

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL KULIT  
BATANG KAYU MANIS (*Cinnamomum burmanni*) TERHADAP  
*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**

**SKRIPSI**

Oleh

DESSYANI SALIM

1861050003



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
JAKARTA  
2022**

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL KULIT  
BATANG KAYU MANIS (*Cinnamomum burmanni*) TERHADAP  
*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked) pada Program Studi Pendidikan Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia

Oleh

DESSYANI SALIM

1861050003



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
JAKARTA  
2022**



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

---

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dessyani Salim  
NIM : 1861050003  
Program Studi : Pendidikan Sarjana Kedokteran  
Fakultas : Kedokteran

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL KULIT BATANG KAYU MANIS (*Cinnamomum birmanni*) TERHADAP *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853” adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 21 April 2022

(Dessyani Salim)



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN**

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL KULIT BATANG  
KAYU MANIS (*Cinnamomum burmanni*) TERHADAP *Pseudomonas*  
*aeruginosa* ATCC 27853

Oleh:

Nama : Dessyani Salim  
NIM : 1861050003  
Program Studi : Pendidikan Sarjana Kedokteran

telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Pendidikan Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, 21 April 2022

Menyetujui:

Pembimbing

Evy Suryani Arodes, S.Pd., M.Biomed.  
NIDN: 0308048803

Ketua Program  
Pendidikan Sarjana Kedokteran

Dekan Fakultas Kedokteran  
Universitas Kristen Indonesia

Dra. Lusia Sri Sunarti, MS.  
NIDN: 0305106006

Dr. dr. Robert Hotman Sirait, Sp.An.  
NIDN: 0301106203



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN**

---

**PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Pada telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagai persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Pendidikan Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Dessyani Salim  
NIM : 1861050003  
Program Studi : Pendidikan Sarjana Kedokteran  
Fakultas : Kedokteran

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL KULIT BATANG KAYU MANIS (*Cinnamomum burmanni*) TERHADAP *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853” oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
--------------	---------------------------	--------------

1. dr. Hertina Silaban, M.Si.	Dosen Penguji I	
-------------------------------	-----------------	--

2. Evy Suryani Arodes, S.Pd., M.Biomed.	Dosen Penguji II	
--	------------------	--

Jakarta, 21 April 2022



## UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

---

### Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dessyani Salim  
NIM : 1861050003  
Fakultas : Kedokteran  
Program Studi : Pendidikan Sarjana Kedokteran  
Jenis Tugas Akhir : Skripsi  
Judul : Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853


Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non-eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta  
Pada Tanggal 21 April 2022  
Yang menyatakan,

Dessyani Salim



“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku”  
Filipi 4:13

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, kasih, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aktivitas Antibakteri Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Indonesia.

Penyusunan tugas akhir skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik berkat bantuan banyak pihak. Untuk itu penulis dengan penuh rasa hormat ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bpk. Haryanto dan Ibu Fransisca, kedua orangtua penulis yang telah mendidik, membesarkan, dan merawat penulis serta keluarga besar penulis untuk doa dan motivasi serta saran sehingga dapat berproses hingga saat ini.
2. Dr. Dhaniswara K. Harjono, S.H., M.H., MBA. Selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia
3. Dr. dr. Robert Hotman Siarit, Sp.An. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia, Dr. dr. Forman Erwin Siagian, M.Biomed. selaku Wakil Dekan I, Dr. Dra. Trini Suryowati, MS. selaku Wakil Dekan II, dan dr. Louisa Ariantje Langi, M.Si., MA. selaku Wakil Dekan II.
4. Dra. Lusia Sri Sunarti, MS. Selaku Ketua Program Studi Pendidikan Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia.
5. Dr. Muhammad Alfarabi, S.Si., M.Si. selaku Ketua Tim Skripsi tahun 2021 beserta pengurus dan anggota Tim Skripsi lainnya yang membantu, mengarahkan, dan mendampingi penulis dalam penyusunan dan sidang tugas akhir.
6. Evy Suryani Arodes, S.Pd., M.Biomed. sebagai dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing penulis selama berkuliah di FK UKI, serta meluangkan waktu, tenaga,



membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir.

7. dr. Hertina Silaban, M.Si. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan waktu dan arahan pada penulisan tugas akhir ini
8. Para dosen pengajar dan staf pendidik Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia yang telah menginspirasi dan memberikan ilmu serta bimbingannya selama penulis berkuliah di FK UKI.
9. Laboran Laboratorium Penelitian dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia, Kak Fitri Naibaho, S.Si. dan Kak Yesi Rosenda Saragih, S.Si. yang telah meluangkan waktu dan tenaganya, serta membantu dan mendampingi penulis selama mengerjakan penelitian di Laboratorium Penelitian dan Mikrobiologi FK UKI.
10. Nindya Sih Nugraheni dan Leo Mahendra selaku teman bimbingan skripsi yang selalu menemani dan berjuang bersama dalam penyusunan skripsi.
11. Sahabat dan teman penulis Lathifah Dzakiyyah Zulfa, Abigail Tirza Melia Silalahi, Ditta Suhita Dewi Asnul, William Kurnia, Tirsa Adella, dan Fauzi Oktogioni yang membantu selama perkuliahan dan proses penyusunan tugas akhir.
12. Keluarga besar FK UKI 2018 yang berjuang bersama dari masa mahasiswa baru hingga saat ini,

serta pihak lain yang turut membantu penulis selama perkuliahan hingga saat ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, dan sangat terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 21 April 2022

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Hipotesis.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.1 Tujuan Umum .....	3
1.4.2 Tujuan Khusus .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.5.1 Bagi Peneliti.....	3
1.5.2 Bagi Instansi .....	3
1.5.3 Bagi Masyarakat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kayu Manis .....	4
2.1.1 Morfologi Kayu Manis .....	5
2.1.2 Klasifikasi dan Varietas Kayu Manis.....	6
2.1.3 Kandungan Kimia Kayu Manis .....	7
2.2 <i>P.aeruginosa</i> .....	10
2.2.1 Klasifikasi <i>P.aeruginosa</i> .....	10
2.2.3 Struktur dan Faktor Virulensi <i>P.aeruginosa</i> .....	11
2.2.4 Penyakit dan Manifestasi Klinis Infeksi <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	14
2.3 Antimikroba .....	14
2.4 Metode Uji Aktivitas Antibakteri .....	16
2.4.1 Metode Dilusi.....	16
2.4.2 Metode Difusi .....	16
2.5 Teknik Ekstraksi.....	17
2.6 Kerangka Teori .....	19
2.7 Kerangka Konsep .....	19

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Jenis Penelitian.....	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.3 Variabel Penelitian.....	20
3.3.1 Variabel Bebas .....	20
3.3.2 Variabel Terikat .....	20
3.4 Alat dan Bahan.....	20
3.4.1 Alat.....	20
3.4.2 Bahan .....	21
3.5 Prosedur Penelitian.....	21
3.5.1 Pembuatan Ekstrak Metanol Kulit Batang Kayu Manis.....	21
3.5.2 Stok Ekstrak Metanol Kulit Batang Kayu Manis.....	21
3.5.3 Media Mueller Hilton Broth.....	22
3.5.4 Suspensi Antibiotik .....	22
3.5.5 Pembuatan Larutan Standar McFarland 0.5.....	22
3.5.6 Inokulasi Bakteri.....	22
3.5.7 Konsentrasi Hambat Minimum (KHM).....	22
3.6 Analisis Data .....	23
3.7 Alur Penelitian .....	24

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil .....	25
4.1.1 Ekstraksi Kulit Batang Kayu Manis.....	25
4.1.2 Aktivitas Anitbakteri Ekstrak Kulit Batang Kayu Manis <i>Cinnamomum burmanni</i> terhadap <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853 .....	25
4.2 Pembahasan.....	27

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	38
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	38
-----------------------	----

## DAFTAR TABEL

**Tabel 2.1** Karakteristik Kayu Manis..... 7



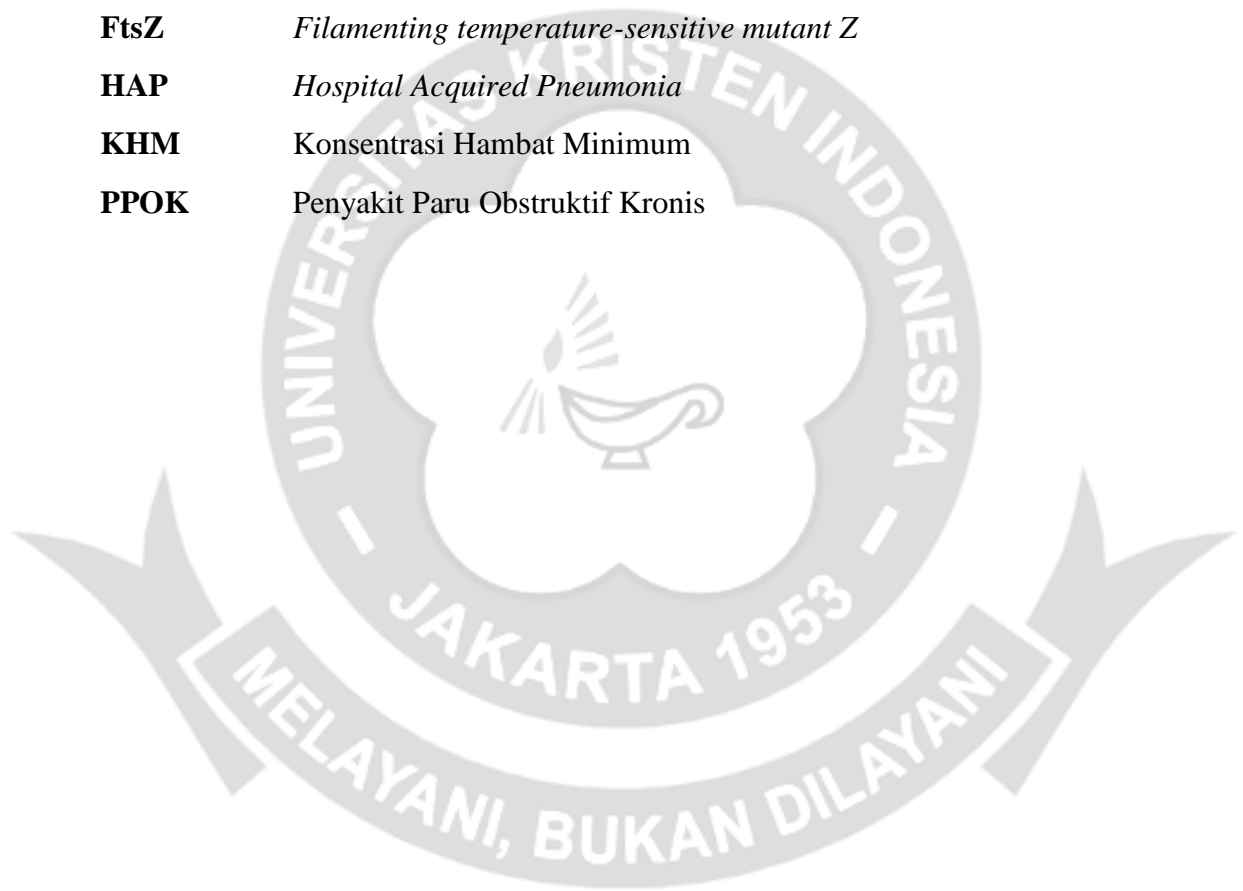
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Tanaman Kayu Manis.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Kerangka Teori.....	19
<b>Gambar 2.3</b> Kerangka Konsep.....	19
<b>Gambar 3.1</b> Kulit Batang Kayu Manis.....	21
<b>Gambar 3.2</b> Alur Penelitian.....	24
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Ekstraksi Kulit Batang Kayu Manis.....	25
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Nilai Absorbansi.....	25
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Persentase Inhibisi.....	26



## DAFTAR SINGKATAN

<b>ADP</b>	<i>Adenosine Diphosphate</i>
<b>ATCC</b>	<i>American Type Culture Collection</i>
<b>BPOM</b>	Badan Pengawas Obat dan Makanan
<b>CAP</b>	<i>Community Acquired Pneumonia</i>
<b>DNA</b>	<i>Deoxyribo-Nucleic Acid</i>
<b>FtsZ</b>	<i>Filamenting temperature-sensitive mutant Z</i>
<b>HAP</b>	<i>Hospital Acquired Pneumonia</i>
<b>KHM</b>	Konsentrasi Hambat Minimum
<b>PPOK</b>	Penyakit Paru Obstruktif Kronis



