

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK ETANOL
BIJI PINANG (*Areca catechu* L.) DAN DAUN KELOR
(*Moringa oleifera* L.) TERHADAP BAKTERI
ESCHERICHIA COLI ATCC 25922**



Oleh :

**Naomi Day Atandima
26206203A**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2025**

**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK ETANOL
BIJI PINANG (*Areca catechu* L.) DAN DAUN KELOR
(*Moringa oleifera* L.) TERHADAP BAKTERI
ESCHERICHIA COLI ATCC 25922**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
derajat Sarjana Farmasi (S.Farm)
Program Studi Ilmu Farmasi pada Fakultas Farmasi
Universitas Setia Budi*

Oleh :

**Naomi Day Atandima
26206203A**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2025**

PENGESAHAN SKRIPSI

Berjudul :

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan Memanjakan Puji Dan Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, Karya Sederhana Ini Dengan Tulus Saya Persembahkan Kepada:

1. Kepada Tuhan Yesus yang menyertai, melindungi, dan memberkati setiap langkah hidup penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada almarhum Ayah tercinta, Ibu tercinta Elizabeth Mburu Atahau, Om Matius dan kak Brusly yang penulis sangat hormati, yang telah bersusah payah mengasuh dan membesarkan penulis hingga dewasa dan selalu mengingatkan dan memberikan nasehat yang sangat berarti bagi penulis.
3. Kepada kakak serta adik yang tersayang yang telah membantu dan mendoakan penulis selama menjalani studi.
4. Kepada sahabat-sahabat tersayang Tuti, Saskia, Ayu, Angel, Aqwin, Grace, Nova, Dera, Selti, terimakasih untuk waktu, semangat, kebersamaan dan dukungan kalian sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Dan tak lupa teman-teman teori 3 angkatan 2020 atas kebersamaan, canda tawa yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
5. Kepada sahabat-sahabat angkatan 2020 yang turut mendukung keberhasilan penulis.
6. Almamater tercinta Program S1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila skripsi ini terdapat jiplakan dari penelitian/karya ilmiah/skripsi orang lain, maka saya siap menerima sanksi, baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, 10 Juli 2025

Naomi Day Atandima

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Biji Pinang (*Areca catechu* L.) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) ATCC 25922” dengan tepat waktu. Skripsi ini merupakan tugas akhir penulis untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar S1 Farmasi pada Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulis menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Ir. Djoni Tarigan, MBA selaku rektor Universitas Setia Budi, Surakarta.
2. Dr. apt. Iswandi., M.Farm selaku dekan Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi, Surakarta.
3. apt. Reslely Harjanti, S.Farm., M.Sc. selaku pembimbing akademik atas segala bimbingan dan pengarahannya.
4. Dr. apt. Opstaria Saptarini, M.Si. selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. apt. Mamik Ponco Rahayu, M.Si. selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, pengarahan, nasihat dan koreksi pada penulis.
6. Tim penguji yang telah meluangkan waktu serta memberikan kritik dan saran sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
7. Segenap dosen, staf, laboran, dan asisten laboratorium, perpustakaan Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi yang telah memberikan bantuan selama penelitian.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari pihak terkait maka skripsi ini, maka tidak akan selesai dengan baik. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat berharap kritik dan saran. Penulis berharap semoga

skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang farmasi.

Surakarta, 10 Juli 2025

Naomi Day Atandima

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Kegunaan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Tanaman Pinang.....	6
1. Klasifikasi Tanaman.....	6
2. Morfologi	6
3. Kandungan Kimia	7
4. Manfaat.....	7
B. Tanaman Kelor.....	7
1. Klasifikasi Tanaman.....	7
2. Morfologi	8
3. Kandungan Kimia	9
4. Manfaat.....	9
C. Kandungan Kimia Antibakteri dari Tanaman	9
1. Flavonoid.....	9
2. Alkaloid.....	9

