalipuro, Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*. 2(2): 76.
- Hermanto S, Sugoro I, dan Ikmalia. 2018. Profil Protein *Escherichia coli* Hasil Inaktivasi Iradiasi Gamma Sebagai Bahan Vaksin Mastitis. *Jurnal Kimia Valensi*. 1(2): 53–57.
- Hidayah WW, Kusri D, & Fachriyah E. 2016. Isolasi, Identifikasi Senyawa Steroid dari Daun Getih-Getihan (*Rivina humilis L.*) dan Uji Aktivitas sebagai Antibakteri. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*. 19(1): 32–37.
- Illing I, Safitri W, dan Erfiana. 2017. Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan. *Jurnal Dinamika*. 8(1): 66–84.
- Ikhwan Habibi A, Arizal Firmansyah R., Mukhlisoh S S. 2018. Indonesian Journal of Chemical Science Skrining Fitokimia Ekstrak n-Heksan Korteks Batang Salam (*Syzygium polyanthum*). *J. Chem. Sci.* 7(1): 19-20
- Indrayati S, dan Sari RI. 2018. Gambaran *Candida Albicans* Pada Bak Penampung Air Di Toilet Sdn 17 Batu Banyak Kabupaten Solok. *Jurnal Kesehatan Perintis*. 5(2): 113–138.
- Indah E, Anggraeni S, Nugroho UA, & Nisa HD. 2023. Perbandingan Kadar Flavonoid Dan Fenolik Ekstrak Etanol Kulit Dan Biji Mangga (*Mangifera Indica L.*) Varietas Arummanis Dan Manalagi. *Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*. 12(1):19–29.
- Isramilda, Sahreni, S., & Saputra, A. (2020). Uji Konsentrasi Daya Hambat Rebusan Daun Srikaya (*Annona squamosa L.*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Best Journal*, 31, 1–8.
- Isnawati PA, Ratnaningsih A, dan Nofita. 2018. Perbandingan Teknik Ekstraksi Maserasi Dengan Infusa Pada Pengujian Aktivitas Daya Hambat Daun Sirih Hijau (*Piper Betle L.*) Terhadap *Escherichia Coli*. *Jurnal Farmasi Malahayati*. 1(1): 19–24.