## DAFTAR LAMPIRAN

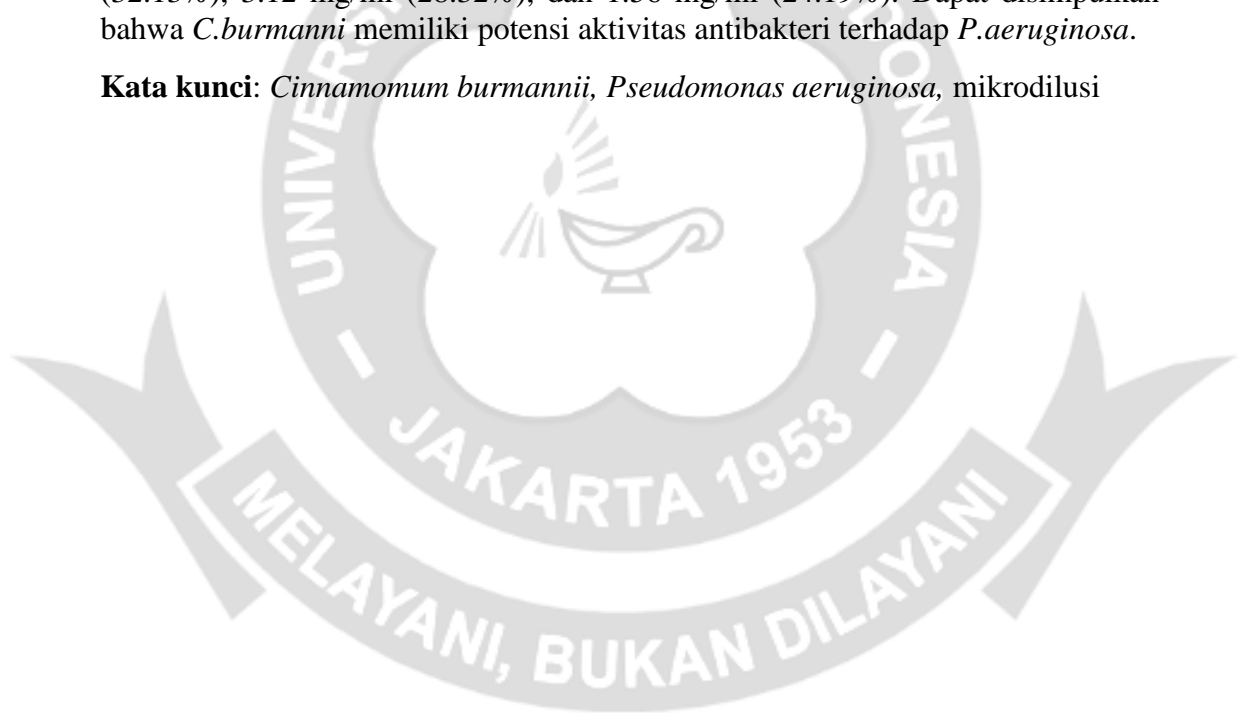
<b>Lampiran 1</b> Surat Izin Penelitian.....	38
<b>Lampiran 2</b> Skema Pengenceran Sampel Uji.....	39
<b>Lampiran 3</b> Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi Sampel.....	40



## ABSTRAK

Kayu manis *Cinnamomum burmannii* yang merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia, memiliki beberapa kandungan senyawa aktif yang dapat berperan sebagai antibakteri seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, sinamaldehyd, dan eugenol. Salah satu bakteri yang dapat menginfeksi manusia adalah *Pseudomonas aeruginosa*, dapat ditemukan di berbagai area seperti rumah sakit, sehingga meningkatkan risiko infeksi pada pasien luka bakar, penggunaan ventilator dan kateter, serta pasien pasca pembedahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak metanol kayu manis *C.burmannii* terhadap *P.aeruginosa* . Ekstraksi kayu manis dilakukan dengan metode maserasi, dan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode mikrodilusi. Nilai persentase inhibisi yang didapat dari tiap konsentrasi ekstrak adalah: 100 mg/ml (89.95%), 50 mg/ml (69.43%), 25 mg/ml (47.28%), 12.5 mg/ml (36.63%), 6.25 mg/ml (32.13%), 3.12 mg/ml (28.32%), dan 1.56 mg/ml (24.19%). Dapat disimpulkan bahwa *C.burmannii* memiliki potensi aktivitas antibakteri terhadap *P.aeruginosa*.

**Kata kunci:** *Cinnamomum burmannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, mikrodilusi

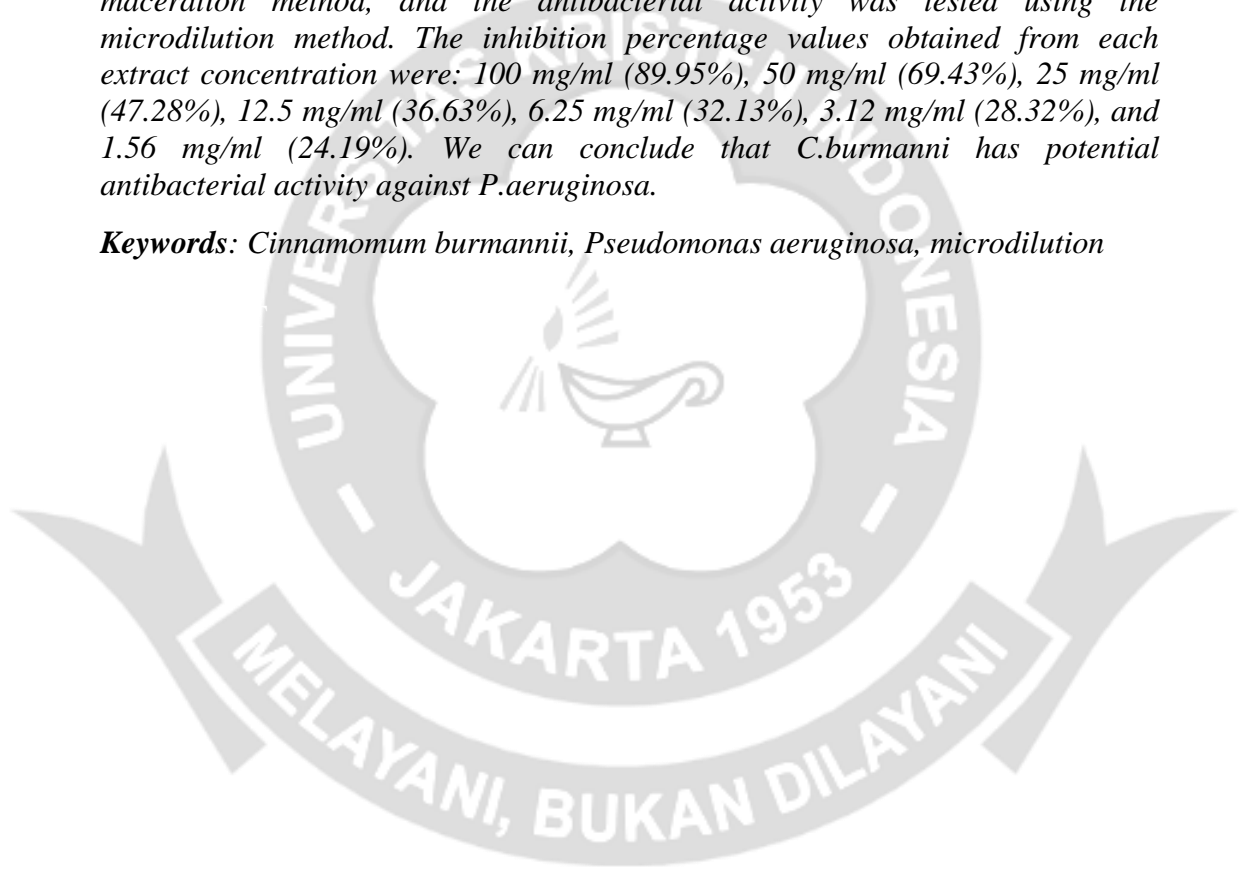




## ABSTRACT

*Cinnamomum burmanni*, which is one of Indonesia's export commodities contains bioactive compounds that can act as antibacterial agent for example alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, terpenoid, cinnamaldehyde, and eugenol. One of the bacteria that can infect human is *Pseudomonas aeruginosa*, which can be found in various areas such as hospitals, thereby increasing the risk of infection in burn patients, patient with ventilators and catheters, and post-surgical patients. This study aimed to determine the antibacterial activity of *C. burmanni* methanol extract against *P. aeruginosa*. Cinnamon extraction was carried out using the maceration method, and the antibacterial activity was tested using the microdilution method. The inhibition percentage values obtained from each extract concentration were: 100 mg/ml (89.95%), 50 mg/ml (69.43%), 25 mg/ml (47.28%), 12.5 mg/ml (36.63%), 6.25 mg/ml (32.13%), 3.12 mg/ml (28.32%), and 1.56 mg/ml (24.19%). We can conclude that *C. burmanni* has potential antibacterial activity against *P. aeruginosa*.

**Keywords:** *Cinnamomum burmannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, microdilution



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyakit infeksi masih menjadi masalah besar di negara-negara tropis termasuk Indonesia.<sup>1</sup> Salah satu bakteri yang dapat menginfeksi manusia adalah *Pseudomonas aeruginosa*. *P.aeruginosa* merupakan bakteri oportunistik yang dapat menimbulkan berbagai penyakit karena mudah ditemukan di berbagai area seperti rumah sakit, sehingga sering kali menimbulkan penyakit pada pasien yang dirawat di rumah sakit (infeksi nosokomial), pasien luka bakar, dan pasien yang menggunakan alat bantu yang melibatkan cairan seperti kateter dan ventilator (*ventilator related pneumonia*), serta dapat menimbulkan infeksi yang merupakan komplikasi pasca tindakan pembedahan.<sup>2</sup>

Selain di rumah sakit, *P.aeruginosa* juga banyak ditemukan di tempat pemandian dengan sanitasi yang buruk dan dapat menyebabkan infeksi pada telinga, dan pada lingkungan dengan tanah *P.aeruginosa* dapat menginfeksi melalui luka gores atau luka tusuk dari benda yang terkontaminasi dengan tanah mengandung *P.aeruginosa*. Infeksi pada mata juga sering kali disebabkan oleh *P.aeruginosa* terutama pada pengguna lensa kontak dengan kornea yang tergores sehingga memungkinkan *P.aeruginosa* untuk masuk.<sup>3</sup>

Infeksi *P.aeruginosa* tidak bisa dianggap remeh karena angka mortalitas yang tinggi pada beberapa kondisi seperti pasien dengan fibrosis sistik dan pasien pasca tindakan pembedahan saraf. Seringkali penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dengan indikasi menyebabkan resistensi terhadap bakteri.<sup>3</sup> *P.aeruginosa* sendiri diketahui seringkali resisten terhadap antibiotik golongan beta laktam, kuinolon, dan aminoglikosida.<sup>4</sup> Hal ini dapat mendukung pemanfaatan bahan herbal di Indonesia.

Penggunaan obat herbal di Indonesia masih digunakan oleh sebagian kalangan masyarakat, keputusan pemakaian obat herbal di Indonesia dipengaruhi oleh budaya, kepercayaan, dan persepsi individu itu sendiri dengan pertimbangan kepercayaan mengenai efek samping obat herbal yang lebih sedikit, dapat

memiliki khasiat yang lebih banyak dibanding obat sintetik, dan aman digunakan dalam jangka yang panjang.<sup>5</sup> Keanekaragaman hayati di Indonesia sangat beragam, 80% tanaman obat yang ada di dunia tumbuh di Indonesia (40.000 spesies), namun yang telah terdaftar di BPOM sebagai obat tradisional sebanyak 283 spesies.<sup>6</sup> Kayu manis di Indonesia menjadi salah satu komoditas ekspor, Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kayu manis terbesar di dunia dengan persentase sebesar 46%, dengan daerah penghasil terbesar di Kabupaten Kerinci, Jambi.<sup>7</sup>

Penelitian mengenai manfaat dari ekstrak kayu manis telah dilakukan, menunjukkan keefektifan ekstrak kayu manis dalam menghambat pertumbuhan koloni bakteri *Enterococcus faecalis*, dan merusak dinding sel bakteri *E.coli* dan *Staphylococcus aureus*.<sup>8,9,10</sup> Kekayaan alam yang dimiliki Indonesia khususnya kayu manis, dengan khasiat yang dimiliki menjadi dan belum adanya penelitian mengenai topik hambatan pertumbuhan bakteri *P.aeruginosa* oleh ekstrak kayu manis *Cinnamomum burmanni* (*C.burmanni*) latar belakang pemilihan topik skripsi ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dibahas di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah ekstrak metanol kayu manis (*C.burmanni*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *P.aeruginosa*?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi ekstrak metanol kayu manis (*C.burmanni*) terhadap bakteri *P.eruginosa*?

## 1.3 Hipotesis

Terdapat aktivitas antibakteri ekstrak metanol kayu manis (*C.burmanni*) terhadap bakteri *P.aeruginosa*.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak metanol kayu manis (*C.burmanni*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *P.aeruginosa*

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

Menentukan nilai persentase inhibisi pertumbuhan bakteri *P.aeruginosa* yang diberi ekstrak metanol kayu manis (*C.burmanni*) dengan konsentrasi 100 mg/ml, 50 mg/ml, 25 mg/ml, 12.5 mg/ml, 6.25 mg/ml, 3.13 mg/ml, dan 1.56 mg/ml.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Bagi Peneliti**

- Menambah pengetahuan dan wawasan peneliti terkait potensi kayu manis (*C.burmanni*) sebagai antimikroba terhadap *P.aeruginosa*
- Memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran (S.Ked) di Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia

### **1.5.2 Bagi Instansi**

- -Menambah koleksi publikasi ilmiah mengenai potensi kayu manis (*C.burmanni*) sebagai antimikroba terhadap *P.aeruginosa*
- Menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya

### **1.5.3 Bagi Masyarakat**

Bahan informasi kepada masyarakat mengenai potensi kayu manis (*C.burmanni*) sebagai pengobatan alternatif maupun komplementer dalam mengobati infeksi yang disebabkan oleh *P.aeruginosa*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kayu Manis**

Kayu manis merupakan tanaman asli yang berasal dari Sri Lanka dan telah digunakan sejak tahun 2800 SM oleh bangsa Romawi sebagai tanaman obat, serta oleh bangsa Mesir untuk wewangian dan pengawetan mumi.<sup>11</sup> Kayu manis adalah salah satu tanaman rempah yang sering digunakan di Indonesia. Kayu manis dapat dijumpai di berbagai daerah di Indonesia (Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Maluku) dengan daerah penghasil kayu manis terbesar di Indonesia adalah Sumatera Barat dan Jambi sehingga diperdagangkan ke berbagai negara sebagai komoditas ekspor.