3.	Saponin.....	10
4.	Tanin.....	10
5.	Steroid	10
6.	Terpenoid	10
7.	Triterpenoid.....	10
D.	Simplisia.....	11
1.	Pengertian.....	11
2.	Perajangan	11
3.	Pengeringan.....	11
E.	Ekstrak.....	11
1.	Pengertian.....	11
2.	Metode ekstraksi	11
2.1	Maserasi.....	12
2.2	Perkolasi.....	12
2.3	Sokletasi.....	12
2.4	Refluk.....	12
2.5	Digesti.....	13
3.	Pelarut.....	13
F.	<i>Escherichia coli</i>	13
1.	Klasifikasi <i>Escherichia Coli</i>	13
2.	Morfologi <i>Escherichia coli</i>	14
3.	Patogenesis	14
4.	Pengobatan	14
G.	Antibiotik	14
1.	Pengertian.....	14
2.	Mekanisme Kerja Antibiotik.....	15
2.1	Menghambat Sintesis Dinding Sel.....	15
2.2	Menghambat Metabolisme Sel Bakteri.....	15
2.3	Menghambat Sintesis Protein Sel Bakteri.	15
2.4	Mengganggu Permeabilitas Membran Sel Bakteri.....	15
2.5	Antibiotik yang menghambat sintesis asam nukleat sel mikroba.....	15
3.	Mekanisme Resistensi Antibiotik.....	16
H.	Kontrol Positif (Siprofloksasin)	16
I.	Metode Pengujian Antibakteri	17
1.	Metode Difusi.....	17
1.1	Metode Sumuran.....	17
1.2	Metode cakram kertas	17
1.3	Metode Silinder.....	18
1.4	Metode dilusi	18
J.	Kombinasi Antibakteri	18
1.	Pengertian antibakteri.....	18
2.	Jenis efek kombinasi antibakteri	19

2.1	Adiktif.....	19
2.2	Antagonis.....	19
2.3	Sinergis	19
3.	Metode Uji kombinasi.....	19
3.1	Metode Pengenceran Agar.....	19
3.2	Metode Pita Kertas.....	20
3.3	Metode Cakram.....	20
K.	Landasan Teori.....	21
L.	Hipotesis.....	23
BAB III METODE PENELITIAN		24
A.	Populasi Sampel	24
1.	Populasi	24
2.	Sampel.....	24
B.	Variabel Penelitian	24
1.	Identifikasi Variabel Utama	24
2.	Klasifikasi Variabel Utama	24
3.	Definisi Operasional Variabel Utama	25
C.	Alat Dan Bahan	26
1.	Alat.....	26
2.	Bahan.....	26
D.	Jalannya Penelitian.....	26
1.	Determinasi Bahan	26
2.	Pengumpulan Bahan.....	26
3.	Pembuatan Serbuk Biji Pinang dan Daun Kelor	27
4.	Pemeriksaan Organoleptik Serbuk Biji Pinang Dan Daun Kelor	27
5.	Penetapan Susut Pengeringan Serbuk Biji Pinang Dan Daun Kelor	27
6.	Penetapan Kadar Air Serbuk Biji Pinang Dan Daun Kelor	27
7.	Pembuatan Ekstrak Etanol Biji Pinang dan Daun Kelor	28
8.	Penetapan Persen Rendemen Ekstrak	28
9.	Pemeriksaan Organoleptik Ekstrak Biji Pinang Dan Daun Kelor	28
10.	Uji Bebas Etanol.....	29
11.	Identifikasi Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak.....	29
11.1	Identifikasi Senyawa Flavonoid.....	29
11.2	Identifikasi Senyawa Alkaloid.....	29
11.3	Identifikasi Saponin	29
11.4	Identifikasi Senyawa Tanin	30
11.5	Identifikasi Senyawa Steroid/ Triterpenoid	30

