

KARAKTERISASI SENYAWA DENGAN MENGGUNAKAN *FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY* (FTIR) DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK DAUN MENTIMUN (*Cucumis sativus* L.) DAN DAUN PARE (*Momordica charantia* L.) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli*

(Skripsi)

**Oleh
M. Rosari Resalia
2218031038**



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**KARAKTERISASI SENYAWA DENGAN MENGGUNAKAN
FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR)
DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI
EKSTRAK DAUN MENTIMUN (*Cucumis sativus* L.) DAN
DAUN PARE (*Momordica charantia* L.) TERHADAP BAKTERI
*Escherichia coli***

Oleh
M. ROSARI RESALIA

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA FARMASI

Pada

Jurusan Studi Farmasi
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi

: **KARAKTERISASI SENYAWA
DENGAN MENGGUNAKAN
FOURIER TRANSFORM INFRARED
SPECTROSCOPY (FTIR) DAN UJI
AKTIVITAS ANTIBAKTERI
KOMBINASI EKSTRAK DAUN
MENTIMUN (*Cucumis sativus* L.) DAN
DAUN PARE (*Momordica charantia* L.)**

Nama Mahasiswa

: **M. Rosari Resafia**

No. Pokok Mahasiswa

: 2218031038

Program Studi

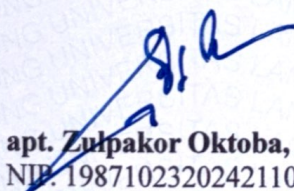
: Farmasi

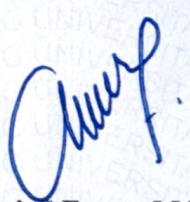
Fakultas

: Kedokteran



1. Komisi Pembimbing


apt. Zulpakor Oktoba, S.Si., M.Farm
NIP. 198710232024211001


Afriyani, S.Farm., M.Farm
NIP. 199504172022032022

2. Dekan Fakultas Kedokteran

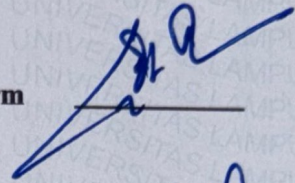



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP. 197601202003122001

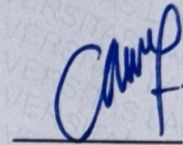
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

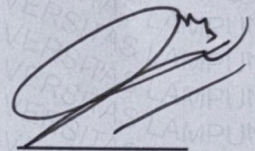
Ketua : apt. Zulpakor Oktoba, S.Si., M.Farm



Sekretaris : Afriyani, S.Farm., M.Farm



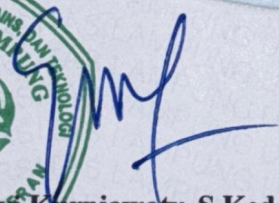
Penguji
Bukan Pembimbing : apt. Muhammad Iqbal. S.Farm., M.Sc



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr.dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP. 197601202003122001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 30 Januari 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Rosari Resalia
NPM : 2218031038
Program Studi : Farmasi
Judul Skripsi : Karakterisasi Senyawa dengan Menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan Daun Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya ilmiah skripsi ini merupakan **HASIL KARYA SAYA SENDIRI**. Apabila dikemudian hari terbukti adanya plagiarisme dan kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia diberi sanksi

Bandar Lampung, 30 Januari 2026



M. Rosari Resalia
NPM. 2218031038

RIWAYAT HIDUP

Penulis M. Rosari Resalia lahir di Tugu Jaya, 29 Mei 2004 dari pasangan Bapak Sugianto dan Ibu Sumiarsih serta merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis memulai pendidikan formalnya di TK As Shidiqiyyah pada tahun 2008. Lalu, pada tahun 2010 penulis melanjutkan sekolah dasar di SDN 1 Lubuk Seberuk. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama pada tahun 2016 di SMPN 1 Lempuing Jaya. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 3 Unggulan Kayuagung. Pada tahun 2022, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis menjalani perkuliahan dengan aktif dan ikut serta dalam organisasi kemahasiswaan. Penulis diberi kesempatan untuk bergabung dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Farmasi Universitas Lampung periode 2024 sebagai Anggota dalam Departemen Pengembangan Sumber Daya Manusia dan Organisasi. Kemudian penulis juga diberi kesempatan untuk bergabung sebagai anggota dalam organisasi Lunar-Medical Research Community (Lunar-MRC).

Akhir kata, penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul “Karakterisasi Senyawa dengan Menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan Daun Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*”.

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan kepada Bapak dan Ibu tercinta. Terima kasih atas doa yang senantiasa menyertai, dukungan yang selalu menguatkan, serta kasih sayang yang menjadi sumber semangat selama perjalanan hidup.

1 Korintus 16:14

“Lakukanlah segala pekerjaanmu dalam kasih!”

Matius 5: 13-14

“¹³Kamu adalah garam dunia. Jika garam itu menjadi tawar, dengan apakah ia diasinkan? Tidak ada lagi gunanya selain dibuang dan diinjak orang.

¹⁴Kamu adalah terang dunia. Kota yang terletak di atas gunung tidak mungkin tersembunyi”

SANWACANA

Puji syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat dan karunia sehingga penulis diberikan kekuatan dan kelancaran untuk menjalankan perkuliahan, penelitian, dan penyusunan naskah skripsi dengan judul **“KARAKTERISASI SENYAWA DENGAN MENGGUNAKAN *FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY* (FTIR) DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK DAUN MENTIMUN (*Cucumis sativus* L.) dan DAUN PARE (*Momordica charantia* L.) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli*”**

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penulisan skripsi ini. Penulis mendapatkan banyak bimbingan, masukan, bantuan, saran, kritik, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. Rani Himayani, Sp.M., selaku Ketua Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. apt. Zulpakor Oktoba, S.Si., M.Farm., selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan ilmu, bimbingan, arahan, motivasi, masukan, kritik, serta saran dan kesempatan kepada penulis sejak penulisan proposal hingga penulisan skripsi ini selesai;
5. Afriyani, S.Farm., M.Farm., selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan ilmu, bimbingan,

arahan, motivasi, masukan, kritik, serta saran dan kesempatan kepada penulis sejak penulisan proposal hingga penulisan skripsi ini selesai;

6. apt. Muhammad Iqbal, S.Farm., M.Sc., selaku pembahas skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan, saran, serta kritik mengenai skripsi ini;
7. apt. Ihsanti Dwi Rahayu, M.S.Farm., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan ilmu, bimbingan, arahan, motivasi, masukan, kritik, serta saran dan kesempatan kepada penulis selama masa pendidikan di Prodi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
8. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas bimbingan dan ilmu yang telah disampaikan selama proses perkuliahan;
9. Seluruh laboran, staf, dan civitas akademik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membantu dalam proses penyiapan penyusunan skripsi ini;
10. Andi Yudiansyah HR, S.KM., M.M selaku Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung, yang telah memberikan perizinan untuk melakukan penelitian di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Lampung;
11. Kedua orang tua penulis, Bapak dan Ibu, untuk beliau berdualah skripsi ini penulis persembahkan. Terima kasih atas segala kasih sayang, doa, pengorbanan, dan dukungan yang diberikan dalam membesarkan dan membimbing penulis selama ini;
12. Adik satu-satunya penulis, Yohanes Fransisco Resalio yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan semangat bagi penulis. Terima kasih selalu menyertai penulis hingga saat ini dan menjadi penyemangat penulis dalam menjalani hidup;
13. Keluarga besar penulis yang selalu memberikan semangat, doa, perhatian, dan dukungan bagi penulis hingga saat ini;
14. Rekan penelitian penulis, Nurrahmi Putri Zaidani yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan dukungan hingga saat ini, yang telah kebersamaan dalam proses penelitian dan belajar, serta yang telah dengan sabar dan penuh pengertian menemani penulis dalam proses penelitian hingga saat ini. Terima kasih telah menjadi rekan sekaligus sahabat yang sangat berarti bagi penulis;

15. Sahabat SMA penulis, terkhusus Sasi Kirana Zahrani Saputri dan Suma Fitri Ramadani yang telah memberikan semangat, bantuan, dukungan, motivasi, dan doa kepada penulis serta telah menjadi sahabat terbaik hingga saat ini. Terima kasih sudah menjadi pendengar yang baik bagi penulis dan sebagai penguat serta pengingat bahwa setiap proses memiliki makna;
16. Sahabat dekat yang sudah penulis anggap seperti keluarga sendiri yaitu Aldo Setiawan Lukas yang telah memberikan dukungan, doa, bantuan, dan semangat kepada penulis selama proses perkuliahan hingga saat ini;
17. Sahabat-sahabat penulis yaitu Yovit, Vira, Isna, Syaza, dan Abim yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan bantuan kepada penulis dan telah menjadi sahabat terbaik selama perkuliahan;
18. Teman-teman penelitian di laboratorium, Anisa, Hanif, Gina, Anugrah, Athaya, Leo, Ardi, dan Kak Fredison yang selalu memberikan dukungan dan bantuannya kepada penulis selama proses penelitian di laboratorium;
19. Teman-teman Farmasi Angkatan 2022 “Tropomyosin” Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas semangat dan kebersamaannya selama perkuliahan;
20. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah mendukung serta membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan studi di Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang dan menambah pengetahuan serta informasi bagi pembaca.