Masyarakat dapat memanfaatkan kayu manis sebagai bahan tambahan masakan, dan rendaman kulit kayu manis kering dimanfaatkan sebagai teh yang dipercaya dapat menurunkan kadar kolesterol serta mengencerkan darah. Kayu manis umumnya digunakan sebagai bahan aditif berbagai macam makanan dan minuman karena aroma yang khas dan rasa manis, pedas, dan kelat. Selain untuk industri makanan, kayu manis kerap digunakan dalam industri farmasi, rokok, dan kosmetik.<sup>12,13</sup>

Pohon kayu manis dapat tumbuh pada area dengan iklim tropis basah yang sesuai dengan iklim di Indonesia. Kayu manis idealnya ditanam pada saat musim hujan di mana kelembaban udara tinggi karena kayu manis tumbuh optimal pada kelembaban 70-90% dan penyinaran sebanyak 40-70%. Kayu manis harus ditanam pada tanah gembur yang berhumus dan berpasir, serta menyerap air pada ketinggian 500-1.500 meter di atas permukaan laut (mdpl). Suhu yang ideal untuk menanam kayu manis berkisar antara 18°-27° C dengan pH tanah 5,0-6,5.<sup>13</sup>

### 2.1.1 Morfologi Kayu Manis



**Gambar 2.1** Tanaman Kayu Manis<sup>13</sup>

Bagian dari tumbuhan kayu manis dibagi menjadi dua bagian, yaitu *organum nutritivum* untuk mentransport dan memproses zat hara, dan *organum reproductivum* sebagai organ pertumbuhan, dengan morfologi sebagai berikut:

1) *Organum nutritivum*

*Organum nutritivum* tumbuhan kayu manis berfungsi untuk mengambil zat hara yang diperlukan bagi tumbuhan dari dalam tanah dan menyalurkannya ke seluruh bagian tumbuhan dan kemudian diolah melalui proses fotosintesis untuk menghasilkan energi bagi tumbuhan. *Organum nutritivum* kayu manis terdiri dari:

A) Akar

Akar kayu manis berwarna kecoklatan, memiliki pembuluh, dan merupakan akar tunggang.<sup>13</sup>

B) Batang

Batang atau caulis dari kayu manis berwarna abu-abu dengan kayu pada bagian dalam berwarna coklat muda serta kulitnya halus. Diameter dari batang kayu manis dapat mencapai 125 cm.<sup>13</sup>

C) Daun

Daun atau folium kayu manis berwarna merah pucat saat muda dan daun dewasa berwarna hijau. Daun kayu manis berbentuk elips dan kaku, merupakan daun tunggal yang ujungnya runcing, tepi daunnya

rata, permukaan atas licin, dan permukaan bawah memiliki tepung dengan warna keabu-abuan.<sup>13</sup>

2) *Organum reproductivum*

*Organum reproductivum* adalah bagian dari kayu manis berupa alat atau organ yang digunakan untuk memperbanyak diri, yang terdiri dari:

A) Bunga

Bunga kayu manis merupakan bunga sempurna dengan di mana terdapat putik dan benang sari pada satu bunga yang sama, berwarna kuning, ukurannya sangat kecil, dengan jumlah kelopak 6 helai. Benang sari pada kayu manis terdapat 12 helai, dan penyerbukannya dibantu serangga.<sup>13</sup>

B) Buah

Buah muda tanaman kayu manis berwarna hijau tua dan akan berubah menjadi warna ungu tua ketika matang. Buah kayu manis berbentuk bulat dan memanjang, memiliki biji dan daging. Panjang dari buah kayu manis berkisar antara 1,3-1,6 cm dengan diameter 0,35-0,75 cm.<sup>13</sup>

### 2.1.2 Klasifikasi dan Varietas Kayu Manis

Jenis kayu manis yang memiliki nilai jual baik sebagai komoditas ekspor maupun penggunaan dalam negeri adalah *Cinnamomum burmanni*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Cinnamomum cassia*, dan *Cinnamomum cullilawan* (lebih dikenal sebagai kayu lawang). Kayu manis memiliki berbagai sebutan yang berbeda di setiap daerahnya, Sumatera: Holim, holim manis, mondang siak-siak; Minangkabau: Madang kulit manih; Jawa: Huru mentek; Sunda: Kiamis; Madura: Kanyengar; Bali: Cingar; Sumba: Kaninggu Sumba; dan Flores: Puundinga.<sup>14</sup> Varietas *Cinnamomum burmanni* atau kayu manis varietas Koerentji adalah varian kayu manis asal Indonesia, yang masuk dalam tiga besar komoditas perkebunan unggulan.<sup>15</sup>

### Taksonomi kayu manis (*Cinnamomum burmanni*)

Domain: Eukaryota

Kingdom: Plantae

Divisi: Spermathophyta

Sub Divisi: Angiospermae

Kelas: Dicotyledonae

Ordo: Laurales

Famili: Lauraceae

Genus: *Cinnamomum*

Species/Jenis : *Cinnamomum burmanni*<sup>16</sup>

**Tabel 2.1** Karakteristik Kayu Manis<sup>12,17</sup>

KARAKTERISTIK	<i>Cinnamomum burmanni</i>	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	<i>Cinnamomum cassia</i>
DAERAH	Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Maluku	Sri Lanka	Jawa Tengah (Kebumen, Baturaden, dan Purwokerto)
BATANG	Kulit berwarna abu-abu	Kulit berwarna abu-abu	Kulit berwarna abu-abu
DAUN	Cokelat muda kemerahan, tipis dan halus	Cokelat, tipis, dan halus seperti kertas	Cokelat tua kemerahan, kasar dan tebal
BUNGA	Putih kekuningan	Kehijauan	Putih

#### 2.1.3 Kandungan Kimia Kayu Manis

Ekstrak kayu manis dapat dibuat dari berbagai komponen tumbuhan kayu manis seperti daun, batang, dan rantingnya.<sup>18</sup> Ekstrak metanol kayu manis mengandung berbagai senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antibakteri.<sup>19</sup>



a) Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada tanaman, memiliki rasa yang pahit, dan merupakan turunan dari asam amino. Pembagian klasifikasi alkaloid dibedakan melalui struktur cincin penyusunnya.<sup>20</sup> Alkaloid golongan indolizidine menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menginhibisi enzim dihidrofolat reduktase sehingga menghambat sintesis dari asam nukleat. Golongan alkaloid isoquinolin memiliki dua cara kerja: berikatan dengan FtsZ sehingga cincin Z sebagai faktor untuk pembelahan sel tidak terbentuk dan merusak cincin Z yang telah ada pada bakteri sehingga pembelahan tidak terjadi. Squalamin yang merupakan salah satu golongan alkaloid juga memiliki aktivitas antibakteri dengan merusak membran luar pada bakteri dan integritas membran sitoplasma bakteri sehingga menyebabkan kebocoran sitoplasma bakteri. Alkaloid juga bekerja sebagai antibakteri secara tidak langsung dengan meningkatkan kerja dari beberapa antibiotik dengan meningkatkan permeabilitas membran sel dan menginhibisi pompa efluks yang terdapat pada bakteri.<sup>21</sup>

b) Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang tidak dapat diproduksi oleh sel pada binatang dan bergantung keberadaannya pada tubuh melalui konsumsi produk tumbuhan yang umumnya terkandung di dalam seluruh bagian tumbuhan.<sup>22</sup> Flavonoid memiliki mekanisme antimikroba melalui dua mekanisme yaitu mengganggu integritas membran bakteri dengan menyebabkan ruptur pada membran bakteri, menghambat pembentukan dinding bakteri, dan mengganggu metabolisme dari bakteri sehingga pertumbuhan bakteri terhambat.<sup>23</sup>

c) Tanin

Tanin merupakan senyawa yang dapat menembus melewati dinding sel mencapai membran dalam bakteri lalu menginhibisi pengambilan gula dan asam amino bakteri sehingga metabolisme bakteri terganggu. Tanin

juga dapat menginhibisi adhesi protein pada bakteri sehingga mencegah bakteri untuk menempel pada sel inang.<sup>24</sup>

d) Saponin

Saponin digunakan dalam berbagai industri tidak hanya industri farmasi, namun industri kosmetik, bahkan sebagai bahan tambahan pada alat pemadam api ringan karena saponin memiliki struktur mirip surfaktan dan dapat membentuk busa.<sup>25</sup> Saponin memiliki mekanisme antibakteri mirip dengan sabun atau deterjen dengan cara menurunkan tegangan permukaan pada dinding bakteri, sehingga permeabilitas dinding bakteri terganggu dan menyebabkan kebocoran pada substansi sel bakteri.<sup>26,27</sup>

e) Terpenoid

Terpenoid merupakan turunan dari senyawa terpen. Terpenoid dibagi menjadi delapan kelas yaitu monoterpenoid, diterpenoid, triterpenoid, tetraterpenoid, hemiterpenoid, sesquiterpenoid, sesterpenoid, dan politerpenoid. Terpenoid bekerja sebagai bakteriostatik dengan menghambat pengambilan oksigen dan menghambat fosforilasi oksidatif pada bakteri sehingga menghambat proses metabolisme bakteri.<sup>28</sup>

f) Sinamaldehyd

Sinamaldehyd adalah senyawa golongan aldehid yang dapat diekstraksi pada batang kayu manis. Cara kerja sinamaldehyd secara pasti belum diketahui, namun ada beberapa kemungkinan aktivitas antibakteri dari sinamaldehyd yang diketahui. Sinamaldehyd memiliki fungsi utama sebagai antibakteri karena dalam dosis yang kecil diyakini dapat menginhibisi berbagai macam enzim yang berperan dalam sitokinesis pada pembelahan sel bakteri dengan cara menghambat protein FtsZ, sedangkan fungsi lainnya yang juga ikut berperan namun kurang menonjol adalah menurunkan aktivitas ATPase bakteri pada dosis sub-letal, dan pada dosis letal sinamaldehyd akan mengubah bentuk membran lipid dari sel bakteri sehingga menyebabkan kerusakan membran sel dengan mekanisme yang belum diketahui.<sup>29,30,31</sup>

g) Eugenol

Eugenol merupakan senyawa fenol bersifat hidrofobik, dapat ditemukan pada batang kayu manis dan cengkeh yang memiliki potensi fungsi sebagai antiinflamasi dan antibakteri serta tergolong aman untuk dikonsumsi.<sup>18,32</sup> Sifat hidrofobik pada eugenol berperan dalam fungsinya sebagai antibakteri dengan cara memisahkan lipid dari membran sel bakteri sehingga menyebabkan perubahan struktur pada sel membran bakteri sehingga permeabilitas dinding sel pada bakteri meningkat, hal ini didukung dengan adanya penelitian menggunakan mikroskop elektron menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan adanya perubahan bentuk dan lisis pada membran sel bakteri setelah pemberian minyak atsiri yang mengandung eugenol.<sup>33,34</sup> Eugenol mampu menghambat produksi dari violacein, elastase, piosianin, dan pembentukan dari biofilm bakteri yang merupakan faktor virulensi dari bakteri dengan cara menurunkan regulasi dari gen YidC pada bakteri yang berfungsi untuk menginisiasi pembentukan membran protein bakteri.<sup>35</sup>

## 2.2 *P.aeruginosa*

### 2.2.1 Klasifikasi *P.aeruginosa*

Kingdom: Bacteria

Subkingdom: Negibacteria

Phylum: Proteobacteria

Kelas: Gammaproteobacteria

Ordo: Pseudonadales

Famili: Pseudomonadaceae

Genus: *Pseudomonas*

Spesies: *Pseudomonas aeruginosa*<sup>36</sup>

*P.aeruginosa* merupakan bakteri batang gram negatif, motil, berukuran 0.6 x 2 µm, yang tidak membentuk spora, dan bersifat aerob obligat.<sup>37,38</sup> *P.aeruginosa* membentuk koloni bulat *smooth*, dan koloni mukoid didapat pada sampel penderita fibrosis kistik. *P.aeruginosa* dapat

tumbuh pada agar darah dan agar MacConkey, serta merubah warna agar Mueller-Hilton menjadi warna hijau kebiruan atau hijau kekuningan karena menghasilkan pigmen yang larut air.<sup>39</sup> *P.aeruginosa* dengan suhu optimal 37°C, namun *P.aeruginosa* dapat bertahan pada suhu 4°-42°C, pertumbuhan koloni pada suhu 42°C membedakan *P.aeruginosa* dari spesies *Pseudomonas* lainnya. Koloni *P.aeruginosa* menghasilkan beberapa jenis pigmen yang berbeda menurut *strainnya*. Pigmen yang dihasilkan oleh *P.aeruginosa* adalah piosianin yaitu pigmen kebiruan non-fluorosens, pioverdine pigmen kebiruan berfluoresen, piorubin yaitu pigmen berwarna merah tua, dan piomelanin yaitu pigmen berwarna hitam.<sup>37</sup> Karakteristik uji biokimia *P.aeruginosa* tidak menfermentasi karbohidrat, menghasilkan uji oksidase positif, dan melisiskan sel darah merah secara sempurna atau  $\alpha$ -hemolisis.<sup>38,40</sup> *P.aeruginosa* sering ditemukan tumbuh pada berbagai area seperti tanah, air, bahkan di rumah sakit seperti pada makanan, wastafel, alat pel, alat bantu nafas, dan perlengkapan cuci darah.<sup>3</sup>