12. Sterilisasi Alat Dan Bahan Penelitian	30
13. Peremajaan Bakteri	30
14. Pembuatan Suspensi Bakteri <i>Escherichia Coli</i>	30
15. Identifikasi Bakteri <i>Escherichia Coli</i>	31
15.1 Uji Media Selektif.....	31
15.2 Uji Pewarnaan Gram.....	31
15.3 Identifikasi <i>Escherichia coli</i> dengan uji biokimia.	31
15.4 Media SIM (<i>Sulfida Indol Motility</i>).	31
16. Uji Aktivitas Antibakteri dengan Metode Dilusi	32
17. Uji Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi (Kertas Cakram)	33
18. Uji Aktivitas Antibakteri dengan Metode Pita Kertas	33
E. Analisis Hasil	34
F. Skema Penelitian	35
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 39
1. Hasil determinasi biji Pinang (<i>Areca catechu</i> L.) dan daun kelor (<i>Moringa oleifera</i> L.)	39
2. Pengumpulan Bahan.....	39
3. Pembuatan Serbuk Biji Pinang dan Daun Kelor	40
4. Pemeriksaan Organoleptik Serbuk Biji Pinang dan Daun Kelor	41
5. Penetapan susut pengeringan serbuk biji pinang dan daun kelor	41
6. Penetapan kadar air serbuk biji pinang dan daun kelor.....	42
7. Pembuatan ekstrak biji pinang dan daun kelor.....	43
8. Hasil pemeriksaan organoleptik ekstrak biji pinang dan daun kelor	44
9. Hasil Uji Bebas Etanol Ekstrak Biji Pinang dan Daun Kelor	44
10. Hasil identifikasi kandungan kimia ekstrak biji pinang dan daun kelor	45
11. Sterilisasi alat dan bahan	47
12. Peremajaan bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	47
13. Pembuatan suspensi bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	48
14. Identifikasi bakteri <i>Escherichia coli</i> 25922	49
14.1 Hasil identifikasi makroskopis.....	49
14.2 Hasil identifikasi mikroskopis <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 dengan	

metode pewarnaan Gram.	49
14.3 Hasil identifikasi uji biokimia.....	50
15. Hasil uji aktivitas antibakteri dengan metode dilusi	52
16. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri dengan metode difusi cakram.....	53
17. Hasil uji aktivitas antibakteri dengan metode pita kertas	56
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
A. Kesimpulan.....	58
B. Saran.....	58
 DAFTAR PUSTAKA.....	59
 LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kategori diameter zona hambat.....	18
2. Rendemen berat basah terhadap berat kering biji pinang dan daun kelor kering.....	40
3. Rendemen serbuk terhadap biji pinang kering dan daun kelor	40
4. Hasil penetapan susut pengeringan serbuk biji pinang dan daun kelor	41
5. Hasil penetapan kadar air serbuk biji pinang dan daun kelor.....	42
6. Hasil rendemen ekstrak biji pinang dan daun kelor	43
7. Hasil uji bebas etanol ekstrak biji pinang dan daun kelor	45
8. Hasil identifikasi kandungan kimia biji pinang dan daun kelor	45
9. Uji dilusi ekstrak biji pinang dan daun kelor.....	52
10. Hasil uji aktivitas kombinasi ekstrak biji pinang dan daun kelor	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Biji Pinang	6
2. Daun Kelor	8
3. Bakteri <i>Escherichia coli</i>	14
4. Hasil dari sifat kombinasi antibakteri adalah a. sinergis, b. sinergis, c. Additive/Indifferent; d. antagonis	20
5. Pembuatan ekstrak biji pinang dan daun kelor	35
6. Skema uji antibakteri <i>Escherichia coli</i> secara dilusi	36
7. Skema uji antibakteri <i>Escherichia coli</i> secara difusi.....	37
8. Skema pengujian uji kombinasi dengan metode pita kertas.....	38
9. Peremajaan bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 pada media Nutrient agar	48
10. Standar MCFarland dan suspensi bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.....	48
11. <i>E.coli</i> diinokulasikan pada media selektif agar (EA)	49
12. Hasil identifikasi <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 perbesaran 100x	49
13. Hasil uji aktivitas antibakteri dengan metode pita kertas	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Hasil Uji Determinasi Tanaman Pinang	72
2. Hasil Uji Determinasi Tanaman Kelor	74
3. Pengumpulan Bahan Penelitian	76
4. Hasil Perhitungan Rendemen Basah Biji Pinang dan Daun Kelor	78
5. Perhitungan Rendemen Serbuk biji pinang dan daun kelor	79
6. Penetapan Kadar Air Serbuk Biji Pinang dan Daun Kelor.....	80
7. Hasil Uji Susut Pengeringan Serbuk Biji Pinang dan Daun Kelor	82
8. Perhitungan Susut Pengeringan Serbuk Biji Pinang dan Daun Kelor	85
9. Pembuatan Ekstrak Etanol Biji Pinang Dan Daun Kelor	86
10. Hasil Rendemen Ekstrak Etanol Biji Pinang Dan Daun Kelor	87
11. Identifikasi Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Biji Pinang Dan Daun Kelor.....	88
12. Hasil Uji Bebas Etanol Ekstrak Biji Pinang Dan Daun Kelor.....	90
13. Pembuatan Larutan Ekstrak.....	91
14. Identifikasi <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	93
15. Gambar Sertifikat Bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	94
16. Hasil Uji Dilusi Ekstrak Biji Pinang dan Daun Kelor	95
17. Perhitungan Seri Konsentrasi Untuk Uji Difusi 7,6% dan 15%.....	98
18. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kombinasi Biji Pinang Dan Daun Kelor Dengan Metode Difusi Cakram	99
19. Gambar Pola Kombinasi Teraktif Dengan Metode Uji Pita Kertas.....	100
20. Hasil Analisis Statistik Data Dengan SPSS versi 25	101
21. Pembuatan media.....	104