Bandar Lampung, 30 Januari 2026

Penulis

M. Rosari Resalia

ABSTRACT

COMPOUND CHARACTERIZATION USING FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR) AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF COMBINED CUCUMBER LEAF (*Cucumis sativus* L.) AND BITTER MELON LEAF (*Momordica charantia* L.) EXTRACTS AGAINST *Escherichia coli*

By

M. Rosari Resalia

Background: Diarrhea is a mortality disease, affecting nearly 1.7 billion children annually. One cause of diarrhea is bacterial infection, including *Escherichia coli*, which is commonly treated with antibiotics, which can lead to antibiotic resistance. One treatment option is to utilize plants such as cucumber leaves (*Cucumis sativus* L.) and bitter melon leaves (*Momordica charantia* L.), which have antibacterial activity against both gram-positive and gram-negative bacteria. However, research on the effectiveness of the combination of the two in inhibiting *E. coli* has not yet been conducted.

Method: Experimental research was conducted using ethanol extraction of cucumber and bitter melon leaves. Phytochemical screening was performed qualitatively. Compound characterization was performed using Fourier Transform Infrared Spectroscopy. Antibacterial activity was determined in vitro using well diffusion.

Result: Cucumber leaf and bitter melon leaf extracts contain several secondary metabolite compounds whose presence is supported by the presence of absorption peaks in the FTIR analysis results which indicate the functional groups O-H, C-H aliphatic, C-H, C=O, and C-H aromatic. Variations in the combination ratio of cucumber and bitter melon leaf extracts inhibited the growth of *Escherichia coli* (p-value < 0,05).

Conclusion: Variations in the ratio of the combination of cucumber leaf extract and bitter melon leaf extract have the ability to inhibit the growth of *Escherichia coli* bacteria. However, the best inhibition zone diameter was achieved by the single bitter melon leaf extract.

Keywords: Bitter Melon Leaves, Cucumber Leaves, *Escherichia coli*, FTIR Analysis, Phytochemical Screening

ABSTRAK

KARAKTERISASI SENYAWA DENGAN MENGGUNAKAN *FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY* (FTIR) DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK DAUN MENTIMUN (*Cucumis sativus* L.) DAN DAUN PARE (*Momordica charantia* L.) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli*

Oleh

M. Rosari Resalia

Latar Belakang: Penyakit diare sebagai penyebab mortalitas dan terdapat hampir 1,7 miliar kasus pada anak setiap tahunnya. Salah satu penyebab diare adalah karena adanya infeksi bakteri, salah satunya adalah *Escherichia coli* yang umumnya diobati dengan penggunaan antibiotik yang bisa menimbulkan resistensi antibiotik. Salah satu upaya penanganan adalah dengan memanfaatkan tanaman seperti daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) yang memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri gram positif dan gram negatif. Namun, penelitian mengenai kombinasi keduanya dalam menghambat *E. coli* belum ditemukan.

Metode: Penelitian secara eksperimental dilakukan dengan ekstraksi etanol daun mentimun dan daun pare. Penapisan fitokimia dilakukan secara kualitatif. Karakterisasi senyawa dilakukan dengan analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. Aktivitas antibakteri dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan difusi sumuran.

Hasil: Ekstrak daun mentimun dan daun pare mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yang didukung keberadaanya dengan adanya puncak serapan pada hasil analisis FTIR yang mengindikasikan gugus fungsi O-H, C-H alifatik, C-H, C=O, dan C-H aromatik. Variasi perbandingan kombinasi ekstrak daun mentimun dan daun pare dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* ($p\text{-value} < 0,05$).

Simpulan: Variasi perbandingan kombinasi ekstrak daun mentimun dan daun pare memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Namun, diameter zona hambat terbaik dihasilkan oleh ekstrak tunggal daun pare.

Kata kunci: Analisis FTIR, Daun Mentimun, Daun Pare, *Escherichia coli*, Penapisan Fitokimia

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
DAFTAR SINGKATAN	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Tanaman Mentimun (<i>Cucumis sativus</i> L.)	6
2.1.1 Taksonomi Mentimun	6
2.1.2 Morfologi Mentimun	7
2.1.3 Manfaat Mentimun	8
2.1.4 Aktivitas Farmakologi Tanaman Mentimun	9
2.1.5 Kandungan Mentimun sebagai Antibakteri	10
2.2 Tinjauan Tanaman Pare (<i>Momordica charantia</i> L.)	11
2.2.1 Taksonomi Pare	11
2.2.2 Morfologi Pare	12
2.2.3 Manfaat Pare	13
2.2.4 Aktivitas Farmakologi Tanaman Pare	13
2.2.5 Kandungan Pare sebagai Antibakteri	14
2.3 Ekstraksi	15
2.4 Penapisan Fitokimia	23
2.5 Parameter Standardisasi Simplisia dan Ekstrak	28
2.6 Analisis <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	29
2.7 Bakteri	31
2.7.1 Klasifikasi Bakteri Berdasarkan Pewarnaan Dinding Sel	32
2.8 Tinjauan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	34
2.8.1 Taksonomi dan Morfologi	34
2.8.2 Patogenesis	35
2.9 Antibakteri	36
2.9.1 Metode Pengujian Antibakteri	37

2.10 Kerangka Teori.....	39
2.11 Kerangka Konsep	41
2.12 Hipotesis	41

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian.....	42
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	42
3.2.1 Tempat Penelitian.....	42
3.2.2 Waktu Penelitian	42
3.3 Komponen Penelitian	43
3.3.1 Sampel perlakuan	43
3.3.2 Hasil Perlakuan	43
3.3.3 Baku Pembanding	43
3.4 Definisi Operasional	43
3.5 Perlakuan Uji.....	44
3.6 Prosedur Penelitian	45
3.6.1 Persiapan Penelitian	45
3.6.1.1 Alat Penelitian	45
3.6.1.2 Bahan Penelitian	46
3.6.2 Pengambilan Sampel	46
3.6.3 Identifikasi Tanaman	46
3.6.4 Pembuatan Simplisia	47
3.6.5 Pembuatan Ekstrak	47
3.6.5.1 Perhitungan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Mentimun dan Daun Pare.....	47
3.6.5.2 Penapisan Fitokimia	48
3.6.5.3 Pengujian Parameter Non Spesifik dan Spesifik Simplisia dan Ekstrak	49
3.6.5.4 Uji Bebas Etanol	51
3.6.6 Karakterisasi Senyawa dengan Metode <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	51
3.6.7 Uji Aktivitas Antibakteri.....	51
3.6.7.1 Sterilisasi Alat.....	51
3.6.7.2 Uji Pendahuluan Pewarnaan Gram.....	52
3.6.7.3 Pembuatan Media Agar	52
3.6.7.4 Peremajaan dan Pembuatan Suspensi Bakteri.....	53
3.6.7.5 Pengujian Aktivitas Antibakteri.....	53
3.6.7.6 Pengamatan dan Pengukuran Zona Hambat.....	54
3.7 Alur Penelitian	55
3.8 Pengolahan dan Analisis Data.....	57
3.9 Etika Penelitian	58

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	59
4.1.1 Etik Penelitian	59
4.1.2 Determinasi Tanaman.....	59
4.1.3 Pembuatan Simplisia Daun Mentimun dan Daun Pare	59
4.1.4 Pembuatan Ekstrak dan Perhitungan Rendemen Ekstrak	60