### 2.2.3 Struktur dan Faktor Virulensi *P.aeruginosa*

*P.aeruginosa* sebagai bakteri gram negatif memiliki tiga lapis pada dinding sel bakterinya yaitu membran dalam, membran luar, dan lapisan peptidoglikan.<sup>41</sup> Bagian membran dalam atau membran sitoplasma terdiri dari fosfolipid bilayer, membran luar terdiri atas dua lapis di mana lapisan dalam merupakan fosfolipid dan lapisan luar merupakan lipopolisakarida yang berfungsi melindungi bakteri dari lisis dan diperantarai oleh komplemen sehingga dapat memicu pelepasan sitokin.<sup>42</sup>

Lapisan peptidoglikan pada bakteri *P.aeruginosa* lebih tipis dibandingkan dengan lapisan peptidoglikan pada bakteri gram positif. Membran luar pada bakteri memiliki kanal yang terdiri dari protein yang disebut porin yang berfungsi sebagai tempat difusi pasif berbagai molekul yang dibutuhkan oleh bakteri dan dapat menjadi target masuknya molekul antibakteri juga.<sup>43</sup> Porin pada *P.aeruginosa* memiliki berat molekul bervariasi antara 21.6 kDa sampai dengan 53 kDa, dengan jumlah porin

spesifik yang tinggi sehingga permeabilitas membran luarnya rendah sampai dengan 100 kali lebih rendah dibandingkan *Escherichia coli*.<sup>43,44,45</sup>

Motilitas pada *P.aeruginosa* didukung karena adanya flagel pada bakteri tersebut yang merupakan flagel tunggal atau monotrik.<sup>46</sup> Flagel pada bakteri terfiksasi pada dinding sel bakteri dan berfungsi sebagai alat pergerakan pada media cair dengan gerakan menyerupai berenang,, membantu perlekatan dan menembus lapisan mukosa pada sel pejamu.<sup>41</sup> Flagel terdiri dari tiga komponen yaitu membran kompleks yang berfungsi sebagai fiksasi flagel pada dinding sel, kait yang berperan sebagai penghubung antara membran kompleks dan filamen flagelin.<sup>47</sup>

Pili yang berbentuk seperti rambut pada *P.aeruginosa* merupakan pili tipe IV (T4P). Pili pada *P.aeruginosa* membantu bakteri menempel pada sel pejamu, membantu pembentukan biofilm, dan berperan dalam motilitas bakteri tersebut.<sup>48</sup> Gerakan yang dihasilkan oleh pili memungkinkan *P.aeruginosa* bergerak di atas media padat dengan gerakan *twitching* atau berkedut. Pili pada *P.aeruginosa* juga berperan pada fase awal pembentukan biofilm.<sup>47</sup>

Biofilm yang dihasilkan oleh *P.aeruginosa* terbentuk dari tiga tipe polisakarida dengan fungsi yang berbeda yaitu Psl, Pel, dan alginat. Produksi dari polisakarida Psl dan Pel pada *P.aeruginosa* sangat bergantung pada strain bakteri dan keadaan lingkungan tempat pertumbuhan bakteri tersebut. Psl yang merupakan pentasakarida yang terdiri atas d-glukosa, d-manosa, dan l-ramnosa berfungsi sebagai adhesi bagi bakteri untuk menempel pada permukaan sel pejamu dan menjadi perantara interaksi antar sel pada saat pembentukan biofilm; Pel yang terdiri dari N-acetil-d-glukosamin dan N-acetil-d-galaktosamin berfungsi menjaga integritas dari struktur biofilm, terlibat dalam fase awal penempelan bakteri pada permukaan target. Produksi alginat pada *P.aeruginosa* disebabkan karena adanya mutasi pada gen mucA22 yang menyebabkan koloni *P.aeruginosa* mukoid dan paling banyak ditemukan pada pasien dengan fibrosis kistik. Tipe dari biofilm yang dihasilkan koloni *P.aeruginosa* dibagi menjadi dua

menurut bentuknya. Bentuk dari biofilm yang dihasilkan koloni *P.aeruginosa* dipengaruhi oleh motilitasnya, di mana koloni *P.aeruginosa* dengan motilitas tinggi membentuk biofilm yang cenderung datar, sedangkan koloni dengan motilitas bakteri yang rendah membentuk biofilm cembung atau berbentuk seperti jamur. Biofilm pada bakteri memungkinkan bakteri untuk melindungi bakteri dari fagositosis oleh sel imun pejamu, menghambat perusakan bakteri oleh antibiotik, dan menghindari bakteri dari stresor lingkungan.<sup>49</sup>

*P.aeruginosa* selain memiliki faktor virulensi adhesin seperti dijelaskan di atas, memiliki kemampuan untuk mensekresikan berbagai toksin dan enzim seperti eksotoksin A, piosianin, pioverdin, elastase, protease, fosfolipase C, eksoenzim S, dan eksoenzim T.<sup>3</sup> Eksotoksin A (ETA) pada *P.aeruginosa* terdiri atas 638 asam amino dan dikodekan oleh gen PE (*P.aeruginosa* exotoksin A) sebagai protein prekursor yang jika diekspresikan akan melepaskan ETA ke periplasma melalui proses translokasi melalui membran dalam, dan bersamaan dengan translokasi tersebut gugus N pada ujung rantai peptida yang berfungsi sebagai sinyal akan membelah dan masuk ke periplasma. Protein PE yang dimaturasi di periplasma akan dikenali oleh sistem sekresi tipe 2/*Type 2 Secretion System* (T2SS) dan menyebabkan eksotoksin A disekresikan ke ruang ekstraseluler.<sup>50</sup> ETA menyebabkan kematian sel dengan menghambat sintesis protein dengan menambahkan satu gugus ADP-ribosa pada *eukaryotic elongation factor-2* (eEF2) yang berperan dalam biosintesis protein pada sel. Penambahan gugus ADP-ribosa pada eEF2 menyebabkan terhambatnya sintesis protein dan menyebabkan kematian sel melalui aktivasi apoptosis.<sup>51</sup>

Protease yang dihasilkan oleh *P.aeruginosa* dibedakan menjadi lima jenis yaitu: Elastase A (LasA), elastase B (LasB) atau pseudolysin, alkalin protease (AP), protease IV (PIV) atau lysyl endopeptidase, dan *P.aeruginosa* aminopeptidase (PAAP) yang disekresikan ketika koloni *P.aeruginosa* berada di dalam media cair. Protease pada *P.aeruginosa* dapat

mendegradasi berbagai komponen yang penting saat penyembuhan luka seperti fibrinogen, plasminogen, dan immunoglobulin G (IgG). Protease juga dapat menonaktifkan komplemen seperti C3 dan C1, sehingga proses-proses ini menyebabkan gangguan saat proses penyembuhan luka.<sup>52</sup>

Hemolisin pada *P.aeruginosa* dibagi menjadi dua yaitu: fosfolipase C dan glikolipid. kedua hemolisin ini memiliki karakteristik yang berbeda, di mana fosfolipase C tidak stabil saat dipaparkan pada suhu tinggi, sedangkan glikolipid cenderung stabil terhadap panas.<sup>37</sup> Selain kemampuannya sebagai hemolisin, kedua komponen tersebut juga dapat menyebabkan nekrosis dan menginvasi jaringan lebih luas pada saat infeksi karena memiliki kemampuan untuk merusak lipid dan lesitin.<sup>53</sup>

Exoenzim S dan T merupakan toksin ekstraseluler yang berfungsi sebagai komponen efektor dari *Type III Secretion System* (T3SS) yang bertujuan untuk mengeluarkan toksin langsung pada sitoplasma sel pejamu saat melakukan kontak langsung dengan sel epitel pejamu.<sup>3,42</sup>

#### **2.2.4 Penyakit dan Manifestasi Klinis Infeksi *Pseudomonas aeruginosa***

*P.aeruginosa* dapat dijumpai pada tanah dan lingkungan dengan keadaan lembab, hal ini berhubungan dengan risiko infeksi bakteri ini. *P.aeruginosa* dapat menginfeksi manusia secara langsung atau infeksi primer pada individu immunokompromais dan risiko infeksi *P.aeruginosa* meningkat pada beberapa kondisi seperti pada pasien luka bakar dan fibrosis kistik. Selain itu, *P.aeruginosa* juga mudah ditemukan pada peralatan penunjang kesehatan dan lingkungan rumah sakit, sehingga sering dikaitkan dengan infeksi nosokomial. Beberapa penyakit yang dapat disebabkan oleh infeksi *P.aeruginosa* antara lain, pneumonia, infeksi saluran kemih, infeksi kulit, infeksi jaringan lunak, infeksi telinga, infeksi mata, meningitis, dan bakterimia.<sup>54</sup>

### **2.3 Antimikroba**

Antibiotik merupakan zat yang digunakan untuk menangani penyakit infeksi khususnya yang disebabkan oleh bakteri, namun juga dapat digunakan sebagai

terapi profilaksis atau terapi pencegahan agar tidak terjadi infeksi. Secara fungsi umumnya, antibiotik dibagi menjadi dua golongan, yaitu bakterisidal dan bakteriostatik. Bakterisidal berfungsi untuk membunuh bakteri secara langsung, sedangkan bakteriostatik berfungsi untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Golongan yang termasuk ke dalam bakterisidal adalah aminoglikosida, beta laktam, fluorokuinolon, glikopeptida, lipopetida siklik, dan nitroimidazole; sedangkan yang termasuk golongan bakteriostatik adalah glikosiklin, tetrasiklin, linkosamida, makrolid, oxazolidinone, dan sulfonamid.<sup>55</sup>

Mekanisme kerja antimikroba menargetkan berbagai macam proses yaitu menargetkan dinding sel, mengganggu biosintesis protein, inhibisi replikasi DNA, dan mengganggu metabolisme asam folat. Antibiotik golongan beta laktam menargetkan Penicillin Binding Protein (PBP), di mana antibiotik ini menyerupai D-alanyl D-alanine. Beta laktam yang berikatan dengan PBP menghambat terbentuknya lapisan peptidoglikan baru sebagai penyusun dinding sel pada bakteri, sedangkan golongan glikopeptida berikatan secara langsung dengan D-alanyl D-alanine dan mencegah interaksinya dengan PBP sehingga inisiasi pembentukan lapisan peptidoglikan tidak terjadi. Antibiotik golongan aminoglikosida menghambat biosintesis protein bakteri dengan cara berinteraksi dengan ribonukleoprotein subunit 30S melalui ikatan hidrogen sehingga adanya kesalahan pada translasi mRNA, sedangkan antibiotik golongan tetrasiklin berikatan dengan subunit 30S untuk mencegah tRNA berikatan dengan situs A. Antibiotik golongan makrolid, oxazolidinone, dan fluorokuinolon memiliki mekanisme yang tidak jauh berbeda, namun menargetkan ribonukleoprotein subunit 50S. Fluoroquinolon juga memiliki peran dalam menghambat replikasi DNA bakteri. Subunit A pada enzim DNA gyrase yang dibutuhkan bakteri untuk pemotongan untaian DNA, akan berikatan dengan fluoroquinolon sehingga proses replikasi terganggu. Antibiotik golongan sulfonamid dan trimetropin mengganggu metabolisme asam folat pada bakteri. Sulfonamid yang memiliki afinitas lebih tinggi terhadap asam benzoat para-amino menggantikan posisi dihidropteroat sintase, yang berfungsi menghasilkan dihidropteroat jika berikatan dengan substrat alaminya. Trimetropin menghambat metabolisme asam folat dengan



menghambat kerja enzim dihidrofolat reduktase yang berfungsi mereduksi dihidrofolat menjadi tetrahidrofolat.<sup>56</sup>

## **2.4 Metode Uji Aktivitas Antibakteri**

Metode uji aktivitas antibakteri dapat dibedakan menjadi dua, yaitu metode dilusi dan metode difusi.