- Jawetz E, Melnick JL, dan Adelberg. 2016. *Medical Microbiology* (27th ed.). McGraw-Hill Education.
- Jayanthi IAA, Tarini AMN, dan Praharsini AAGI. 2020. *Staphylococcus aureus* sebagai agen penyebab infeksi pada kasus erisipelas kruris dekstra dengan liken simpleks kronikus. *Intisari Sains Medis*. 11(3): 1482–1491.
- Jovie M., Adeanne C, dan Anindita F. 2015. Penetapan Kadar Saponin Pada Ekstrak Daun Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata Prain Varietas S. Laurentii*) Secara Gravimetri. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan*. 2(2): 65–69.
- Kaluamurthi S. 2014. Documentation of hypoglycemic and wound healing plants in Kodyampalayam coastal village (southeast coast of India). *Journal of Coastal Life Medicine*.
- Karundeng B, Hanizar E, & Sari R. 2022. Potensi Ekstrak Daun Rhizophora mucronata Sebagai Antibakteri pada Staphylococcus aureus. *Jurnal Biosapphire*. 1(1): 10–18.
- Katiyar C, Kanjilal S, Gupta A, dan Katiyar S. 2015. Drug discovery from plant sources: An integrated approach. *An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda*. 33(1): 10.
- Kirtanayasa G. 2022. Literatur Review : Aktivitas Antibakteri Beberapa Ekstrak Tanaman Terhadap Bakteri Klebsiella Pneumonia. *Gema Agro*. 27(2): 107–111.
- Kurnia Dewi L., Hendra SA., Wahyu C, Hayati N, Parasu R., & Amalia, E. (2020). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Daya Antibakteri Hasil Ekstraksi Daun Sirih Hijau (*Piper Betle L.*) pada Aktivitas Staphylococcus Epidermidis. *Journal Of Innovation and Applied Technology*. 7(1): 1161–1165.
- Kiswandono AA. 2015. Perbandingan Dua Ekstraksi Yang Berbeda Pada Daun Kelor (*Moringa Oleifera, Lamk*) Terhadap Rendemen Ekstrak Dan Senyawa Bioaktif Yang Dihasilkan. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 1(1): 45–51.
- Kunta AA, 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): 84–94.
- Kurniawan B, dan Ferly AW. 2015. Binahong (*Cassia Alata L*) For Inhibiting The Growth Of Bacteria. *J Majority*. 4(4): 100–104.
- Lannes-Costa PS, de Oliveira JSS, da Silva SG, dan Nagao PE. 2021. A current review of pathogenicity determinants of *Streptococcus sp*. *Journal of Applied Microbiology*, 131(4), 1600–1620.
- Lestari P. 2016. Studi tanaman khas sumatera utara yang berkhasiat obat. *Jurnal Farmanesia*. 1(11): 11–21.
- Lorent, Joseph H, Leclercq Q, dan Joelle. 2014. The amphiphilic nature of saponins and their effects on artificial and biological membranes and potential consequences for red blood and cancer cells. *Royal Society of Chemistry*. 12(44): 8803–8822.
- Lallo S, Hardianti B, Umar H, Trisurani W, Wahyuni A., & Latifah, M. 2020. Aktivitas Anti Inflamasi dan Penyembuhan Luka dari Ekstrak Kulit Batang Murbei (*Morus alba L.*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*. 6(1): 26–36.
- Lutfiyanti R, Ma'ruf , & Dewi E. 2017. Aktivitas Antijamjur Bioaktif Ekstrak *Gelidium latifolium* terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi*. 1(1): 1–8.
- Magani A, Tallei T, dan Kolondam B. 2020. Uji antibakteri nanopartikel kitosan terhadap pertumbuhan bakteri *staphylococcus aureus* dan *escherichia coli*. (antibacterial test of chitosan nanoparticles against *staphylococcus aureus* and *sscherichia coli*). *Jurnal Biologi*. 7–12.
- Makatamba V, Rundengan G, dan Fatimawali. 2020. Analisis Senyawa Tannin Dan Aktifitas Antibakteri Fraksi Buah Sirih (*Piper betle L*) Terhadap *Streptococcus mutans*. *Jurnal Mipa*. 9(2): 75–80.

- Maligan JM, Widayanti VT, & Zubaidah E. 2015. Identification of Antimicrobial Compounds of Microalgae *Tetraselmis chuii* Extract (Study the Maceration Extraction Method, Type of Solvent, and Extraction Time). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 16(3): 195–206.
- Mahmiah, Azmi AM, & Riwanti P. 2019. Bioaktivitas Antijamur Ekstrak Metanol Kulit Batang Bakau Hitam (*Rhizophora Mucronata*) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida Albicans*. *Seminar Nasional Kelautan Xiv*. 2(1): 32–40.
- Makhfirah N, Fatimatuazzahra C, Mardina, V., & Fanani Hakim, R. (2020). Pemanfaatan Bahan Alami Sebagai Upaya Penghambat *Candida Albicans* Pada Rongga Mulut. *Jurnal Jeumpa*. 7(2): 400–413.
- Malanggi LP, Sangi MS, dan Paendong JJE. 2014. Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana Mill.*). *Jurnal Mipa Unstrat*. 1(1): 5–10.
- Maligan JM, Widayanti VT, & Zubaidah E. 2015. Identification of Antimicrobial Compounds of Microalgae *Tetraselmis chuii* Extract (Study the Maceration Extraction Method, Type of Solvent, and Extraction Time). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 16(3): 195–206.
- Mawarda A, Samsul E, dan Sastyarina Y. 2020. Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi dari Ekstrak Etanol Umbi Bawang Tiwai (*Eleutherine americana Merr*) terhadap Rendemen Ekstrak dan Profil Kromatografi Lapis Tipis. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 11: 1–4.
- Mirzoeva OK, Grishanin RN, dan Calder PC. 2015. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. *Microbiological Research*. 152(3): 239–246.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Media Neliti*. 7(2): 361–367.
- Muntaha A, Hayati dan Hayati N. 2015. Perbandingan Penurunan Kadar Formalin Pada Tahu Yang Direbus Dan Direndam Air Panas. *Medical Laboratory*