4.1.5 Penapisan Fitokimia Ekstrak	61
4.1.6 Hasil Standardisasi Simplisia dan Ekstrak	62
4.1.6.1 Parameter Spesifik	62
4.1.6.2 Parameter Non Spesifik	63
4.1.7 Uji Bebas Etanol	64
4.1.8 Karakterisasi Senyawa dengan Menggunakan FTIR	65
4.1.9 Uji Pendahuluan Pewarnaan Gram	68
4.1.10 Uji Aktivitas Antibakteri	68
4.1.11 Pengolahan dan Analisis Data Aktivitas Antibakteri	69
4.1.11.1 Uji Normalitas Data	69
4.1.11.2 Uji Homogenitas Data	70
4.1.11.3 Uji <i>One-Way ANOVA</i>	70
4.2 Pembahasan.....	71
4.2.1 Determinasi Tanaman	71
4.2.2 Ekstraksi dan Rendemen Ekstrak.....	71
4.2.3 Standardisasi Simplisia dan Ekstrak	72
4.2.3.1 Parameter Spesifik.....	73
4.2.3.2 Parameter Nonspesifik.....	75
4.2.4 Penapisan Fitokimia.....	77
4.2.5 Uji Bebas Etanol	82
4.2.6 Karakterisasi Senyawa dengan Metode FTIR.....	83
4.2.7 Uji Pendahuluan Pewarnaan Gram	89
4.2.8 Uji Aktivitas Antibakteri	89
4.2.9 Uji Hipotesis Penelitian	94
 BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	96
5.2 Saran	97
 DAFTAR PUSTAKA.....	98
LAMPIRAN.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Definisi Operasional Penelitian.....	43
3.2 Variasi Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Mentimun dan Daun Pare	45
3.3 Kategori Aktivitas Antibakteri	54
4.1 Hasil Simplisia Basah dan Kering.....	60
4.2 Hasil Rendemen Ekstrak Daun Mentimun dan Daun Pare	60
4.3 Hasil Penapisan Fitokimia	61
4.4 Pemeriksaan Organoleptik	62
4.5 Hasil Uji Susut Pengerinan	63
4.6 Hasil Uji Kadar Air	63
4.7 Hasil Uji Kadar Abu.....	64
4.8 Hasil Uji Bebas Etanol.....	65
4.9 Hasil Analisis FTIR Daun Mentimun	65
4.10 Hasil Analisis FTIR Daun Pare	67
4.11 Hasil Pengukuran Diameter Daya Hambat (mm) Ekstrak Daun Mentimun dan Daun Pare terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i>	69
4.12 Hasil Uji Normalitas	70
4.13 Hasil Uji Homogenitas	70
4.14 Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i>	70
4.15 Hasil Analisis FTIR Daun Mentimun	83
4.16 Hasil Analisis FTIR Daun Pare	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Mentimun	6
2.2 Pare.....	11
2.3 FTIR <i>Spectrophotometers</i>	30
2.4 <i>Escherichia coli</i>	34
2.5 Kerangka Teori.....	40
2.6 Kerangka Konsep	41
3.1 Alur Penelitian.....	56
4.1 Simplisia dan Ekstrak Daun Mentimun dan Daun Pare.....	62
4.2 Hasil Analisis FTIR Daun Mentimun	66
4.3 Hasil Analisis FTIR Daun Pare	67
4.4 Hasil Pewarnaan Gram.....	68
4.5 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri.....	68
4.6 Mekanisme Reaksi Flavonoid	78
4.7 Mekanisme Reaksi Alkaloid	79
4.8 Mekanisme Reaksi Saponin	80
4.9 Mekanisme Reaksi Tanin	80
4.10 Mekanisme Reaksi Fenolik	81
4.11 Mekanisme Reaksi Steroid dan Terpenoid	82
4.12 Mekanisme Uji Bebas Etanol.....	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Workflow</i> Penelitian	116
Lampiran 2. Persetujuan Etik	121
Lampiran 3. Surat Hasil Determinasi Tanaman Mentimun.....	122
Lampiran 4. Surat Hasil Determinasi Tanaman Pare	124
Lampiran 5. Hasil Uji Kadar Abu Total	126
Lampiran 6. Surat Izin Penelitian UPTD Labkesda Provinsi Lampung	127
Lampiran 7. Surat Hasil Uji Identifikasi Bakteri	129
Lampiran 8. Hasil Uji Penapisan Fitokimia	130
Lampiran 9. Pengukuran Hasil Uji Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Mentimun dan Daun Pare	132
Lampiran 10. Hasil Analisis Statistik.....	133
Lampiran 11. Dokumentasi Proses Pembuatan dan Pengujian Simplisia dan Ekstrak	134
Lampiran 12. <i>Certificate of Analysis</i> Dimetil Sulfoxida (DMSO)	138
Lampiran 13. <i>Certificate of Analysis</i> Serbuk Magnesium	139
Lampiran 14. <i>Certificate of Analysis</i> Ciprofloxacin	140
Lampiran 15. <i>Certificate of Analysis</i> Reagen Pewarnaan Gram Bakteri	141
Lampiran 16. <i>Certificate of Analysis</i> Etanol	142

DAFTAR SINGKATAN

B

b/b : berat per berat
b/v : berat per volume

C

cAMP : *cyclic Adenosine Monophosphate*
cGMP : *cyclic Guanosine Monophosphate*

D

Dh : Diameter Horizontal
DMSO : *Dimethyl Sulfoxide*
DNA : *Deoxyribonucleic Acid*
Ds : Diameter Sumuran
Dv : Diameter Vertikal

F

FHI : Farmakope Herbal Indonesia
FeCl₃ : Feri Klorida/ Besi (III) Klorida
FTIR : *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

G

g : Gram

H

HCl : Hidrogen Klorida

I

IR : *Infrared*

K

KCKT : Kromatografi Cair Kinerja Tinggi
Kg : Kilogram
KG : Kromatografi Gas

L

LT : *Labile Toxin*

M

Mg : Magnesium

MHA : *Mueller Hinton Agar*

MIC : *Minimum Inhibitory Concentration*

mL : Mililiter

mm : Milimeter

MS : *Mass Spectroscopy*

N

NA : *Nutrient Agar*

NaCl : Natrium Klorida

NMR : *Nuclear Magnetic Resonance*

P

pH : *Potential of Hydrogen*

S

ST : *Stable Toxin*

U

UV : Ultraviolet

V

Vis : Visibel

μ

μg : Mikrogram

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diare merupakan salah satu masalah kesehatan pada masyarakat, terkhusus pada anak-anak yang berusia dibawah 5 tahun. Diare juga merupakan salah satu penyakit utama yang membahayakan selain penyakit ISPA, Campak, dan infeksi lainnya. Di Indonesia diare sangat umum terjadi karena kurangnya kontrol kesehatan pada masyarakat yang tidak efektif dan standar kesehatan yang buruk. Umumnya penularan diare bersumber dari makanan atau minuman yang mengandung bakteri penyebab diare (Anbhuselvam *et al.*, 2019). Akibat fatal yang dapat ditimbulkan ketika penanganan diare tidak tepat adalah kematian (Nadiya & Asharina, 2016).

Menurut data World Health Organization (WHO) diare menyebabkan kematian sekitar 443.832 setiap tahun pada anak di bawah usia 5 tahun dan 50.851 pada anak berusia 5 hingga 9 tahun. Secara keseluruhan di dunia terdapat hampir 1,7 miliar kasus diare setiap tahunnya (WHO, 2024). Di Indonesia prevalensi diare mencapai 1.017.290 dan jumlah prevalensi di Provinsi Lampung mencapai 32.148 (Riskesdas, 2018). Diare disebabkan karena infeksi oleh bakteri, virus, dan parasit. Salah satu patogen yang umum ditemukan dalam penyakit diare adalah bakteri yang meliputi *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan *Shigella*. Patogen yang paling umum menjadi penyebab diare adalah *E. coli* (WHO, 2024). *E. coli* merupakan bakteri yang dapat hidup di saluran pencernaan, tetapi dapat bersifat patogen oportunistik ketika jumlahnya pada tubuh melebihi batas normal sehingga menyebabkan penyakit diare (Firmansyah *et al.*, 2021; Nadiya & Asharina, 2016; Rahayu *et al.*, 2018).

Diare diobati dengan diberikan cairan rehidrasi, zink dan antibiotik (Anbhuselvam *et al.*, 2019). Namun, penggunaan antibiotik yang tidak rasional dapat menimbulkan resistensi antibiotik yang menyebabkan hilangnya efektivitas obat dalam melawan infeksi bakteri (Álvarez-Martínez *et al.*, 2020; Meila *et al.*, 2020). Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain yang bisa mengatasi masalah diare dan meminimalkan risiko resistensi antibiotik, salah satunya melalui pemanfaatan obat bahan alam (Gupta & Birdi, 2017). Saat ini, permintaan mengenai obat bahan alam mengalami peningkatan dan diharapkan memberikan dampak positif. Pemerintah pusat dan daerah mendukung pengembangan serta penelitian yang memanfaatkan potensi bahan alam yang aman, berkhasiat, dan bermutu (BPOM, 2023). Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai obat bahan alam dan memiliki aktivitas sebagai antibakteri adalah daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) (Anugerah *et al.*, 2023; Widiawati *et al.*, 2023).

Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa ekstrak buah mentimun (*Cucumis sativus* L.) yang diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan metanol 70% memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri *Salmonella thypii* dengan daya hambat terbesar sebesar 18,5 mm pada konsentrasi 70% (Endarini *et al.*, 2022). Ekstrak etanol 95% buah mentimun yang dilakukan ekstraksi dengan metode maserasi juga menunjukkan aktivitas antibakteri pada *Escherichia coli* dengan daya hambat sebesar 8 mm pada konsentrasi 200 mg/mL (Olubunmi *et al.*, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Widiawati *et al* (2023) menyebutkan bahwa daun mentimun yang diekstraksi dengan metode maserasi dan menggunakan etanol 96% menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75% yang secara berturut-turut menghasilkan daya hambat 9,85 mm, 10,28 mm, dan 10,53 mm (Widiawati *et al.*, 2023).

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa ekstrak buah dan daun pare (*Momordica charantia* L.) yang diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi yang menggunakan pelarut etanol 70% memiliki aktivitas antibakteri

terhadap *Escherichia coli* dengan zona hambat masing-masing yaitu 5,3 mm dan 26 mm pada konsentrasi 60% (Rasmi *et al.*, 2023). Ekstrak buah pare yang dilakukan ekstraksi dengan menggunakan metode maserasi dan pelarut etanol 96% juga menunjukkan aktivitas antibakteri pada *Pseudomonas aeruginosa* dengan zona hambat terbesar sebesar 18,81 mm pada konsentrasi 100% (S. N. Putri *et al.*, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Anugerah *et al* (2023) yang mengekstraksi daun pare menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% menyebutkan bahwa ekstrak tersebut memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella thypii* dengan zona hambat masing-masing 7,36 mm dan 17,06 mm pada konsentrasi 7,5%.

Berdasarkan kajian tersebut diketahui bahwa daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Namun, penelitian yang mengkombinasikan daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) dalam menguji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* belum ditemukan. Oleh karena itu, berdasarkan uraian diatas peneliti bertujuan ingin mengetahui hasil karakterisasi senyawa pada ekstrak etanol 96% daun mentimun dan daun pare serta apakah dengan mengkombinasikan kedua ekstrak tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil penapisan fitokimia serta karakterisasi senyawa menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) pada masing-masing ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.)?
2. Bagaimana aktivitas antibakteri dari kombinasi ekstrak etanol 96% daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*?
3. Bagaimana perbandingan aktivitas antibakteri ekstrak tunggal daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.)

dengan kombinasi ekstrak keduanya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder melalui uji penapisan fitokimia serta hasil karakterisasi senyawa menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) pada masing-masing ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.).
2. Mengidentifikasi aktivitas antibakteri dari kombinasi ekstrak etanol 96% daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.
3. Mengidentifikasi perbandingan aktivitas antibakteri antara ekstrak tunggal daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) dengan kombinasi ekstrak keduanya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Meningkatkan pengetahuan peneliti mengenai karakterisasi senyawa dan penapisan fitokimia dari masing-masing ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) serta aktivitas antibakteri dari kombinasi ekstrak etanol 96% daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.).

1.4.2 Manfaat Bagi Praktisi

1. Bagi Peneliti Lain

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya yang bertujuan untuk mengkaji efektivitas antibakteri dari kombinasi ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan

daun pare (*Momordica charantia* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

2. Bagi Institusi

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memberikan sumber informasi mengenai aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) terhadap bakteri *Escherichia coli*.

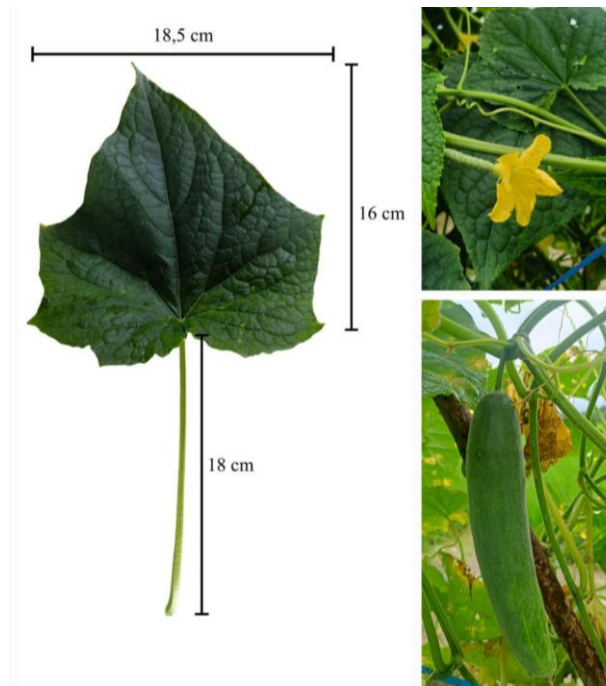
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

2.1.1 Taksonomi Mentimun

Menurut Plant of the World Online (POWO) (2023) klasifikasi tanaman mentimun adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Violales
Famili : Cucurbitaceae
Genus : *Cucumis*
Spesies : *Cucumis sativus*



Gambar 2.1 Mentimun (Dokumentasi Pribadi)

Mentimun dengan nama latin *Cucumis sativus* L. merupakan jenis tanaman yang merambat dan mudah untuk dibudidayakan. Mentimun dapat tumbuh dengan baik pada dataran rendah dan dataran tinggi pada ketinggian 1300 meter di atas permukaan laut (Endris, 2020). Mentimun dibudidayakan pada tanah yang subur dan gembur, dan harus mendapatkan sinar matahari dengan baik (Putri, 2019). Budidaya mentimun pertama kali dilakukan di India khususnya pada bagian utara. Tanaman ini memiliki penyebaran yang sangat luas di dunia, sehingga tanaman ini dapat ditemukan di banyak negara dengan spesies yang berbeda (Endris, 2020).

Dalam bahasa inggris mentimun bernama *Cucumber*, di Jepang tanaman ini disebut dengan Kyuuri, sedangkan di Indonesia tanaman ini memiliki penyebutan yang berbeda pada setiap daerah. Di daerah Sumatera khususnya sebagian daerah Sumatera Selatan dan Lampung tanaman ini disebut dengan Lembang, serta di Aceh tanaman ini disebut Timon. Di daerah Sunda tanaman ini disebut dengan Bonteng, di Madura tanaman ini disebut Temon atau Antemon, dan di Jawa tanaman ini disebut Timun Bali, Ketimun atau Antimun (Endris, 2020).

2.1.2 Morfologi Mentimun

Tanaman mentimun memiliki warna yang khas yaitu hijau termasuk pada bagian batangnya. Batang dari tanaman ini memiliki bulu kasar, basah, dan panjang 0,5-2,5 meter. Mentimun memiliki bentuk sulur dahan yang spiral dan keluar dari sisi tangkai daun. Sulur dari tanaman mentimun tumbuh dengan merambat pada tempat tanaman tersebut tumbuh (Putri, 2019). Batang mentimun tergolong lunak karena memiliki kandungan air yang cukup banyak (Maulana, 2021). Mentimun memiliki akar tunggang dan terdapat bulu-bulu akar pada akarnya, serta memiliki serabut akar. Akar tunggang mentimun dapat menembus tumbuh lurus ke dalam tanah berkisar antara 30-60 cm. Akar serabut mentimun hanya tumbuh di permukaan tanah (Maulana, 2021).

Tanaman mentimun memiliki bunga yang tumbuh dengan warna putih kekuningan pada mentimun jantan dan memiliki bentuk seperti terompet yang ditutupi bulu-bulu pada permukaannya pada mentimun betina (T. Putri, 2019). Bakal buah mentimun yang berbentuk lonjong dan membengkak ada pada bunga betina sedangkan bunga jantan tidak memiliki bakal buah (Sunarjono & Nurrohmah, 2018).

Mentimun memiliki daun yang tunggal dengan letak yang berseling, berwarna hijau, bertangkai panjang, dan memiliki bentuk bulat telur lebar. Daun mentimun tersusun atas 3-7 dengan pangkal yang berbentuk jantung, tepi bergerigi, dan ujungnya yang runcing (T. Putri, 2019). Daun mentimun memiliki aroma yang kurang sedap dan langu serta terdapat bulu-bulu tipis pada daun yang tidak begitu tajam tidak (Sunarjono & Nurrohmah, 2018).