### **2.4.1 Metode Dilusi**

Metode dilusi menggunakan prinsip pengenceran sampel uji pada beberapa konsentrasi. Metode dilusi terdapat dua yaitu dilusi padat dan dilusi cair. Pada dilusi cair, bahan uji dengan konsentrasi yang ditentukan dicampurkan dengan suspensi bakteri uji ke dalam tabung reaksi steril dan diinkubasi. Hasil dilihat secara visual dengan melihat kekeruhan pada tabung reaksi, di mana jika suspensi di dalam tabung reaksi keruh, maka hasil negatif, jika suspensi jernih maka hasil positif.<sup>57</sup>

Saat ini dikembangkan metode mikrodilusi dengan menggunakan prinsip yang sama seperti dilusi cair, namun volume bahan uji, inokulum bakteri, dan media yang lebih sedikit sehingga diperlukan pembacaan dan wadah khusus yaitu menggunakan microplate dan dibaca dengan ELISA reader, dengan interpretasi ELISA jika nilai absorbansi  $\geq 1.00$ , maka hasil dianggap positif.<sup>58,59,60</sup>

Metode dilusi padat dilakukan dengan cara mencampurkan media agar yang belum mengeras dengan bahan uji, lalu dituangkan pada cawan petri. Campuran bahan uji dan media agar dibiarkan hingga mengeras, lalu bakteri ditanam menggunakan ose pada media padat yang sudah bercampur dengan bahan uji.

### **2.4.2 Metode Difusi**

Metode difusi menggunakan prinsip difusi dari sampel yang diuji ke media padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Metode difusi ada tiga yaitu metode sumuran, cakram, dan silinder. Metode sumuran dikerjakan dengan membuat lubang pada media padat yang telah diinokulasikan dengan bakteri, lalu sampel uji dituangkan pada lubang yang telah dibuat

lalu diinkubasi. Zona hambat yang terbentuk pada media padat di sekeliling lubang menunjukkan adanya aktivitas antibakteri.<sup>61</sup>

Metode cakram menggunakan kertas cakram untuk menampung sampel uji. Kertas cakram yang telah berisi sampel diletakkan di tengah media agar pada cawan petri yang telah diinokulasikan oleh bakteri, kemudian diinkubasi. Pembacaan hasil dilihat dengan mengukur zona hambat yang terbentuk pada media agar di sekitar kertas cakram, jika zona hambat yang terbentuk  $\geq 20$  mm dianggap memiliki daya hambat kuat, 10-20 mm daya hambat kuat, 5-10 mm daya hambat sedang,  $\leq 5$  mm daya hambat bakteri lemah.<sup>61</sup>

Metode silinder menggunakan gelas silinder steril yang diletakkan di atas agar yang telah berisi inokulasi bakteri. Silinder diisi dengan zat yang akan diperiksa lalu diinkubasi. Zona hambat yang terbentuk pada agar di sekitar silinder berisi sampel menunjukkan adanya aktivitas antibakteri sampel.<sup>57</sup>

## **2.5 Teknik Ekstraksi**

Ekstraksi adalah suatu prosedur yang digunakan untuk mengambil senyawa bioaktif dari makhluk hidup. Senyawa bioaktif dapat diperoleh dari bagian tanaman, hewan, bahkan bakteri. Ekstraksi bertujuan untuk memindahkan senyawa bioaktif yang terdapat pada makhluk hidup ke zat pelarut. Teknik ekstraksi dibagi menjadi dua, yaitu ekstraksi dengan pemanasan yaitu soxhletasi dan refluks; serta tanpa pemanasan yaitu perlokasi dan maserasi. Teknik ekstraksi pada tumbuhan menggunakan komponen tumbuhan yang akan diekstraksi memerlukan pengeringan dan penghalusan sehingga didapatkan serbuk yang dinamakan simplisia. Simplisia yang telah siap digunakan harus ditambahkan dengan pelarut agar senyawa aktif dapat berdifusi ke senyawa pelarut. Senyawa pelarut yang dapat digunakan pada ekstraksi bermacam-macam dan harus disesuaikan dengan senyawa yang ingin diekstraksi karena berhubungan dengan sifat senyawa aktif dan pelarut itu sendiri. Setiap pelarut memiliki titik didih dan

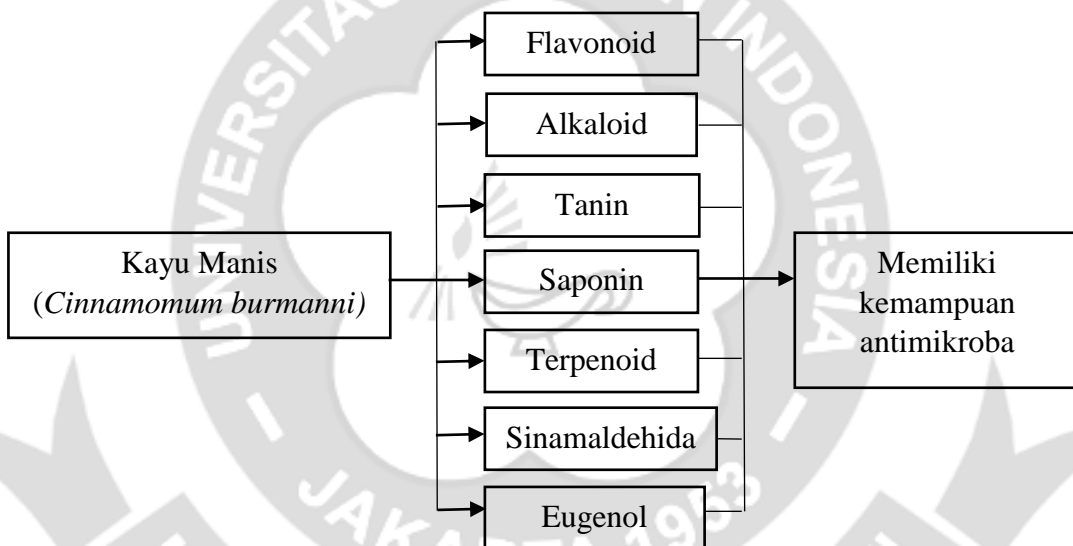
kepolaran yang berbeda, suhu yang terlalu tinggi dapat berisiko merusak senyawa aktif yang ingin diekstraksi.<sup>62</sup>

Soxhletasi adalah metode ekstraksi yang dilakukan secara berulang-ulang. Pelarut dipanaskan sesuai dengan titik didihnya dan kemudian menguap lalu akan didinginkan dengan kondensor. Pelarut yang telah dingin akan menjadi fase cair kembali dan turun melewati sampel dan pelarut yang telah mengekstrak sampel akan turun kembali untuk dipanaskan, sehingga proses ini dilakukan berulang-ulang hingga mendapatkan ekstrak kental di bawah labu penampung. Refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan secara berkesinambungan di mana bahan ekstraksi berupa simplisia dan pelarut dimasukkan ke labu penampung dan diberi kondensor pendingin di atasnya. Suhu diatur sesuai dengan titik didih pelarut yang digunakan, sehingga pelarut akan menguap dan didinginkan oleh kondensor. Uap yang telah mengembun akan kembali lagi ke dalam labu berisi sampel dan pelarut. Hasil ekstraksi kemudian di saring, dan partikel padat yang bersisa akan dilakukan ekstraksi kembali menggunakan pelarut baru. Suspensi yang didapatkan dari ekstraksi kemudian diproses menggunakan *rotary evaporator* untuk menguapkan pelarut.<sup>62</sup>

Teknik perlokasi adalah metode ekstraksi yang menggunakan perlokator yaitu kerucut yang diisi oleh pelarut yang akan digunakan dalam ekstraksi. Perlokator berada di paling atas dan meneteskan pelarut secara perlahan melalui kolom yang diisi dengan simplisia yang telah direndam dalam pelarut selama tiga jam sebelum diekstraksi. Pelarut yang menetes secara perlahan akan melewati serbuk simplisia dan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia yang telah direndam, kemudian hasil ekstraksi yang terkumpul akan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator*. Teknik ekstraksi yang paling mudah dilakukan adalah maserasi. Maserasi dilakukan dengan menambahkan simplisia dengan zat pelarut selama beberapa hari agar senyawa aktif yang terdapat di dalam simplisia bisa keluar melalui difusi karena perbedaan konsentrasi dan bercampur dengan zat pelarut. Maserasi yang telah didapat kemudian akan disaring sehingga sisa simplisia dan zat pelarut yang sudah bercampur dengan senyawa aktif dapat terpisah, kemudian akan dilakukan pemanasan agar zat pelarut menguap dan

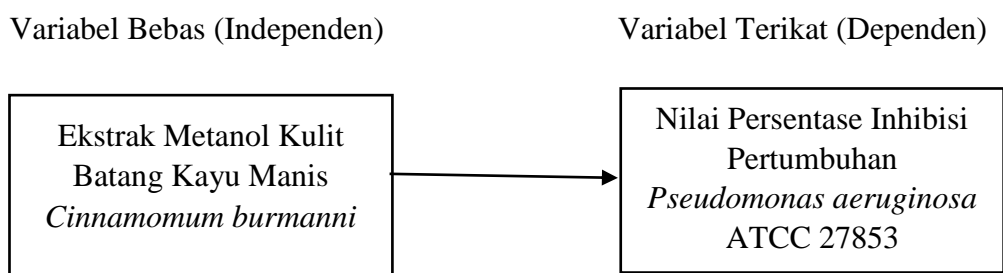
menyisakan ekstrak yang mengandung senyawa aktif saja. Maserat kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator*, di mana maserat dimasukkan ke dalam labu putar yang direndam dengan *water bath* sehingga suhu maserat naik dan zat pelarut menguap. Uap dari zat pelarut kemudian akan dipindahkan ke kondensor untuk didinginkan, dan zat pelarut yang telah didinginkan berubah menjadi fase cair kembali lalu ditampung di labu penampungan menyisakan ekstrak kental di labu putar.<sup>62</sup>

## 2.6 Kerangka Teori



**Gambar 2.2** Kerangka Teori

## 2.7 Kerangka Konsep



**Gambar 2.3** Kerangka Konsep

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan eksperimental laboratorik secara *in vitro*.

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

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Penelitian dan laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia, pada bulan Oktober 2021 hingga Januari 2022.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

##### **3.3.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak metanol kulit batang kayu manis *C.burmanni* yaitu 100 mg/ml, 50 mg/ml, 25 mg/ml, 12.5 mg/ml, 5.25 mg/ml, 3.13 mg/ml, dan 1.56 mg/ml.

##### **3.3.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai absorbansi sampel inoculum bakteri *P.aeruginosa* yang ditambahkan ekstrak metanol kulit batang kayu manis *C.burmanni*.

#### **3.4 Alat dan Bahan**

##### **3.4.1 Alat**

Oven, blender, timbangan digital, erlenmeyer, gelas ukur, kertas saring Whatman no.1, corong, autoklaf, *rotary evaporator*, kulkas, *vortex mixer*, tabung reaksi, mikropipet, pipet tetes, *hot plate stirrer*, spektrofotometer UV-Vis, ose, lampu spiritus, *laminar air flow cabinet*, incubator, MicroWell NUN260860 96-well plate, *microplate reader* (Bio-Rad Model 550, California).

### 3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang kayu manis (*C.burmanni*). Inokulum bakteri menggunakan biakan murni *P.aeruginosa* ATCC 27853.

## 3.5 Prosedur Penelitian

### 3.5.1 Pembuatan Ekstrak Metanol Kulit Batang Kayu Manis



**Gambar 3.1** Kulit Batang Kayu Manis

Ekstrak kayu manis yang digunakan didapat dari Kabupaten Kerinci, Jambi, Indonesia dalam bentuk kulit batang setengah kering. Kulit batang kayu manis dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 48 jam untuk menurunkan kadar air yang terkandung, kemudian dihaluskan untuk menghasilkan serbuk simplisia.

Serbuk simplisia diekstrak menggunakan metode maserasi, direndam dengan pelarut metanol absolut dengan perbandingan 1:3 untuk membentuk maserat. Maserat kemudian disaring dengan kertas saring Whatman no. 1, lalu dimasukkan ke labu putar pada *rotary evaporator* untuk menguapkan pelarut, hingga berkerak di dinding labu putar dan menyisakan ekstrak kental kayu manis yang disimpan di dalam kulkas hingga digunakan.

### 3.5.2 Stok Ekstrak Metanol Kulit Batang Kayu Manis

Stok ekstrak dibuat dengan melarutkan 0.1 gram ekstrak metanol kulit batang kayu manis, yang dilarutkan dalam 1 ml pelarut DMSO, lalu dihomogenkan menggunakan *vortex mixer*.

### 3.5.3 Media Mueller Hilton Broth

Media Mueller Hilton Broth dibuat dengan melarutkan 2.1 gram media, di dalam 100 ml aquades. Suspensi kemudian dipanaskan dan dihomogenkan secara bersamaan menggunakan *hot plate stirrer* hingga jernih, kemudian media disterilkan menggunakan autoklaf.

### 3.5.4 Suspensi Antibiotik

Suspensi antibiotik untuk kontrol positif menggunakan antibiotik ciprofloxacin yang diencerkan menggunakan aquades steril hingga konsentrasi 5 µg/ml.

### 3.5.5 Pembuatan Larutan Standar McFarland 0.5

Larutan standar McFarland dibuat menggunakan Barium Klorida 1% (BaCl<sub>2</sub>) sebanyak 0.05 ml, dan Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1% sebanyak 9.95 ml sebagai acuan kekeruhan suspensi bakteri dengan perkiraan jumlah koloni 150 x 10<sup>6</sup>/ml suspensi.