- Technology Journal. 1(2): 84–90.
- Mustika DI, Rusdiana O, dan Sukendro. 2014. Pertumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) di persemaian mangrove Desa Muara Teluk Naga, Tangerang, Banten. *Bonorowo Wetlands*.4(2): 108–116.
- Mustofa S, Alfa N, Wulan AJ, dan Rakhmanisa S. 2019. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Batang Bakau Minyak (*Rhizophora apiculata*) Etanol 95 % terhadap Arteri Koronaria Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Jantan Galur Sprague dawley yang Dipaparkan Asap Rokok. *JK Unila*. 3(1): 28–33.
- Mustofa S, Tarigan CY. 2023. Efek Protektif Ekstrak Kulit Batang Bakau *Rhizophora apiculata* terhadap Kerusakan Histopatologi Paru *Rattus norvegicus* yang Diinduksi Asap Rokok. *Jurna Kesehatan*. 14(2):241-250.
- Mustofa S, & Anisya V. 2020. Efek Hepatoprotektif Ekstrak Etanol *Rhizophora Apiculata* pada Tikus yang Dipaparkan Asap Rokok. *JK Unila* . 4(1): 12–17.
- Mustofa S, Ciptaningrum I, dan Zuya C. 2020. Acta Biochimica Indonesiana Subacute Toxicity Test Of *Rhizophora Apiculata* Bark Extract On Liver And Pancreas Histopathology Of Rats. *Arta Biochimica Indonesiana*. 3(2): 89–97.
- Mustofa S, Kamali A, Wulan S, dan 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): 472–478.
- Mustofa S, dan Yasminanindita F. 2021. Efek Protektive Kardiovaskular Ekstrak *Rhizophora Apiculata* Berbagai Pelarut pada Tikus Yang Dipaparkan Asap Rokok. *JK Unila* , 5(1), 7–15.
- Mustofa S, Adjeng ANT, Kurniawaty E, Ramadhita 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).

- Mustofa S, dan Yasminanindita FZ. 2021. Efek Protektive Kardiovaskular Ekstrak *Rhizophora Apiculata* Berbagai Pelarut pada Tikus Yang Dipaparkan Asap Rokok. *JK Unila*. 5(1): 7–15.
- Mustofa S, & Hanif, F. 2019. *Acta Biochimica Indonesiana* The Protective Effect Of *Rhizophora Apiculata* Bark Extract Against Testicular Damage Induced By Cigarette Smoke In Male Rats. *Acta Biochimica Indonesian*. 2(1): 23–31.
- Muthmainnah. 2017. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica Granatum L.*) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*. 13(2): 23–26.
- Mutiara N, Rudiyanto W, dan Busman H. 2022. Efek Potensial Ekstrak Kulit Batang Bakau (*rhizophora apiculata*). *Juke Kedokteran Unila*. 9(1): 15–21.
- Mutiawati KV. 2016. Pemeriksaan Mikrobiologi Pada *Candida Albicans*. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*. 16(1): 53-63.
- Naim N, Arifuddin M, Hurustiatiy H, dan Hasan ZA. 2020. Efektifitas Berbagai Variasi Konsentrasi Bekatul Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*. *Jurnal Media Analis Kesehatan*. 11(1): 47.
- Nasrudin, Wahyono, dan Ratna AS. 2017. Isolasi Senyawa Steroid Dari Kukulit Akar Senggugu (*Clerodendrum Serratum L.Moon*). *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi Unstrat*. 6(3): 332–340.
- Noer S, Pratiwi RD, dan Gresinta E. 2018. Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid) sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggau (*Ruta angustifolia L.*). *Jurnal Eksakta*. 18(1): 19–29.
- Nurhayati L, Yahdiyani N, dan Hidayatulloh A. 2020. Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*. 1(2): 41–46.
- Paputungan F, Yamlean PVY, dan Citraningtyas DG. 2014. Uji Efektifitas Salep Ekstrak Etanol Daun Bakau Hitam (*Rhizophora Mucronata Lamk*) Dan