DAFTAR SINGKATAN

DMSO	<i>Dimethylsulfoxide</i>
KHM	Konsentrasi Hambat Minimum
KBM	Konsentrasi Bunuh Minimum
<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
BHI	<i>Brain Heart Infusion</i>
CFU	<i>Coloni Forming Unit</i>
NA	<i>Nutrient Agar</i>
SPSS	<i>Statistical Product and Service Solution</i>
SIM	<i>(Sulfida Indol Motility)</i>
KIA	<i>(Klinger's Iron Agar)</i>
LIA	<i>(Lysin Iron Agar)</i>
ATCC	<i>(American Type Culture Collection)</i>

ABSTRAK

NAOMI DAY ATANDIMA, 2025, UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK ETANOL BIJI PINANG (*Areca catechu* L.) DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) TERHADAP BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* ATCC 25922, SKRIPSI, PROGRAM STUDI S1 FARMASI FAKULTAS FARMASI, UNIVERSITAS SETIA BUDI SURAKARTA. Dibimbing oleh Dr. apt. OPSTARIA SAPTARINI, S.Farm., M.Si dan apt. MAMIK PONCORAHAYU, S.Si., M.Si.

Penyakit infeksi bakteri *Escherichia coli* dapat diobati dengan menggunakan antibiotik. Biji pinang (*Areca catechu* L.) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman yang mengandung senyawa kimia yang memiliki efek sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan membuktikan aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Biji pinang (*Areca catechu* L.) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan etanol 96% sebagai pelarutnya. Pengujian aktivitas antibakteri menggunakan metode dilusi, metode difusi (metode cakram) dan pita kertas untuk mengetahui pola kombinasi. Perbandingan konsentrasi yang digunakan adalah 1:1, 1:2 dan 2:1 untuk pengujian aktivitas antibakterinya dengan menggunakan siprofloksasin sebagai kontrol positif.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol ekstrak biji pinang memiliki nilai Konsentrasi Bunuh Minimum 7,5% dan daun kelor memiliki nilai Konsentrasi Bunuh minimum 15%. Kombinasi 1:1 memiliki daya hambat $15,2 \pm 1,2$. Kombinasi 1:2 memiliki daya hambat $15,46 \pm 0,83$. Kombinasi 2:1 memiliki daya hambat $17,16 \pm 0,92$. Konsentrasi kombinasi 2:1 paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan memberikan efek kombinasi yang bersifat sinergis terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Kata Kunci : Antibakteri; Kombinasi; biji Pinang (*Areca catechu* L.); daun Kelor (*Moringa oleifera* L.).