2.1.3 Manfaat Mentimun

Mentimun telah dimanfaatkan sebagai tanaman obat sejak zaman dahulu mulai dari akar, batang, daun, biji, dan buah. Mentimun memiliki manfaat untuk penyembuhan luka seperti luka bakar dan luka dingin, menyembuhkan kulit ruam dan jerawat serta dimanfaatkan juga dalam bidang kosmetik sebagai pelembab. Di Tiongkok mentimun telah dimanfaatkan untuk pengobatan diare dan gonore, pembengkakan, dan memperlancar buang air kecil (Idemudia & Enogieru, 2024). Di daerah Indo-Cina mentimun dimanfaatkan sebagai pencahar, mengatasi hyperdipsia, insomnia, penyakit kuning, bronkitis, dan digunakan sebagai pengobatan disentri pada anak-anak (Raheman, 2020). Di beberapa daerah di Indonesia mentimun dimanfaatkan sebagai obat untuk mengatasi hipertensi dan menghentikan pendarahan (Oktoba *et al.*, 2024). Mentimun juga memiliki manfaat sebagai antioksidan, anti kanker, dan memiliki efek diuretik, serta mencegah dehidrasi karena kandungan air yang sangat tinggi pada mentimun (Fatimah, 2023).

2.1.4 Aktivitas Farmakologi Tanaman Mentimun

Tanaman mentimun yaitu bagian daun, batang, dan akar yang masing-masing diekstrak dengan menggunakan etanol 96% menunjukkan aktivitas biofungisida pada fungi *Fusarium oxysporum*. Ekstrak dari masing-masing organ mentimun dilakukan penapisan fitokimia untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder secara kualitatif. Hasil menunjukkan bahwa daun mentimun memiliki aktivitas biofungisida yang paling besar dibandingkan dengan bagian akar dan batang mentimun. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa seiring dengan semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka zona hambat yang dihasilkan semakin besar (Senaen *et al.*, 2022).

Ekstrak buah mentimun yang diekstraksi dengan pelarut metanol menunjukkan aktivitas sebagai antikolesterol. Ekstrak buah mentimun diisolasi untuk mendapatkan senyawa flavonoid, senyawa flavonoid yang didapatkan kemudian diberikan pada mencit yang telah diberi perlakuan pemberian makanan cepat saji. Hasil menunjukkan bahwa flavonoid pada ekstrak buah mentimun dapat menurunkan kadar kolesterol darah mencit tersebut. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin besar dosis flavonoid yang digunakan maka semakin besar penurunan kadar kolesterol total darah mencit (Rusmini *et al.*, 2019).

Ekstrak etanol 70% buah mentimun menunjukkan adanya aktivitas sebagai antioksidan, hasil menunjukkan bahwa ekstrak buah mentimun memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} 27,56 $\mu\text{g/ml}$ yang termasuk ke dalam aktivitas antioksidan yang kuat dan juga menunjukkan aktivitas antihipertensi pada hewan uji dan pada uji *in silico*. Ekstrak ini secara signifikan menurunkan hipertensi karena adanya kandungan senyawa fisetin yang berperan dalam menurunkan tekanan darah (Aprilliani *et al.*, 2022; Irianto *et al.*, 2020).

2.1.5 Kandungan Mentimun sebagai Antibakteri

Mentimun memiliki aktivitas antibakteri pada beberapa bakteri gram positif dan negatif. Penelitian yang dilakukan oleh Mahulauw *et al* (2024) menunjukkan aktivitas antibakteri mentimun pada bakteri *Propionobacterium acnes* hasil pengukuran menunjukkan bahwa ekstrak etanol mentimun memiliki daya hambat dengan kriteria kuat sampai sangat kuat. Pada bakteri gram negatif yaitu *Salmonella thypii* ekstrak buah mentimun juga menunjukkan aktivitas antibakteri dengan kriteria kuat (Endarini *et al.*, 2022). Hal ini disebabkan karena ekstrak mentimun mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, terpenoid, triterpenoid, dan glikosida yang berperan dalam aktivitas antibakteri (Hakim & Saputri, 2017; Senaen *et al.*, 2022; Uzuazokaro *et al.*, 2018).

Senyawa alkaloid dan saponin pada mentimun memiliki aktivitas antibakteri dengan cara menyebabkan kerusakan pada dinding sel bakteri. Alkaloid bekerja dengan menghambat komponen penyusun dinding sel bakteri seperti peptidoglikan yang mengakibatkan rusaknya dinding sel bakteri akibat gagalnya pembentukan dinding sel sehingga menyebabkan kematian sel (Riyanto *et al.*, 2019). Senyawa saponin bekerja dengan meningkatkan permeabilitas membran sel sehingga struktur membran berubah dan akan terjadi denaturasi protein di membran sel kemudian sel rusak dan pecah (Juariah & Wati, 2020).

Senyawa flavonoid pada mentimun memiliki aktivitas sebagai antibakteri karena dapat menghambat perkembangan bakteri dengan cara mendenaturasi dan mengkoagulasi protein pada sel bakteri. Flavonoid bekerja dengan menyebabkan kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri dan membentuk khelat dengan protein ekstraseluler sehingga membran sel bakteri rusak (Heriyanti *et al.*, 2016; Sagita *et al.*, 2017).

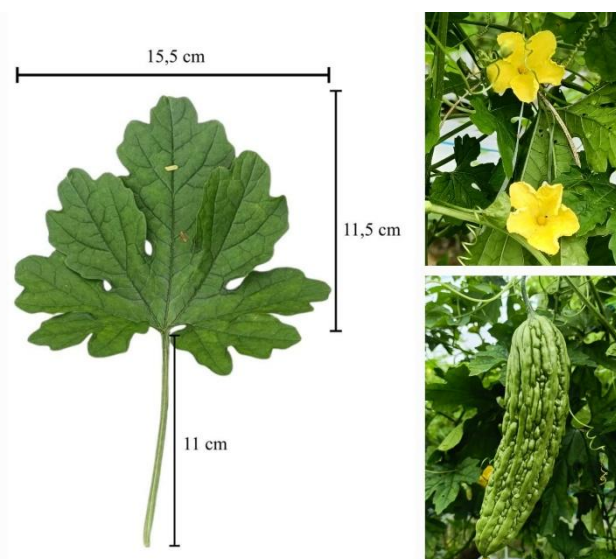
Senyawa tanin sebagai antibakteri bekerja dengan menghentikan pengikatan bakteri, mencegah kerja enzim, mengerutkan membran sel, dan menghambat sintesis peptidoglikan pada pembentukan dinding sel sehingga dinding sel tidak terbentuk dengan utuh dan sel menjadi lisis kemudian sel mati (Pertiwi *et al.*, 2022). Senyawa terpenoid juga menyebabkan kerusakan membran sel karena bereaksi dengan porin dan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri, yang menyebabkan bakteri kekurangan nutrisi dan menghambat pertumbuhan kemudian sel bakteri akan mati (Amalia *et al.*, 2017).

2.2 Tinjauan Tanaman Pare (*Momordica charantia* L.)

2.2.1 Taksonomi Pare

Menurut Plant of the World Online (POWO) (2023) taksonomi pare dikelompokkan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Cucurbitales
Famili	: Cucurbitaceae
Genus	: <i>Momordica</i>
Spesies	: <i>Momordica charantia</i>



Gambar 2.2 Pare (Dokumentasi Pribadi)

Tanaman pare atau dengan nama latin *Momordica charantia* L. yang termasuk famili Cucurbitaceae merupakan tanaman semak semusim dengan pertumbuhan yang merambat dan memiliki sulur yang panjang. Pare memiliki aroma langu yang khas. Tanaman ini merupakan tanaman yang berasal dari benua Asia (Subahar, 2004). Tanaman pare banyak dibudidayakan di daerah tropis. Tanaman ini tumbuh dengan baik pada dataran rendah dan tumbuh merambat. Tanaman ini dapat tumbuh didaerah yang sejuk karena tidak membutuhkan terlalu banyak sinar matahari (Dalimartha, 2008). Pare dikenal sangat luas di Indonesia sehingga memiliki penyebutan yang berbeda di berbagai daerah. Di daerah Jawa tanaman ini disebut dengan pare. Pada masyarakat Batak, Bugis, Bima, Makassar, dan Sumba menyebut tanaman ini dengan paria. Di wilayah Sumatera dikenal dengan sebutan prieu, paria, folia, dan kembeh (Subahar, 2004).