### 3.5.6 Inokulasi Bakteri

Bakteri yang digunakan didapat dari koleksi bakteri Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia. Bakteri yang digunakan adalah biakan murni *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Kultur bakteri diinokulasi pada media *Mueller Hilton Broth* (MHB), kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Suspensi bakteri disamakan kekeruhannya dengan larutan standar Mc Farland 0.5 menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 600 nm.

### 3.5.7 Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode *microdilution broth* CLSI, dengan sedikit modifikasi. MHB sebanyak 50 µL ditambahkan ke sumur *microplate* MicroWell NUN260860 96-well plate yang akan diberi ekstrak. Stok ekstrak 100 mg/ml sebanyak 100 µL dimasukkan pada sumur pertama. Stok ekstrak dari sumur pertama diambil sebanyak 50 µL, lalu dimasukkan ke dalam sumur kedua yang telah diberi MHB sehingga konsentrasi ekstraknya menjadi 50 mg/ml lalu dihomogenkan. Hal yang sama dilakukan untuk sumur ketiga dan seterusnya, hingga mendapat serial

pengenceran hingga konsentrasi ekstrak terkecil pada 1.56 mg/ml, lalu masing-masing sumur ditambahkan inokulum bakteri sebanyak 50µL. Sampel MS (50 µL Media MHB + 50 µL *Solvent* DMSO), ME (50 µL Media MHB + 50 µL Stok Ekstrak), AC (50 µL Stok Antibiotik Ciprofloxacin + 50 µL inokulum bakteri), SC (*Solvent Control* 100 µL DMSO) ditambahkan pada *plate* sebagai sampel pembanding. *Plate* diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu, absorbansi dari aktivitas antibakteri dibaca pada gelombang 600 nm pada *microplate reader* (Bio-Rad Model 550, California). Antibiotik ciprofloxacin diuji secara paralel pada tiap uji sebagai kontrol positif.<sup>58,59</sup>

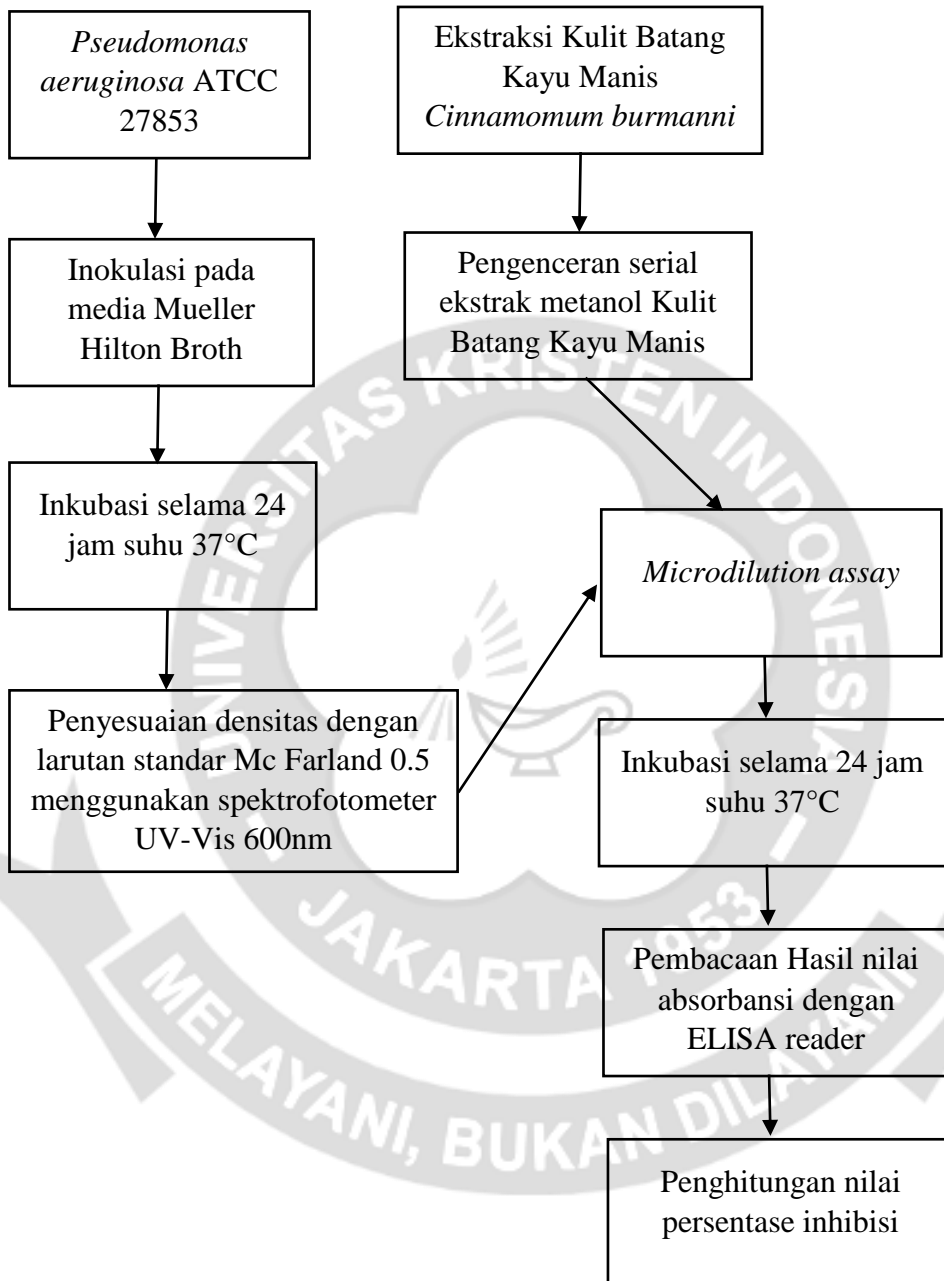
### 3.6 Analisis Data

Data yang dianalisis pada penelitian ini diolah menggunakan *microsoft excel*. Data dideskripsikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui persentase inhibisi ekstrak metanol kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanni*) terhadap *P.aeruginosa* dengan rumus:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Kontrol Antibiotik}} \times 100\% \quad (3.1)$$



### 3.7 Alur Penelitian



**Gambar 3.2** Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

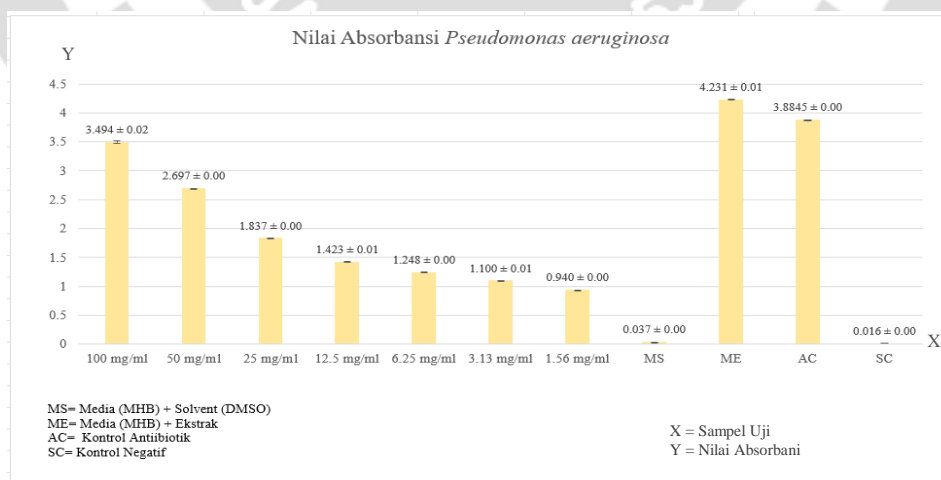
##### 4.1.1 Ekstraksi Kulit Batang Kayu Manis



**Gambar 4.1** Hasil Ekstraksi

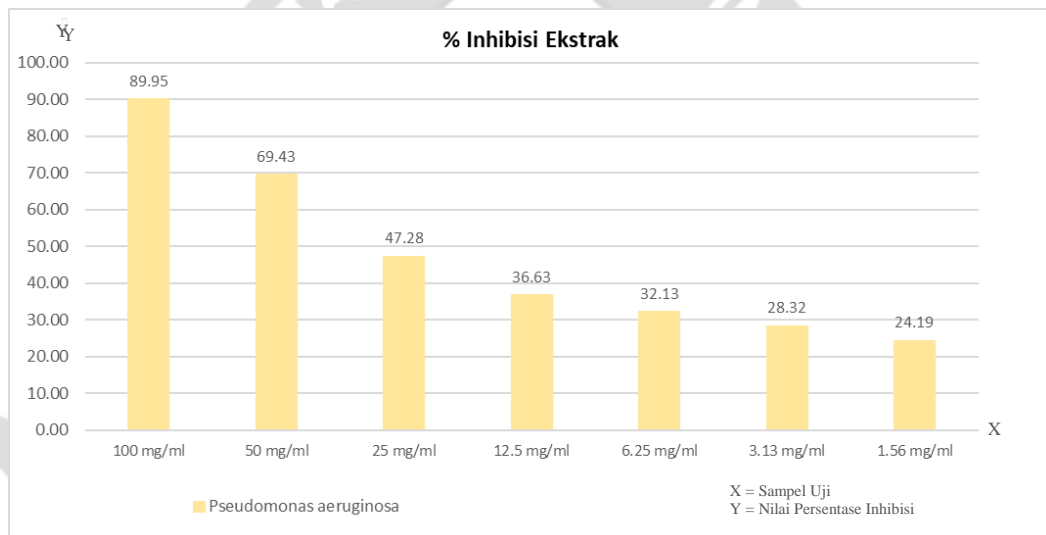
Dari 800 gram serbuk simplisia kulit batang kayu manis yang diekstraksi dengan 1.6 L pelarut metanol diperoleh 57.96 gram ekstrak kental seperti pasta, berwarna coklat tua, dan berbau khas kayu manis.

##### 4.1.2 Aktivitas Anitbakteri Ekstrak Kulit Batang Kayu Manis *Cinnamomum burmanni* terhadap *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853



**Gambar 4.2** Grafik nilai absorbansi uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol kayu manis terhadap *P.aeruginosa*

Uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol kayu manis terdapat pada Gambar 4.2 Aktivitas antibakteri kayu manis terhadap *P.aeruginosa* yang digambarkan melalui nilai absorbansi tertinggi yang terdapat pada konsentrasi 100 mg/ml ( $3.494\pm 0.02$ ) dan berbanding lurus dengan konsentrasi, memiliki nilai absorbansi terendah pada 1.56 mg/ml ( $0.940\pm 0.00$ ). Hasil uji dianggap positif bila nilai absorbansinya  $\geq 1.00$ , sehingga pada konsentrasi ekstrak 1.56 mg/ml dianggap negatif karena hasil nilai absorbansi berada pada 0.940 dan mendekati nilai absorbansi kontrol negatif (0.037).



**Gambar 4.3** Grafik persentase inhibisi ekstrak metanol kayu manis terhadap *P.aeruginosa*

Persentase inhibisi kayu manis terhadap *P.aeruginosa* terdapat pada Gambar 4.3, di mana nilai persentase inhibisi terdapat pada konsentrasi 100 mg/ml sebesar 89.95%. Nilai persentase inhibisi terendah berada pada konsentrasi ekstrak 1.56 mg/ml, nilai persentase inhibisi sejalan dengan nilai absorbansi yaitu berbanding lurus terhadap pertumbuhan *P.aeruginosa*.

## 4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis fitokimia namun menurut penelitian terdahulu, uji fitokimia kayu manis (*C.burmanni*) secara kualitatif dan kuantitatif menunjukkan adanya kandungan senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antibakteri seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, sinamaldehyd, dan eugenol.<sup>63,64,65</sup> Ketujuh senyawa ini memiliki mekanisme yang berbeda sebagai antibakteri. Beberapa mekanisme antibakteri dan senyawa yang berperan adalah: Penghambatan sintesis asam nukleat bakteri (alkaloid golongan indolizidine), menghambat pembelahan sel bakteri (alkaloid golongan isoquinolon dan sinamaldehyd), mengganggu metabolisme bakteri (flavonoid, tanin, terpenoid, sinamaldehyd), dan merusak membran sel bakteri (alkaloid squamalin, flavonoid, saponin, sinamaldehyd).