ABSTRACT

NAOMI DAY ATANDIMA, 2025, ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF THE ETHANOL EXTRACT COMBINATION OF ARECA NUT (*Areca catechu* L.) AND MORINGA LEAVES (*Moringa oleifera* L.) AGAINST *ESCHERICHIA COLI* ATCC 25922, THESIS, BACHELOR OF PHARMACY, FACULTY OF PHARMACY, SETIA BUDI UNIVERSITY, SURAKARTA. Supervised by Dr. apt. Opstaria Saptarini, S.Farm., M.Si and apt. Mamik Poncorahayu, S.Si., M.Si.

Infection caused by *Escherichia coli* can be treated using antibiotics. Areca nut (*Areca catechu* L.) and moringa leaves (*Moringa oleifera* L.) are plants that contain chemical compounds with antibacterial effects. This study aimed to evaluate and confirm the antibacterial activity of the ethanol extract combination of areca nut and moringa leaves against *Escherichia coli*.

Areca nut (*Areca catechu* L.) and moringa leaves (*Moringa oleifera* L.) were extracted using the maceration method with 96% ethanol as the solvent. The antibacterial activity was tested using the dilution method, diffusion method (disc method), and paper strip method to determine the combination pattern. The concentration ratios used were 1:1, 1:2, and 2:1 for antibacterial activity testing, with ciprofloxacin as the positive control.

The results showed that the ethanolic extract of areca nut had a Minimum Bactericidal Concentration (MBC) of 7.5%, while moringa leaves had an MBC of 15%. The 1:1 combination showed an inhibition zone of 15.2 ± 1.2 mm, the 1:2 combination 15.46 ± 0.83 mm, and the 2:1 combination 17.16 ± 0.92 mm. The 2:1 combination concentration was the most effective in inhibiting *Escherichia coli* growth and exhibited a synergistic antibacterial effect against *Escherichia coli*.

Keywords: Antibacterial; Combination; Areca nut (*Areca catechu* L.); Moringa leaves (*Moringa oleifera* L.).

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit infeksi adalah jenis penyakit yang paling umum dialami oleh masyarakat di negara berkembang, termasuk Indonesia. Infeksi ini disebabkan oleh bakteri, dengan salah satu penyebab utamanya adalah bakteri *Escherichia coli*. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif yang berasal dari usus manusia yang berfungsi dalam sistem ekskresi zat sisa di saluran pencernaan (Puteri & Milanda, 2016). *Escherichia coli* memiliki dampak negatif yaitu dapat menyebabkan berbagai macam penyakit infeksi seperti infeksi saluran pencernaan, namun juga memiliki dampak positif yang merupakan flora normal bagi usus manusia (Winarni dan Puspitasari, 2013). Bakteri *Escherichia coli* menyebabkan infeksi saluran kencing, demam, bakteremia, diare dan meningitis neonatal pada manusia dan hewan (Palaniappan *et al.*, 2006; CDC, 2016). Infeksi ini menyebar karena kurangnya kebersihan keadaan higienis makanan, minuman dan air yang akan dikonsumsi kurang baik, serta dipengaruhi oleh lingkungan sekitar (Jiastuti, 2018). Bakteri bertahan hidup menjadi resisten melalui proses tertentu akibat paparan antibiotik yang penggunaannya kurang diperhatikan serta dikarenakan dosis yang belum sesuai.

Penggunaan antibiotik yang tidak tepat dalam pengobatan antibakteri dapat menyebabkan berbagai masalah seperti pengobatan yang tidak efektif, peningkatan risiko bagi keselamatan pasien, resistensi bakteri, serta biaya pengobatan yang lebih tinggi (Priamsari & Wibowo, 2020). Faktor-faktor yang dapat menyebabkan resistensi antibiotik pada bakteri meliputi tekanan penggunaan antibiotik, durasi penggunaan yang berlebihan, overdosis, penggunaan antibiotik pada penyakit yang tidak disebabkan oleh bakteri seperti flu, yang tidak memberikan manfaat dan dapat memicu resistensi. Antibiotik yang biasa digunakan dalam pengobatan infeksi *E. coli* adalah ampicilin, siprofloksasin, carbenicillin, sefalotin, kloramfenikol, gentamisin, kanamisin, asam nali-diksid, norfloksasin, tetrasiklin, tikarsilin, tobramisin, trimetoprim-sulfametoksazol (McKee *et al.*, 2003; Suwito dan Setyadji, 2011).