2.2.2 Morfologi Pare

Tanaman pare memiliki akar tunggang yang bercabang-cabang, bentuk kerucut, dan berwarna putih. Batang tanaman pare memiliki struktur yang tidak berkayu dengan warna hijau dan permukaan batang tegaknya berusuk lima. Panjangnya 2-5 m dan memiliki banyak cabang. Pada tanaman pare yang masih muda bagian batangnya terdapat rambut yang rapat tetapi akan menghilang ketika sudah tua. Buah pare yang masih muda berwarna hijau, sedangkan buah yang sudah tua berwarna jingga. Buah pare berbentuk bulat memanjang dan memiliki 8-10 rusuk, permukaan buahnya memiliki bintik-bintik yang tidak beraturan dengan panjang 8-30 cm, dan memiliki rasa yang pahit. Buah pare memiliki biji yang berwarna coklat kekuningan, keras, berbentuk pipih, memanjang, dan tersebar banyak di dalam buah pare (Maghfoer *et al.*, 2019).

Tanaman pare memiliki daun tunggal yang bertangkai panjang berukuran 1,5-5,3 cm dengan keadaan pada batang berseling, memiliki bentuk bulat panjang, pangkal daun memiliki panjang 3,5-8,5 cm, lebar 2,5-6 cm, dan berwarna hijau tua. Tanaman pare memiliki bunga tunggal. Pada satu pohon tanaman pare, bunga tanaman ini memiliki 2 kelamin yaitu bunga jantan dan bunga betina. Pada bunga jantan memiliki panjang 2-5,5 cm, sedangkan bunga betina memiliki panjang 1-10 cm. Kelopak bunga berbentuk seperti lonceng dengan mahkotanya berwarna kuning (Maghfoer *et al.*, 2019).

2.2.3 Manfaat Pare

Secara tradisional tanaman pare telah dimanfaatkan secara luas di Indonesia untuk meningkatkan nafsu makan, pencahar, serta sebagai obat untuk penyakit kuning dan cacingan (W. Sari *et al.*, 2016). Tanaman pare terutama bagian daunnya memiliki manfaat sebagai pengawet alami karena memiliki kandungan senyawa kimia yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga menghambat pembusukan (Cahyaningsih *et al.*, 2021). Selain itu, pare juga dimanfaatkan untuk melancarkan pencernaan, menurunkan diabetes, dan digunakan sebagai obat pegal linu (Nurlita *et al.*, 2023). Tanaman pare memiliki manfaat dalam membersihkan usus, mengatasi sembelit, menjaga kesehatan mata, menurunkan tekanan darah, antioksidan alami, dan bisa digunakan dalam pencegahan penyakit tumor, kanker, dan stroke, serta menjaga kesehatan tulang (Suparni & Wulandari, 2013).

2.2.4 Aktivitas Farmakologi Tanaman Pare

Ekstrak etanol 96% buah pare menunjukkan aktivitas antidepresan pada mencit yang diinduksi stres. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak pare berpengaruh pada waktu imobilitas mencit, karena adanya kandungan triterpenoid yang berpotensi sebagai antidepresan (Hanifah & Suzana, 2024). Selain itu, ekstrak buah pare juga menunjukkan aktivitas penyembuhan luka pada mencit yang diberikan luka sayat. Hasil

menunjukkan efek yang signifikan dalam penyembuhan luka sayat pada mencit, karena buah pare mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan triterpenoid yang memiliki aktivitas antiinflamasi (Astriyani, 2024).

Fraksi etanol, etil asetat, dan *n*-heksan ekstrak buah pare menunjukkan aktivitas antidiabetik pada tikus yang telah diberikan perlakuan sehingga kadar glukosa darahnya tinggi. Hasil menunjukkan bahwa fraksi *n*-heksan memiliki aktivitas penurunan kadar glukosa darah tikus yang paling tinggi dan terdapat perbedaan gambaran histopatologi jaringan pankreas pada setiap tikus yang diberikan perlakuan (Parawansah *et al.*, 2020).

Ekstrak etanol daun pare menunjukkan adanya efek proteksi terhadap kerusakan mukosa lambung pada mencit. Hal ini dikarenakan pada daun pare mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, dan saponin yang memiliki aktivitas dalam memproteksi mukosa lambung. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar dosis yang diberikan pada mencit maka semakin besar efek perlindungan yang dihasilkan terhadap mukosa lambung (Rizal *et al.*, 2022).

2.2.5 Kandungan Pare sebagai Antibakteri

Tanaman pare termasuk buah, daun, dan bijinya memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Daun pare memiliki aktivitas antibakteri dengan menghambat pertumbuhan bakteri pada bakteri gram positif dan gram negatif. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anugerah (2023) daun pare menunjukkan aktivitas antibakteri pada bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus* dengan kriteria aktivitas antibakteri sedang dan bakteri gram negatif yaitu *Salmonella thypii* dengan kriteria aktivitas antibakteri kuat. Hal ini disebabkan karena pada pare terdapat kandungan senyawa fitokimia seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid.

Senyawa fitokimia seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid menunjukkan aktivitas antibakteri dengan cara mengganggu permeabilitas sel bakteri, menghambat terbentuknya dinding sel bakteri, dan menghambat proses kerja enzim dan sintesis protein pada sel bakteri, sehingga ketika semuanya dihambat bakteri akan lisis dan mati (Handayani *et al.*, 2020). Kandungan senyawa steroid pada tanaman pare juga memiliki mekanisme kerja sebagai antibakteri dengan cara menyebabkan kebocoran pada liposom sel bakteri sehingga bentuk membran sel berubah sehingga sel rapuh dan lisis (Gulo & Silitonga, 2021; Sriwijayanti *et al.*, 2024).

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan bagian jaringan aktif makhluk hidup dari komponen tidak aktif dengan melibatkan suatu prosedur dan menggunakan pelarut yang sesuai. Hasil dari proses ekstraksi berupa ekstrak yang dapat dimanfaatkan sebagai obat (BPOM, 2023). Proses ekstraksi akan menyebabkan terpisahnya senyawa yang diinginkan dan tidak diinginkan. Ekstraksi merupakan langkah awal untuk mendapatkan senyawa yang diinginkan tersebut yaitu senyawa aktif atau senyawa kimia dengan menggunakan berbagai pelarut dan adanya prosedur ekstraksi standar (Mun'im & Ahmad, 2023).

Tujuan dari ekstraksi yaitu untuk menarik senyawa kimia yang ada pada bahan alam. Proses ekstraksi didasarkan pada prinsip perpindahan massa komponen zat pada lapisan antarmuka lalu terjadi proses difusi ke dalam pelarut. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh derajat kehalusan serbuk simplisia dan perbedaan konsentrasi, faktor tersebut mempengaruhi kecepatan ekstraksi, karena semakin halus serbuk simplisia maka luas permukaan kontak serbuk dan pelarut semakin luas sehingga jika semakin halus maka semakin mempercepat kecepatan ekstraksi (Wayuningsih & Rakhmawati, 2024).

Metode ekstraksi terbagi menjadi 3, yaitu metode ekstraksi tradisional atau konvensional, metode ekstraksi modern atau non konvensional, dan metode ekstraksi minyak atsiri. Metode ekstraksi tradisional terbagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi dingin yang meliputi metode maserasi dan perkolasi serta metode ekstraksi panas yang meliputi metode sokletasi, refluks, digesti, dekokta, dan infusa (BPOM, 2023).

Metode ekstraksi tradisional atau konvensional dingin yaitu sebagai berikut:

1. Maserasi

Maserasi merupakan metode ekstraksi yang sederhana karena proses pengerjaannya sangat praktis yaitu dengan merendam bahan simplisia dalam pelarut yang sesuai. Metode ini cocok digunakan pada simplisia yang mengandung zat aktif yang mudah larut dalam pelarutnya dan cocok digunakan pada simplisia yang tidak mengandung benzoin, tiraks, dan lilin serta tidak mengandung zat yang mudah mengembang pada pelarutnya (Najib, 2018).

Metode maserasi digunakan untuk mengekstraksi senyawa kimia yang termolabil atau sensitif terhadap panas dari tumbuhan dengan menggunakan alat berupa bejana maserasi. Simplisia yang telah dihaluskan disimpan dan dibiarkan pada bejana maserasi agar kontak dengan pelarut dengan jangka waktu tertentu dengan sesekali pengadukan (Julianto, 2019). Pengadukan dilakukan untuk meratakan konsentrasi larutan pada serbuk simplisia sehingga zat aktif akan larut karena pelarut akan masuk dan menembus dinding sel kemudian menuju ke rongga sel yang mengandung zat aktif. Perbedaan konsentrasi yang terjadi di dalam dan luar sel akan menyebabkan zat aktif (zat terlarut) ditarik keluar (Najib, 2018). Proses ini berlangsung hingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan yang ada di luar sel dan di dalam sel. Endapan yang diperoleh dilakukan penyaringan sebagai proses pemisahan untuk memperoleh filtrat yang kemudian dilakukan penguapan sehingga diperoleh ekstrak kental (Ghozaly *et al.*, 2023).