Penghambatan sintesis asam nukleat bakteri oleh alkaloid golongan indolizidine bekerja dengan menginhibisi kerja dari enzim dihidrofolat reduktase yang bekerja dalam sintesis asam nukleat.<sup>21</sup> Alkaloid golongan isoquinolon dan sinamaldehyd dapat menghambat pembelahan sel pada bakteri dengan menghambat protein FtsZ yang berguna membentuk cincin Z sebagai faktor pembelahan sel.<sup>21,29</sup> Selain itu, alkaloid golongan kuinolon juga dapat merusak cincin Z yang telah terbentuk, sehingga pembelahan sel bakteri tidak terjadi.<sup>21</sup> Flavonoid, tanin, terpenoid, sinamaldehyd diketahui dapat mengganggu metabolisme dengan beberapa cara. Keempat senyawa ini memiliki kemampuan menghambat komponen penting yang dibutuhkan oleh bakteri untuk metabolisme dan bertahan hidup. Senyawa yang dapat dihambat pengambilannya adalah gula, asam amino, dan oksigen yang berfungsi untuk melakukan proses fosforilasi oksidatif.<sup>23,24,28,30</sup> Kemampuan antibakteri pada senyawa aktif yang didapat dari tumbuhan dapat mempengaruhi dinding sel pada bakteri, baik yang sudah terbentuk maupun mengganggu pada saat proses pembentukan dinding sel. Alkaloid golongan squamalin dapat juga merusak membran sitoplasma pada bakteri sehingga menyebabkan kebocoran pada substansi bakteri.<sup>21</sup> Selain itu alkaloid squamalin dapat merusak membran luar bakteri secara langsung, fungsi ini juga dimiliki oleh flavonoid.<sup>21,23</sup> Flavonoid juga dapat menghambat proses

pembentukan dinding sel bakteri.<sup>23</sup> Saponin merupakan senyawa mirip sabun yang bekerja merusak dinding sel bakteri dengan cara menurunkan tegangan permukaan pada dinding sel bakteri, sehingga mempengaruhi permeabilitas dari dinding sel dari bakteri dan menyebabkan kebocoran.<sup>26,27</sup> Selain ketiga mekanisme di atas, senyawa bioaktif yang dapat merusak dinding bakteri adalah sinamaldehyd. Sinamaldehyd bekerja dengan cara mengubah struktur dari lipid pembentuk dinding sel bakteri, sehingga integritas dari dinding sel bakteri dapat terganggu.<sup>31</sup> Keempat mekanisme aktivitas antibakteri senyawa pada ekstrak kayu manis *C.burmanni* seperti penghambatan sintesis asam nukleat, menghambat pembelahan, mengganggu metabolisme, serta menghambat dan merusak dinding bakteri menghasilkan aktivitas antibakteri yang terdapat pada penelitian ini. Sintesis asam nukleat yang dibutuhkan bakteri untuk menurunkan sifat pada sel bakteri baru, penghambatan pada pembelahan sel dan sintesis dinding bakteri, serta disrupsi pada metabolisme bakteri menyebabkan bakteri tidak bisa bereplikasi secara baik, sehingga pertumbuhan terhambat. Disrupsi langsung pada integritas dinding sel, membran sitoplasma bakteri, dan mekanisme penghambatan replikasi secara terus-menerus menyebabkan kematian pada bakteri.

Penelitian terdahulu mengenai aktivitas antibakteri kayu manis *C.burmanni* yang dilakukan Repi NB, dkk (2016) pada bakteri gram positif *Streptococcus pyogenes* dan bakteri gram negatif *Escherichia coli* menunjukkan potensi daya hambat ekstrak kayu manis *C.burmanni* yang dilakukan dengan metode Kirby-Bauer yang dimodifikasi dan diukur melalui zona hambat yang terbentuk, dengan hasil hambatan sangat kuat pada pertumbuhan *S.pyogenes* (25 mm), dan kategori kuat terhadap *E.coli* (14.3 mm).<sup>66</sup> Penelitian lain yang dilakukan oleh Halim F, dkk (2020) pada bakteri *Staphylococcus aureus* dengan metode mikrodilusi dan identifikasi secara visual, menyatakan adanya aktivitas antibakteri berupa KHM ekstrak kayu manis *C.burmanni* terhadap *S.aureus* pada konsentrasi 320-600 mg/L metode visual, dan 160-300 mg/L metode mikrodilusi. Hasil pada penelitian ini menyatakan semakin besar konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, semakin besar daya hambat yang terbentuk; hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan.<sup>67</sup>

Pada penelitian lain menggunakan metode mikrodilusi yang dilakukan oleh Efendi & Hertiani, 2012 menggunakan *Myrmecodia tuberosa* berkonsentrasi 0.4%, 0.8%, dan 1.6% terhadap jamur *Candida albicans* menunjukkan hasil persentase inhibisi sebesar 52.1%, 152.6%, dan 183.5% sedangkan pada *Escherichia coli* dengan konsentrasi ekstrak 0.4%, 0.8%, 1.6%, dan 3.2% menghasilkan nilai persentase inhibisi sebesar 48.92%, 96.32%, 81.95%, dan 107.4%. Pada koloni *Staphylococcus aureus*, *Myrmecodia tuberosa* dengan konsentrasi 0.4%, 0.8%, 1.6%, dan 3.2% memiliki nilai persentase inhibisi sebesar 73.24%, 87.88%, 96.15%, dan 132.67%.<sup>68</sup> Penelitian lain oleh Dewi ZY, dkk (2015) menggunakan ekstrak batang serih *Cymbopogon nardus* terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dengan konsentrasi ekstrak batang serih 0.023%, 0.045%, 0.091%, dan 0.18% menunjukkan hasil nilai persentase inhibisi berturut-turut -20.61%, 47.07%, 61.89%, 108.36%, 108.36%.<sup>69</sup> Dari kedua penelitian ini didapat hasil yang sejalan dengan penelitian yang dilakukan, di mana semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, maka semakin tinggi nilai persentase inhibisi yang dihasilkan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil uji, ekstrak metanol kayu manis (*C.burmanni*) memiliki potensi menghambat pertumbuhan bakteri *P.aeruginosa* ATCC 27853, dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi nilai persentase inhibisi yang didapat.

#### **5.2 Saran**

Penelitian ini menunjukkan potensi aktivitas antibakteri kulit batang kayu manis (*C.burmanni*) tanpa melakukan uji fitokimia pada sampel yang digunakan. Perlu dilakukan uji fitokimia pada penelitian selanjutnya agar mengetahui secara pasti kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada sampel uji. Selain itu penelitian ini dilakukan secara *in vitro* sehingga belum cukup untuk menggambarkan aktivitas antibakteri ekstrak kayu manis untuk keperluan medis. Perlu dilakukan uji lebih lanjut seperti uji secara *in vivo* untuk mengetahui toksisitas ekstrak metanol kulit batang kayu manis dan menggambarkan aktivitas antibakteri sesungguhnya pada jaringan hidup.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Zumla A, Ustianowski A. Tropical Diseases. Definition, Geographic Distribution, Transmission, and Classification. *Infect Dis Clin North Am*. 2012 Jun;26(2):195–205.
2. Ali Z, Mumtaz N, Naz SA, Jabeen N, Shafique M. Multi-Drug Resistant *Pseudomonas Aeruginosa*: A threat of nosocomial infections in tertiary care hospitals. *J Pak Med Assoc*. 2015;65(1):12–6.
3. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. *Pseudomonas and Related Bacteria*. In: Murray: *Medical Microbiology*. 8th ed. Philadelphia: Elsevier; 2016. p. 272–9.
4. Pang Z, Raudonis R, Glick BR, Lin TJ, Cheng Z. Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and alternative therapeutic strategies. *Biotechnol Adv*. 2019 Jan;37(1):177–92.
5. Marwati M, Amidi A. Pengaruh Budaya, Persepsi, dan Kepercayaan terhadap Keputusan Pembelian Obat Herbal. *J Ilmu Manaj*. 2019 May 8;7(2):168–80.
6. Jennifer H, Saptutyingsih E. Preferensi Individu terhadap Pengobatan Tradisional di Indonesia. *J Ekon dan Stud Pembang*. 2015;16(1):26–41.
7. Nurhayani N, Rosmeli R. Guncangan Harga dan Pangsa Pasar Ekspor Kayu Manis Kabupaten Kerinci. *J Sains Sosio Hum*. 2019 Nov 25;3(2):189–97.
8. Emilda E. EFEK SENYAWA BIOAKTIF KAYU MANIS (*Cinnamomum burmanii* NEES EX.BL.) TERHADAP DIABETES MELITUS: KAJIAN PUSTAKA. *J Fitofarmaka Indones*. 2018 Feb 21;5(1):246–52.
9. Mubarak Z, Chismirina S, Qamari CA. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmannii*) Terhadap Pertumbuhan *Enterococcus Faecalis*. *Cakradonya Dent J*. 2016;8(1):1–76.
10. Chouhan S, Sharma K, Guleria S. Antimicrobial Activity of Some Essential Oils—Present Status and Future Perspectives. *Medicines*. 2017 Aug 8;4(3):58.
11. Kawatra P, Rajagopalan R. Cinnamon: Mystic powers of a minute



- ingredient. *Pharmacognosy Res.* 2015 Sep 1;7(Suppl 1):S1.
12. Mengenal Kayu Manis [Internet]. [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://banten.litbang.pertanian.go.id/new/index.php/publikasi/folder/966-mengenal-kayu-manis>
  13. Idris H, Mayura E. Sirkuler informasi teknologi tanaman rempah dan obat : teknologi budidaya dan pasca panen kayu manis (*cinnamomum burmannii*). In: Rosman R, Ruhnayat A, Fatimah S, Maslahah N, Efiana, Miftahudin, editors. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat; 2019.
  14. Agrotek. Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Kayu Manis - Ilmu Pertanian [Internet]. 2022 [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://agrotek.id/klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-kayu-manis/>
  15. Varietas Koerintji, Si Kulit Manis dari Jambi yang Siap Mendukung Program Perbenihan Nasional – Balitro [Internet]. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 2019 [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://balitro.litbang.pertanian.go.id/?p=6526>
  16. *Cinnamomum burmannii* (padang cassia). In: *Invasive Species Compendium* [Internet]. CABI; 2019 [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/13516>
  17. Chandula Weerasekera A, Samarasinghe K, Krishantha Sameera de Zoysa H, Chathuranga Bamunuarachchige T, Yashasvi Waisundara V. *Cinnamomum zeylanicum*: Morphology, Antioxidant Properties and Bioactive Compounds . *Antioxidants - Benefits, Sources, Mech Action.* 2021 Sep 8;
  18. Andrade MA, Ribeiro-Santos R, Melo NR de, Sanches-Silva A. Bioactive Compounds of Cinnamon - A Valuable Aromatic Plant for Food Packaging. *Int Conf Saf Innov Food Packag.* 2016;
  19. Rivai H, Misfadhila S, Ningsih W. Analisis Fitokimia dari Ramuan Obat Tradisional Untuk Nyeri Haid: Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* Blume). 2019;1–7.
  20. Dey P, Kundu A, Kumar A, Gupta M, Lee BM, Bhakta T, et al. Analysis of

- alkaloids (indole alkaloids, isoquinoline alkaloids, tropane alkaloids).  
Recent Adv Nat Prod Anal. 2020 Jan 1;505.
21. Othman L, Sleiman A, Abdel-Massih RM. Antimicrobial Activity of Polyphenols and Alkaloids in Middle Eastern Plants. *Front Microbiol.* 2019;10(MAY):911.
  22. Tarahovsky YS, Kim YA, Yagolnik EA, Muzafarov EN. Flavonoid–membrane interactions: Involvement of flavonoid–metal complexes in raft signaling. *Biochim Biophys Acta - Biomembr.* 2014 May 1;1838(5):1235–46.
  23. Rafał IG, Króliczewski BJ, Górniak I, Bartoszewski R, Króliczewski AJ. Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids. *Phytochem Rev* 2018 181. 2018 Oct 6;18(1):241–72.
  24. Kaczmarek B. Tannic Acid with Antiviral and Antibacterial Activity as A Promising Component of Biomaterials—A Minireview. *Materials (Basel).* 2020 Jul 1;13(14).
  25. Mugford ST, Osbourn A. Saponin Synthesis and Function. *Isoprenoid Synth Plants Microorg New Concepts Exp Approaches.* 2012 Jan 1;405–24.
  26. Sudarmi K, Darmayasa IBG, Muksin IK. UJI FITOKIMIA DAN DAYA HAMBAT EKSTRAK DAUN JUWET (*Syzygium cumini*) TERHADAP PERTUMBUHAN *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus* ATCC. *SIMBIOSIS J Biol Sci.* 2017 Sep 30;5(2):47.
  27. Ernawati E (Ernawati), Sari K (Kumala). Kandungan Senyawa Kimia Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Alpukat (*Persea Americana* P.mill) Terhadap Bakteri *Vibrio Alginolyticus*. *J Kaji Vet.* 2015;3(2):203–11.
  28. Mahizan NA, Yang SK, Moo CL, Song AAL, Chong CM, Chong CW, et al. Terpene Derivatives as a Potential Agent against Antimicrobial Resistance (AMR) Pathogens. *Molecules.* 2019 Jul 19;24(14).
  29. Manu DK. Antimicrobial Activity of Cinnamaldehyde or Geraniol alone or Combined with High Pressure Processing to Destroy *Escherichia coli*

- O157:H7 and *Salmonella enterica* in Juices. [Ames]: Iowa State University, Digital Repository; 2016.
30. Nowotarska SW, Nowotarski K, Grant IR, Elliott CT, Friedman M, Situ C. Mechanisms of Antimicrobial Action of Cinnamon and Oregano Oils, Cinnamaldehyde, Carvacrol, 2,5-Dihydroxybenzaldehyde, and 2-Hydroxy-5-Methoxybenzaldehyde against *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map). *Foods*. 2017 Sep 1;6(9).
  31. Firmino DF, Cavalcante TTA, Gomes GA, Firmino NCS, Rosa LD, De Carvalho MG, et al. Antibacterial and Antibiofilm Activities of Cinnamomum Sp. Essential Oil and Cinnamaldehyde: Antimicrobial Activities. *Sci World J*. 2018;2018.
  32. Mohammadi Nejad S, Özgüneş H, Başaran N. Pharmacological and Toxicological Properties of Eugenol. *Turkish J Pharm Sci*. 2017;14(2):201.
  33. Xiaojun K, Xiwang L, Jianyong L, Yajun Y. Advances in Pharmacological Research of Eugenol. *Curr Opin Complement Altern Med*. 2014;1(1):8–11.
  34. Xu JG, Liu T, Hu QP, Cao XM. Chemical Composition, Antibacterial Properties and Mechanism of Action of Essential Oil from Clove Buds against *Staphylococcus aureus*. *Molecules*. 2016 Sep 1;21(9).
  35. Patil SD, Sharma R, Srivastava S, Navani NK, Pathania R. Downregulation of *yidC* in *Escherichia coli* by Antisense RNA Expression Results in Sensitization to Antibacterial Essential Oils Eugenol and Carvacrol. *PLoS One*. 2013 Mar 4;8(3).
  36. ITIS - Report: *Pseudomonas aeruginosa* [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=965278#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=965278#null)
  37. Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA, Mietzner TA. Pseudomonads, Acinetobacters, and Uncommon Gram-Negative Bacteria. In: Jawetz, Melnick, & Adelberg's *MEDICAL MICROBIOLOGY*. 26th ed. McGraw-Hill; 2013. p. 245–54.
  38. Wilson MG, Pandey S. *Pseudomonas Aeruginosa*. StatPearls [Internet].