Menurut WHO (2008), penggunaan antibiotik dikatakan tepat bila efek terapi mencapai maksimal, efek toksik minimal,

perkembangan resistensi antibiotik seminimal mungkin penggunaan antibiotik yang tepat dapat membantu mengendalikan resistensi bakteri. Meningkatnya resistensi bakteri terhadap antibiotik dapat memicu adanya penemuan obat baru dari bahan alami tumbuhan yang memiliki potensi untuk menjadi alternatif antibiotik yang lebih paten, murah, dan memiliki efek samping yang kecil. Pengembangan obat herbal ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan resistensi bakteri dan memberikan pilihan pengobatan yang lebih aman dan terjangkau bagi masyarakat. Tanaman tradisional yang mempunyai potensi sebagai antibakteri diantaranya tanaman buah biji pinang dan tanaman daun kelor. Tanaman buah biji pinang mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan steroid yang diketahui dapat menghambat aktivitas antibakteri (Afni *et al.*, 2015). Beberapa penelitian menunjukkan ekstrak etanol biji pinang dapat menghambat bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak biji pinang sebelumnya telah dilakukan oleh (Telaumbanua *et al.*, 2021). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol biji pinang (*Areca catechu* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, pada pengujian tersebut diketahui bahwa ekstrak dari biji pinang dapat menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi 100 mg/ml dapat memberikan hambatan sebesar 15,53 mm terhadap bakteri *Escherichia coli*. Menurut penelitian (Asrianto *et al.*, 2021) pada pengujian tersebut diketahui dapat menghambat aktivitas antibakteri pada konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% dan daya hambat bakteri dengan daya hambat berturut-turut sebesar 15,4 mm, 15,9 mm, 16,1 mm, 17,5 mm pada *Escherichia coli* dan 14,9 mm, 19,3 mm, 21,5 mm, 19,4 mm pada *Staphylococcus aureus*.

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) adalah tanaman yang mempunyai banyak manfaat. Salah satu khasiat dari tanaman kelor yakni sebagai antibakteri. Daun kelor dalam pengobatan tradisional mempunyai potensi sebagai antibakteri karena mengandung flavonoid, saponin, alkaloid, dan tanin (Dewi *et al.*, 2023). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor sebelumnya telah dilakukan oleh (Emelia *et al.*, 2020) pada pengujian tersebut diketahui bahwa ekstrak dari daun kelor dapat menghambat aktivitas bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi 6%, 8% dan 10% memberi hambatan sebesar 7,83 mm, 10,33 mm dan 18,83 mm. Penelitian yang telah dilakukan (Maharani, *et al.*, 2017) terkait ekstrak etanol daun kelor dan daun salam mempunyai

aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan konsentrasi bunuh minimum 4%, 6%, 8%, 10% dan daya hambat bakteri dengan daya hambat berturut-turut sebesar 9,080 mm, 9,704 mm, 9,573 mm, 10,111 pada *Escherichia coli* dan 7,805 mm, 9,092 mm, 9,077 mm dan 9,780 mm pada *Staphylococcus aureus*. Kombinasi antibakteri adalah ketika dua antibakteri bekerja bersama adan mempengaruhi kerja masing-masing antibakteri. Menurut Otoino *et al.*, (2008) efek antibakteri ekstrak beberapa tanaman yang disatukan memiliki daya hambat yang kuat daripada ekstrak tanaman tunggal. Tanaman yang digunakan oleh masyarakat Indonesia merupakan biji pinang dan daun kelor karena telah dibuktikan dengan adanya aktivitas biologis dan efek antibakteri yang terkandung pada senyawa tanin, alkaloid, saponin, flavonoid, steroid/triterpenoid dan antrakuinon.