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan ekstraksi ini yaitu perbandingan pelarut dengan bahan baku, suhu, kecepatan pengadukan, waktu maserasi, derajat kehalusan simplisia dan penggunaan alat ekstraksi karena semakin halus simplisia makan semakin mudah simplisia tertinggal pada alat. Pelarut yang digunakan harus disesuaikan dengan bahan dan senyawa aktif yang menjadi tujuan (BPOM, 2023). Pemilihan pelarut menjadi hal yang penting karena harus disesuaikan dengan polaritas, karena sifat pelarut dengan kepolaran yang tinggi akan menarik senyawa polar, sedangkan pelarut dengan kepolaran rendah akan menarik senyawa non polar (Najib, 2018).

Metode maserasi memiliki beberapa keuntungan yaitu peralatan yang digunakan sederhana, proses pengerjaan yang mudah untuk dilakukan, biaya yang relatif murah, dan dapat digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang termolabil atau tidak tahan terhadap proses pemanasan. Metode ini juga memiliki beberapa kekurangan yaitu waktu yang dibutuhkan cukup lama untuk mengekstrak sampel, memerlukan banyak pelarut, dan terdapat beberapa senyawa yang sulit diekstraksi pada suhu kamar (Ghozaly *et al.*, 2023).

2. Perkolasi

Metode perkolasi adalah prosedur yang paling umum digunakan untuk mengekstraksi pada pembuatan tingtur dan ekstrak cairan pada bahan aktif yang ada pada ekstrak bahan alam (BPOM, 2023). Metode ini menggunakan perkolator yang merupakan wadah sempit berbentuk kerucut yang terbuka di kedua ujungnya. Proses pada metode ini sampel tumbuhan yang berbentuk padat dibasahi dengan pelarut hingga simplisia terendam yang kemudian dibiarkan selama beberapa jam dalam wadah tertutup dan bagian atas perkolator ditutup. Bagian bawah perkolator dibiarkan terbuka agar cairan yang terkandung didalamnya menetes perlahan (Julianto, 2019).

Prinsip dari metode perkolasi adalah dengan adanya perpindahan yang terus menerus pelarut yang melalui simplisia ke bawah untuk mendapatkan ekstrak (Rismiyati *et al.*, 2025). Pelarut yang digunakan akan melarutkan zat aktif yang dialirkan dari atas ke bawah gerakan ini disebabkan karena adanya gaya gravitasi. Hasil dari ekstraksi ini berupa perkolat yang dipisahkan dan dipekatkan untuk menghasilkan ekstrak kental (Ghozaly *et al.*, 2023).

Metode perkolasi memiliki beberapa kelebihan seperti tidak membutuhkan energi panas sehingga teknik ini cocok untuk mengisolasi senyawa yang tidak tahan panas, sampel yang digunakan akan selalu dialiri oleh pelarut yang baru, dan proses ekstraksi akan lebih sempurna karena pelarut dialirkan ke dalam sampel. Kekurangan dari metode ini adalah kontak antara sampel dan pelarut tidak lama karena pelarut dialirkan dan menetes ke bawah sehingga proses ekstraksi bisa kurang merata, membutuhkan banyak pelarut, dan membutuhkan waktu yang cukup lama (Ghozaly *et al.*, 2023).

Metode ekstraksi tradisional atau konvensional panas yaitu sebagai berikut:

1. Sokletasi

Metode ekstraksi sokletasi merupakan ekstraksi yang digunakan untuk memisahkan senyawa pada padatan dengan menggunakan pelarut organik. Ekstraksi ini biasa disebut ekstraksi antara padat dan cair. Proses dari ekstraksi ini dengan melakukan pencampuran pelarut dengan bahan alam yang akan diekstrak lalu dipisahkan dengan beberapa fase (Ghozaly *et al.*, 2023).

Prinsip dari metode ini adalah dengan melibatkan adanya kontak antara padatan dan cairan untuk menghilangkan senyawa dari padatan dengan melarutkan senyawa tersebut ke dalam fase cair refluks. Sampel yang digunakan dalam metode ini harus ditumbuk halus kemudian dibungkus pada kantong berpori yang terbuat dari kertas saring atau selulosa yang

kuat, kantong yang digunakan ini disebut dengan “*thimble*”. Pelarut yang digunakan akan dipanaskan ke labu bawah dan akan menguap pada sampel, kemudian mengembun pada kondensor dan akan menetes kembali. Proses ekstraksi ini dilakukan pengulangan dan menggunakan energi dalam bentuk panas untuk meningkatkan sistem pelepasan zat aktif saat proses ekstraksi (Ghozaly *et al.*, 2023).

Metode ini memiliki beberapa keuntungan seperti dapat mengekstraksi sejumlah sampel dengan pelarut yang sedikit, ekonomis dalam segi waktu, energi, dan biaya, proses ekstraksi terjadi berulang sehingga hasil ekstraksi bisa lebih sempurna, proses ekstraksinya berjalan lebih cepat (BPOM, 2023; Ghozaly *et al.*, 2023). Kekurangan dalam metode ini adalah tidak dapat digunakan pada simplisia yang memiliki kandungan metabolit sekunder yang tidak tahan panas karena akan terjadi degradasi pada senyawa tersebut, proses pemanasan yang akan menyebabkan adanya penguraian senyawa, metode ini terbatas karena tidak dapat digunakan untuk ekstrak yang menggunakan pelarut campuran (Ghozaly *et al.*, 2023).

2. Refluks

Metode refluks merupakan proses ekstraksi yang menggunakan pelarut yang bekerja pada titik didihnya dengan waktu tertentu dan dengan jumlah pelarut tertentu yang dilengkapi dengan sistem pendingin yaitu kondensor (Ghozaly *et al.*, 2023). Metode ini dilakukan pada suhu yang panas dan waktu yang lama dengan pengulangan 3 sampai 5 kali pada residu pertama untuk mendapatkan hasil ekstrak yang baik (Ghozaly *et al.*, 2023; Rismiyati *et al.*, 2025).

Prinsip dari metode refluks adalah dengan menggunakan pelarut yang mudah menguap pada suhu tinggi dengan bantuan kondensor, sehingga pada kondensor akan ada embun yang berasal dari uap pelarut, dan akan turun ke dalam wadah reaksi sehingga selama proses ekstraksi

berlangsung pelarut akan tetap ada. Senyawa kimia yang ada pada simplisia akan ditarik dengan cara sampel akan dimasukkan ke dalam labu alas bulat bersamaan dengan pelarut yang kemudian akan dipanaskan. Uap pelarut akan terkondensasi pada kondensor dan uap tersebut akan turun kembali ke labu alas bulat dan akan melewati lagi simplisia yang digunakan. Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali setiap 3-4 jam. Hasil akhir dari proses ini berupa filtrat yang akan dikumpulkan dan dipekatkan (Ghozaly *et al.*, 2023).

Metode ini memiliki beberapa kelebihan seperti dapat digunakan pada sampel dengan tekstur yang kasar dan dapat digunakan pada sampel dengan kandungan metabolit sekunder yang tahan pada suhu panas yang tinggi (Ghozaly *et al.*, 2023). Adapun kekurangan dari metode ini adalah metode ini tidak dapat digunakan untuk mengisolasi senyawa yang tidak tahan panas karena adanya proses pemanasan yang terus menerus (Yulinar & Suharti, 2023).

3. Digesti

Digesti merupakan proses ekstraksi yang memiliki mekanisme kerja yang hampir sama dengan maserasi, perbedaannya ada pada proses pengadukan dan metode ini perlu dilakukan pemanasan pada suhu rendah yaitu pada suhu 40-50°C. Simplisia yang terisolasi pada suhu biasa sangat baik untuk dilakukan ekstraksi dengan metode ini (Dirjen POM, 2000; Ghozaly *et al.*, 2023). Prinsip dari metode ini adalah dengan melakukan pengadukan berulang pada proses ekstraksi dan dilakukan pemanasan pada suhu yang rendah sehingga hasil ekstraksi dari metode ini dapat lebih baik daripada metode maserasi (Ghozaly *et al.*, 2023).

Metode ini cocok digunakan untuk proses ekstraksi senyawa metabolit sekunder yang stabil terhadap pemanasan, prosesnya mirip seperti menyeduh teh yaitu dengan pemanasan yang ringan (Arrofiqi *et al.*,

2024). Pemanasan pada proses ekstraksi ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dari pelarut yang digunakan untuk mengekstraksi sampel (Najib, 2018).