- Pengujian Terhadap Proses Penyembuhan Luka Punggung Kelinci Yang Diinfeksi Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Pharmacon:Jurnal Ilmiah Farmasi Unstrat*. 3(1): 15–26.
- Puspitasari. 2013. Isolasi, Identifikasi Dan Uji Pendahuluan Aktivitas Antibakteri Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Metanol Kulit Batang Bakau Merah (*Rhizophora stylosa*). *Unesa Journal Of Chemistry*. 2(1): 40–46.
- Pelu DA. 2022. Mikrobiologi aktivitas antibakteri. Literais nusantara abadi.
- Pratiwi ST. 2008. Mikrobiologi Farmasi. Erlangga.
- Rahmawati A, Mayasari D, dan Narsa A. 2020. Kajian Literatur: Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herba Suruhan (*Peperomia pellucida L.*). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 12(3): 117–124.
- Ramalingam V, dan Rajaram R. 2018. Enhanced antimicrobial, antioxidant and anticancer activity of *Rhizophora apiculata*: An experimental report. *3 Biotech*. 8(4): 1–13.
- Rasheed NA, Husein NR, Region K, dan Polytecnic D. 2021. *Staphylococcus aureus* : An Overview of Discovery , Characteristics , Epidemiology , Virulence Factors and Antimicrobial Sensitivity. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 8(3): 1160–1183.
- Riski K, Abrar M, dan Fakhurrhazi. 2017. The Isolation of *Staphylococcus aureus* Bacteria on Talang-Talang Salted Fish (*Scomberoides commersonianus*) inLeupung. *JIMVET*. 01(3): 366–374.
- Rohaeti E, Batubara I, Lieke A, dan Darusman L. 2010. Potensi Ekstrak *Rhizophora* sebagai Inhibitor Trosiding Semmas Sains II. IPB. 196–201.
- Rollando. 2019. Senyawa Antibakteri Dari Fungi Endofit (1st ed.). CV. Sribu Bintang.
- Saeful A, Selvira M, Intan AN, dan Cahya A. 2021. Skrining Virtual Senyawa

- Alkaloid sebagai Inhibitor Main Protease untuk Kandidat Anti-Sars-Cov-2. Deepublish.
- Salmerón-Manzano E, Garrido-Cardenas JA, dan Manzano-Agugliaro F. 2020. Worldwide research trends on medicinal plants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(10): 1–20.
- Sari DY, Rani W, & Anisa NT. 2021. Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Jamur Susu Harimau (*Lignosus rhinocerus*). *Jurnal Farmasi Udayana*. 10(1): 23–30.
- Savitri NH, Nur ID, dan Wahyunitasari MR. 2019. Aktivitas Daya Hambat Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum L.*) Terhadap Bakteri *Streptococcus Pyogenes* Dan *Pseudomonas Aeruginosa*. *Journal of Vocational Health Studies*. 3(1): 72–77.
- Seepana R, Perumal K, Kada NM, Chatragadda R, Raju M, dan Annamalai V. 2016. Evaluation of antimicrobial properties from the mangrove *Rhizophora apiculata* and *Bruguiera gymnorhiza* of Burmanallah coast, South Andaman, India. *Journal of Coastal Life Medicine*. 4(6): 475–478.
- Seleem D, Pardi V, dan Murata R. 2017. Review of flavonoids: A diverse group of natural compounds with anti-*Candida albicans* activity in vitro. *Archives of Oral Biology*. 76(2): 76–83.
- Soleha UT. 2015. Uji Kepekaan terhadap Antibiotik. *Juke Kedokteran Unila*. 5(9): 119–123.
- Syaron Manongko, P., Sangi, S., & Momuat, I. (2020). Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli L.*). *Jurnal Mipa Unstrat*, 9(2), 64–69.
- Ikhwan Habibi, A., Arizal Firmansyah, R., Mukhlishoh Setyawati, S., & Hamka Kampus Ngaliyan Semarang, J. I. (2018). Indonesian Journal of Chemical Science Skrining Fitokimia Ekstrak n-Heksan Korteks Batang Salam (*Syzygium polyanthum*). *J. Chem. Sci*, 7(1). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>