- 2021 Aug 11 [cited 2022 Mar 16]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557831/>
39. Al-Saffar MF, Jarallah EM. Isolation and characterization of pseudomonas aeruginosa from babylon province. *Biochem Cell Arch.* 2019 Apr 1;19(1):203–9.
  40. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. Laboratory Diagnosis of Bacterial Diseases. In: *Medical Microbiology*. 9th ed. Elsevier; 2021. p. 161–8.
  41. Irianto K. Bakteriologi medis (medical bacteriology). In: *Bakteriologi, Mikrobiologi, dan Virologi Panduan Medis dan Klinis*. Bandung: Penerbit Alfabeta; 2014. p. 1–318.
  42. Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA, Mietzner TA. Cell Structure. In: *Jawetz, Melnick, & Adelberg's MEDICAL MICROBIOLOGY*. 26th ed. McGraw-Hill; 2013. p. 11–42.
  43. Riedel S, Hobden JA, Miller S, Morse SA, Mietzner TA, Detrick B, et al. Cell Structure. In: *Jawetz, Melnick, & Adelberg's MEDICAL MICROBIOLOGY*. 28th ed. McGraw-Hill; 2019. p. 11–42.
  44. Ude J, Tripathi V, Buyck JM, Söderholm S, Cunrath O, Fanous J, et al. Outer membrane permeability: Antimicrobials and diverse nutrients bypass porins in *Pseudomonas aeruginosa*. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2021 Aug 3;118(31).
  45. Chevalier S, Bouffartigues E, Bodilis J, Maillot O, Lesouhaitier O, Feuilloy MGJ, et al. Structure, function and regulation of *Pseudomonas aeruginosa* porins. *FEMS Microbiol Rev.* 2017 Sep 1;41(5):698–722.
  46. Soedarto. Bakteri-bakteri Patogen. In: *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Sagung Seto; 2015. p. 193–394.
  47. Bucior I, Pielage JF, Engel JN. *Pseudomonas aeruginosa* Pili and Flagella Mediate Distinct Binding and Signaling Events at the Apical and Basolateral Surface of Airway Epithelium. *PLoS Pathog.* 2012 Apr;8(4).
  48. Leighton TL, Mok MC, Junop MS, Howell PL, Burrows LL. Conserved, unstructured regions in *Pseudomonas aeruginosa* PilO are important for type IVa pilus function. *Sci Reports* 2018 81. 2018 Feb 8;8(1):1–12.

49. Thi MTT, Wibowo D, Rehm BHA. *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms. *Int J Mol Sci.* 2020 Nov 2;21(22):1–25.
50. Michalska M, Wolf P. *Pseudomonas* Exotoxin A: optimized by evolution for effective killing. *Front Microbiol.* 2015;6(SEP):15.
51. Havaei SM, Aucoin MG, Jahanian-Najafabadi A. *Pseudomonas* Exotoxin-Based Immunotoxins: Over Three Decades of Efforts on Targeting Cancer Cells With the Toxin. *Front Oncol.* 2021 Dec 16;11:5158.
52. Prasad ASB, Shruptha P, Prabhu V, Srujan C, Nayak UY, Anuradha CKR, et al. *Pseudomonas aeruginosa* virulence proteins pseudolysin and protease IV impede cutaneous wound healing. *Lab Investig* 2020 10012. 2020 Aug 15;100(12):1532–50.
53. Çelik B. Investigation of Phospholipase C Activity of *Pseudomonas* Species Isolated from Water and Soil Samples by Different Methods. *Int J Adv Res Biol Sci.* 2020;7(5):99–104.
54. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. *Pseudomonas* and Related Bacteria. In: Murray: *Medical Microbiology*. 9th ed. Elsevier; 2021. p. 278–85.
55. Calhoun C, Wermuth HR, Hall GA. Antibiotics. *StatPearls.* 2021 Jun 8;
56. Kapoor G, Saigal S, Elongavan A. Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2017 Jul 1;33(3):300.
57. Gultom JM. Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Ekstrak Etanol Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*) terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Universitas Sumatera Utara; 2021.
58. Clinical and Laboratory Standards Institute. *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically*. In: CLSI document M07-A11. 11th ed. Wayne, PA, USA; 2018.
59. Eloff J A. A sensitive and quick microplate method to determine the minimal inhibitory concentration of plant extracts for bacteria. *Planta Med.* 1988;64:711–3.
60. Biotechne. *ELISA Guide*. [cited 2022 Apr 26]; Available from:

<https://resources.rndsystems.com/images/site/rnd-systems-elisa-guide-br3.pdf>

61. Nurhayati LS, Yahdiyani N, Hidayatulloh A. Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *J Teknol Has Peternak*. 2020;1(2):41–6.
62. Bintang M. Teknik Ekstraksi Senyawa Bioaktif. In: Safitri A, editor. *Biokimia Teknik Penelitian*. 2nd ed. Jakarta: Erlangga; 2018. p. 291–309.
63. Kawi JS, Yulianti E, Limanan D, Ferdinal F. Phytochemicals Profiling and Total Antioxidant Capacity of Cinnamon Bark Extract (*Cinnamomum burmannii*). *Adv Heal Sci Res*. 2021;41:33–8.
64. Shalihah A, Christianty FM, Fajrin FA. Anti inflammatory Activity of the Ethanol Extract of Cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) Bark using Membrane Stabilization Method and Protein Denaturation. *Indones J Pharm Sci Technol*. 2021;1(1):9–14.
65. Budiastuti, Andini YW, Cahyasari IA, Primaharinastiti R, Sukardiman. Standardization Bark of *Cinnamomum burmannii* Nees Ex Bl. from Five Areas of Indonesia. *Pharmacogn J*. 2020 May 1;12(3):578–88.
66. Repi NB, Mambo C, Wuisan J. Uji efek antibakteri ekstrak kulit kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*. *J e-Biomedik*. 2016;4(1).
67. Halim F, Dewi BDN, Sutandhio S. The Comparison Of Antibacterial Effects On *Cinnamomum Burmannii* Water Extract With Penicillin Against *Staphylococcus Aureus* In Vitro. *J WIDYA Med Jr*. 2020;2(1):47–57.
68. Nurullaili Y, Hertiani T. Potensi Antimikroba Ekstrak Etanol Sarang Semut (*Myrmecodia tuberosa* Jack.) terhadap *Candida albicans*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. *Trad Med J*. 2013;18(1):53–8.
69. Dewi ZY, Nur A, Hetriani T. Efek Antibakteri dan Penghambatan Biofilm Ekstrak Sereh (*Cymbopogon nardus* L.) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Maj Ked Gi Ind*. 2015;1(2):136–41.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat Izin Penelitian



### Universitas Kristen Indonesia Fakultas Kedokteran

Jl. Mayjen Sutoyo no.2  
Cawang - Jakarta 13630  
INDONESIA

Tel. 021.29362033  
Tel. Langsung 021.29362038  
Faks. 021.29362036  
E-mail: [fk@uki.ac.id](mailto:fk@uki.ac.id)  
<http://www.uki.ac.id>

Nomor : 751 /UKI.F5.D/PP.5.2/2021  
Hal : Permohonan ijin penelitian

8 Oktober 2021

Kepada Yth.

1. Evy Suryani Arodes, M.Pd., M.Biomed.  
Kepala Departemen Mikrobiologi
2. Dr. Muhammad Alfarabi, S.Si, M.Si  
Kepala Laboratorium Penelitian  
Fakultas Kedokteran UKI

Sehubungan dengan penyusunan skripsi oleh mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia tersebut di bawah ini :

No	Nama	NIM	Judul Skripsi
1.	Leo Mahendra	1861050118	UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA KOMBINASI EKSTRAK KULIT DURIAN ( <i>Durio zibethinus</i> ) DAN EKSTRAK GAMBIR ( <i>Uncaria sp.</i> ) SECARA IN-VITRO TERHADAP PERTUMBUHAN MIKROBA <i>Staphylococcus aureus</i>
2.	Dessyani Salim	1861050003	UJI EFEKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL <i>Cinnamomum burmannii</i> TERHADAP <i>Bacillus cereus</i>
3.	Nindya Sih Nugraheni	1861050080	UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK DAUN KELOR ( <i>Moringa oleifera Lam</i> ) SECARA IN-VITRO TERHADAP BAKTERI PENYEBAB INFEKSI SALURAN KEMIH ( <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Eschericia Coli</i> )

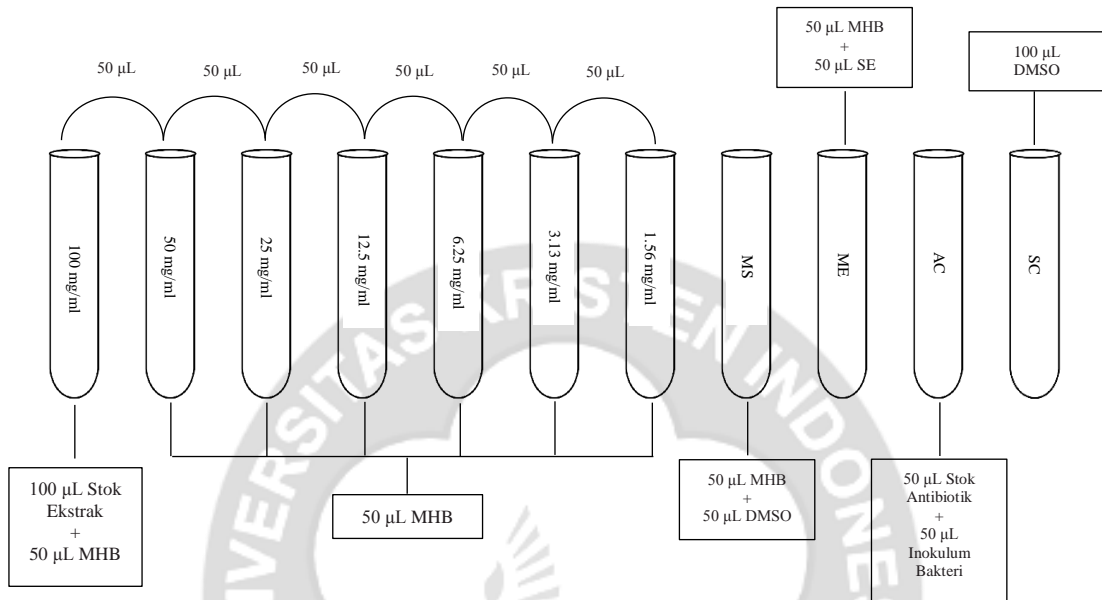
Maka dengan ini kami mohon agar kiranya yang bersangkutan dapat di ijinakan melakukan penelitian di laboratorium Departemen Mikrobiologi dan laboratorium Penelitian Fakultas kedokteran UKI untuk menyelesaikan skripsi tersebut.

Atas perkenan dan ijin yang Saudara berikan diucapkan terima kasih

Dekan  
  
Dr. dr. Robert Hotman Sirait, Sp.An  
NIP. UKI 031545

Tembusan :  
1. Dosen Pembimbing Skripsi Mahasiswa bersangkutan  
2. Mahasiswa bersangkutan

## Lampiran 2. Skema Pengenceran Sampel Uji





**Lampiran 3.** Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi Absorbansi *C.burmanni* terhadap *P.aeruginosa*

<b>Isolate</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>
<i>P. aeruginosa</i>	100 mg/ml	3.494	0.02
	50 mg/ml	2.697	0.00
	25 mg/ml	1.837	0.00
	12.5 mg/ml	1.423	0.01
	6.25 mg/ml	1.248	0.00
	3.13 mg/ml	1.100	0.01
	1.56 mg/ml	0.940	0.00
	MS	0.037	0.00
	ME	4.231	0.01
	AC	3.885	0.00
	SC	0.016	0.00