Kombinasi senyawa antibakteri dilakukan untuk meningkatkan efektivitas salah satu senyawa tunggalnya sekaligus mengoptimalkan kinerja obat. Strategi ini memungkinkan percepatan pemanfaatan obat dalam praktik klinis dengan biaya pengembangan yang lebih efisien. Penggabungan bahan aktif dapat menghasilkan efek sinergis maupun antagonis. Kombinasi yang dianggap efektif adalah kombinasi yang memberikan efek sinergis terhadap aktivitas antibakterinya. Mencapai efek sinergis ini merupakan salah satu sasaran utama dalam pengembangan obat berbasis tanaman. Kombinasi efek sinergis merupakan tujuan yang ingin diraih dalam pengembangan tanaman obat. Secara umum, evaluasi sinergisme bahan aktif pada tanaman obat dilakukan dengan menggunakan pendekatan kasus per kasus. Menurut penelitian dilakukan dengan menggunakan kombinasi bahan herbal untuk menemukan formula herbal yang memiliki sifat antibakteri yang bekerja sama dengan masing-masing bahan. Penelitian yang telah dilakukan (Maharani *et al.*, 2023) tentang Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dan Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Kombinasi ekstrak etanol daun kelor dan daun sirih hijau memiliki daya hambat yang kuat, pada bakteri *Staphylococcus aureus* konsentrasi 25%:25% memiliki zona hambat sebesar 12 mm. Konsentrasi 50%:50% memiliki zona hambat 15,1 mm dan konsentrasi 75%:75% memiliki zona hambat sebesar 17,6 mm, sedangkan pada *Escherichia coli* konsentrasi 25%:25% memiliki zona hambat 11,3 mm, konsentrasi 50%:50% memiliki zona hambat sebesar

12,6 mm, dan pada konsentrasi 75%:75% memiliki zona hambat sebesar 14 mm. Penelitian dilakukan oleh (Munira *et al.*, 2020) tentang uji aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak daun sirih dan biji pinang serta gambir terhadap *Streptococcus mutans* dengan variasi kombinasi P1 {kombinasi ekstrak daun sirih, biji pinang dan gambir (3:3:3)}, P2 (3:2:3), P3 (3:1:2), P4 (1:2:3), P5 (2:1:3). P6 (1:3:2) dan P7 (2:3:1) diketahui diameter zona hambat paling besar terdapat pada kombinasi 3:3:3 yaitu 29,50 mm kategori sangat kuat.

Peneliti ingin melakukan penelitian mengenai aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor terhadap bakteri *Escherichia coli*, karena ingin mengetahui dan mendapatkan nilai konsentrasi kecil dengan hasil konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum yang besar.

B. Rumusan Masalah

1. Berapakah Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dari kombinasi ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor terhadap *Escherichia coli*?
2. Apakah kombinasi ekstrak biji pinang dan daun kelor memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*?
3. Manakah dari perbandingan ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor dengan perbandingan (1:1), (1:2) dan (2:1) yang memiliki aktivitas antibakteri paling efektif untuk menghambat *Escherichia coli*?
4. Bagaimana pola efek kombinasi ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui berapakah Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dari kombinasi ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor terhadap *Escherichia coli*
2. Untuk mengetahui pada perbandingan berapakah ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor yang memiliki aktivitas antibakteri paling efektif untuk menghambat bakteri *Escherichia coli*.
3. Untuk mengetahui pada perbandingan berapakah (1:1), (1:2) dan (2:1) ekstrak etanol biji pinang dan daun kelor yang memiliki aktivitas antibakteri paling efektif untuk menghambat bakteri *Escherichia coli*.

4. Untuk mengetahui bagaimana pola efek kombinasi ekstrak biji pinang dan daun kelor sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*.

D. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan data ilmiah bagi ilmu pengetahuan khususnya bidang farmasi dan memberikan informasi kepada masyarakat, serta dapat bermanfaat bagi industri pengembangan obat tradisional mengenai potensi penggunaan kombinasi biji pinang dan daun kelor sebagai alternatif pengobatan antibakteri *Escherichia coli*.