- Sophia A, dan Suraini. 2023. Efektivitas Aquabidest Dan Limbah Air Ac Sebagai Pelarut Media Sda Untuk Pertumbuhan *Candida Albicans*. Jurnal Biologi Makassar. 8(1): 16–22.
- Sormin RBD, Nendissa DM, Mailoa MN, Rieuwpassa F, dan Wenno MR. 2021. Antibacterial activity of *Rhizophora apiculata* extract originated from Inner Ambon Bay against selected pathogen bacteria. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Saputera A, Marpaung A, & Ayuchecaria N. 2019. Konsentrasi Hambat Minimum (Khm) Kadar Ekstrak Etanol Batang Bajakah Tampala (*Spatholobus Littoralis Hassk*) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Melalui Metode Sumuran. Jurnal Ilmiah Manununtung. 5(2): 167–173.
- Spellerberg B, dan Brandt C. 2016. Laboratory Diagnosis of *Streptococcus pyogenes* (group A streptococci).
- Seepana, R., Perumal, K., Kada, N. M., Chatragadda, R., Raju, M., & Annamalai, V. (2016b). Evaluation of antimicrobial properties from the mangrove *Rhizophora apiculata* and *Bruguiera gymnorrhiza* of Burmanallah coast, South Andaman, India. *Journal of Coastal Life Medicine*, 4(6), 475–478.
- Syahrial. 2019. Studi komparatif morfologi mangrove *Rhizophora apiculata* pada kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri Provinsi Riau. Maspari Journal. 11(1): 31–40.
- Syaron Manongko P, Sangi S, & Momuat I. 2020. Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli L.*). Jurnal Mipa Unstrat. 9(2):64–69.
- Syawal H, Yuharmen, dan Ronal K.2019. Sensitivitas Ekstrak Daun *Rhizophora Apiculata* Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas Hydrophila*. Jurnal Ruaya. 7(2): 34–38.
- Tiwari P, Kumar B, Kaur M, dan Kaur G. 2016. Phytochemical screening and Extraction: A Review. Internationale Pharmaceutica Scientia. 1(1): 98–106.



- Tarman K, Purwaningsih S, & Negara P. 2014. Aktivitas Antibakteri Antibacterial Activity Of *Rhizophora Mucronata* Against Diarrhea Causing Bacteria. *Jphpi*, 16(3):249–258.
- Wang T, Li Q, dan Bi K. 2018. Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 13(1): 12–23.
- Wardina AM., dan Mustofa S. 2023. Review Article: Potensi *Rhizophora apiculata* Sebagai Fitofarmaka. *Medula*. 13(2): 137–146.
- WHO. 2001. Global Strategy for Containment of Antimicrobial Resistance.
- Widodo MN, dan Timur P. 2021. Pengaruh Waktu Maserasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mundu (*Garcinia dulcis (Roxb.) Kurz*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*. 10(1): 14–23.
- Wijaya C. 2017. Perbedaan efek anti fungi minyak atsiri kayu manis (*Cinnamum burmanii*), lengkuas (*Alpinia galangal l.*) Dan kombinasinya terhadap *Candida albicans* secara in vitro. Universitas Sebelas Maret.
- Widyastutik, Yunita, Hardani, Trida P, Sari, & Perwito D. 2022. Optimasi Perbandingan Pelarut dan Lama Maserasi terhadap Kadar Total Antosianin Ekstrak Jantung Pisang (*Musa acuminata x Musa balbisiana*). *Jurnal Farmasi Indonesia*. 19(2): 167–175.
- Wink M. 2008. Ecological Roles Of Alkaloid. In *Modern Alkaloids: Structure, Isolation, Synthesis and Biology*. Wiley- VCH Verlag Gmbh & Co. KgaA.
- Yulianti W, Ayuningtiyas G, Martini R, dan Resmeiliana I. 2020. Pengaruh Metode Ekstraksi dan Polaritas terhadap Kadar Fenolik Total Daun Kersen (*Muntingia calabura L*). *Jurnal Sains Terapan*. 10(2:), 41–49.
- Zaini M, dan Shofia V. 2020. Skrining Fitokimia Ekstrak *Carica Papaya Radix*, *Piper Ornatum Folium* dan *Nephelium Lappaceum Semen Asal Kalimantan Selata.*, *Jurnal Polanka*. 2(1):15-28

Zulia PAV, dan Usman. 2017. Potensi Antijamur Ekstrak Metanol Daun Mangrove *Rhizopora Mucronata* Terhadap Jamur *Candida Albicans* Dan *Aspergillus Niger*. Jurnal Kimia Mulawarman. 15(1): 29–34.