4. Dekokta

Metode dekokta merupakan metode seperti infusa tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama dengan suhu lebih dari 30°C dan temperatur sampai titik didih air (Dirjen POM, 2000). Proses ekstraksi dari metode ini adalah simplisia direbus dalam air pada volume dan waktu tertentu, kemudian dilakukan pendinginan dan penyaringan (BPOM, 2023). Proses perebusan simplisia dalam air dilakukan hingga volume air tersebut berkurang. Metode ini biasanya digunakan untuk mengekstraksi bahan simplisia yang memiliki tekstur keras seperti biji, akar, dan kulit batang serta metode ini juga digunakan untuk mengekstraksi senyawa aromatik yang tidak mudah menguap. Proses dalam metode ini hampir mirip dengan metode infusa tetapi proses penyaringan dilakukan pada kondisi panas dan pada wadah yang terbuka (Arrofiqi *et al.*, 2024).

5. Infusa

Metode infusa merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut air dan menggunakan bejana infus yang terendam dalam penangas air mendidih pada suhu 96-98°C selama 15-20 menit (Dirjen POM, 2000). Metode ekstraksi ini sering digunakan untuk mengekstraksi bahan aromatik seperti bunga, daun, dan batang yang memiliki senyawa metabolit sekunder yang larut dalam air (Hakim *et al.*, 2021), tetapi metode ini tidak dapat digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang bersifat hidrofobik seperti alkaloid, resin, dan lipid (Arrofiqi *et al.*, 2024).

Metode infusa memiliki beberapa kelebihan diantaranya seperti prosesnya relatif lebih mudah dan lebih murah, serta dapat diaplikasikan dengan mudah kepada masyarakat karena prosesnya hampir mirip dengan cara pembuatan obat tradisional yang sudah biasa dilakukan pada masyarakat. Adapun kekurangan dari metode ini adalah waktu simpan ekstrak tidak tahan lama yaitu tidak dapat digunakan lebih dari 24 jam karena pelarut yang digunakan adalah air sedangkan air memiliki sifat tidak stabil dan mudah tercemar oleh jamur dan kapang (Ghozaly *et al.*, 2023).

Terdapat faktor-faktor yang dapat memengaruhi mutu dari ekstrak yang dihasilkan yaitu faktor biologi dan faktor kimia. Faktor biologi yang mempengaruhi mutu ekstrak adalah identitas jenis (spesies), lokasi tumbuhan asal yaitu lingkungan tumbuhan tumbuh, waktu pemanenan hasil tanaman, penyimpanan bahan tanaman, usia tanaman, dan bagian tanaman yang digunakan (BPOM, 2023).

Faktor kimia yang berpengaruh pada mutu ekstrak terdapat faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang berpengaruh meliputi jenis senyawa aktif dalam bahan, kandungan kualitatif senyawa aktif, kandungan kuantitatif senyawa aktif, dan kadar total rata-rata senyawa aktif. Faktor eksternal yang berpengaruh meliputi metode ekstraksi, perbandingan ukuran alat ekstraksi, kondisi bahan, pelarut yang digunakan dalam ekstraksi, kandungan logam berat, dan kandungan pestisida (BPOM, 2023).

Pelarut menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi untuk itu dalam penelitian ini menggunakan pelarut 96% karena pelarut ini relatif tidak toksik dibandingkan dengan aseton dan metanol, biaya yang murah dan mudah untuk didapatkan, dapat digunakan di berbagai metode ekstraksi, dapat menghasilkan rendemen yang tinggi karena senyawa yang dapat disari dengan etanol lebih banyak, dan merupakan pelarut universal yang dapat melarutkan senyawa polar dan semi polar (Chen *et al.*, 2020; Sunarmi *et al.*, 2024).

2.4 Penapisan Fitokimia

Penapisan fitokimia merupakan uji pendahuluan sebagai analisis kualitatif untuk ekstrak tanaman. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi adanya senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas farmakologi pada ekstrak tanaman (Hariyanto *et al.*, 2024). Uji ini merupakan salah satu pengujian yang penting untuk dilakukan karena merupakan langkah awal untuk mengetahui kandungan senyawa tertentu pada ekstrak bahan alam yang diteliti (Razoki *et al.*, 2023).

Metode penapisan fitokimia yang umumnya digunakan adalah penggunaan pereaksi warna yang digunakan khusus untuk mengidentifikasi adanya kandungan senyawa pada ekstrak bahan alam. Penggunaan pereaksi warna akan memberikan perubahan warna yang khas jika terdapat kandungan senyawa metabolit sekunder tertentu. Adanya perubahan warna tersebut yang menjadi pertanda adanya senyawa-senyawa pada sampel yang diteliti (Razoki *et al.*, 2023).

Berikut beberapa senyawa metabolit sekunder yang umumnya diidentifikasi dengan penapisan fitokimia untuk melihat keberadaannya pada tanaman:

1. Fenolik

Senyawa fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan dengan karakteristik cincin aromatik yang mengandung satu atau dua gugus hidroksil (OH). Senyawa ini memiliki ciri-ciri seperti mudah larut dalam pelarut polar atau cenderung larut dalam air, tidak berwarna pada keadaan murni, akan teroksidasi dengan menimbulkan warna gelap jika terkena udara, membentuk kompleks dengan protein, sangat peka terhadap oksidasi enzim, mudah teroksidasi oleh basa kuat, dan menyerap sinar UV-Vis (Harborne, 1984; Julianto, 2019).

Senyawa fenolik merupakan golongan metabolit sekunder yang terbagi dalam beberapa sub kelompok, salah satunya adalah flavonoid. Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang tersebar luas di alam.

Struktur molekul flavonoid terdiri dari kerangka dasar karbon yang memiliki 15 atom karbon dan membentuk susunan C6-C3-C6 (Julianto, 2019). Fenolik tersebar luas pada tumbuhan hijau sehingga dapat ditemukan pada setiap ekstrak tumbuhan. Flavonoid dapat ditemukan pada tanaman yang memberikan pigmen berwarna kuning, oranye, merah, biru, dan ungu. Senyawa ini merupakan kelompok polifenol yang larut dalam air (Arifin & Ibrahim, 2018). Fenol dan flavonoid memiliki gugus fungsi hidroksil (OH) yang memiliki aktivitas antibakteri dengan karena bersifat toksik terhadap bakteri dan menyebabkan perubahan pada komponen organik bakteri karena adanya perubahan pada transport nutrisi (Egra *et al.*, 2019).

Senyawa fenolik dapat dideteksi dengan menggunakan prosedur klasik sederhana dengan melihat adanya perubahan warna yang terjadi. Perubahan warna yang terjadi ketika suatu sampel mengandung fenol adalah adanya perubahan menjadi warna hijau, ungu, biru, atau hitam yang intens. Larutan yang digunakan dalam identifikasi senyawa ini adalah campuran 1% ferri klorida dan 1% kalium (Harborne, 1984).

2. Alkaloid

Senyawa alkaloid merupakan senyawa tunggal zat sekunder yang terdapat pada tumbuhan dalam jumlah terbesar. Alkaloid adalah zat-zat basa yang mengandung satu atau lebih atom hydrogen dengan kombinasi sebagai bagian dari sistem siklik (Harborne, 1984). Senyawa ini terdiri atas unsur penyusun seperti karbon, hydrogen, nitrogen, dan oksigen. Senyawa ini bersifat alkali karena adanya nitrogen dalam lingkaran pada struktur kimia alkaloid (Takeuchi, 2006). Gugus amina pada alkaloid memiliki aktivitas antibakteri dengan pembentukan ikatan hydrogen pada biomolekul seperti reseptor, enzim, dan protein yang akan mempengaruhi dinding sel bakteri (Alibi *et al.*, 2021).

Senyawa ini ditemukan dalam berbagai bagian tanaman seperti bunga, biji, daun, ranting, akar, dan kulit batang (Ningrum *et al.*, 2016). Alkaloid umumnya tidak berwarna, dan merupakan zat yang aktif secara optik, kebanyakan berbentuk kristal tetapi beberapa ada yang berbentuk cair pada suhu kamar. Alkaloid memiliki aktivitas fisiologis yang beragam sehingga banyak digunakan dalam pengobatan. Karakteristik dari senyawa ini adalah rasa pahit yang ditimbulkan lidah terutama dalam daun atau buah segar (Harborne, 1984).

Alkaloid dapat diidentifikasi dengan berbagai pelarut dengan pereaksi Mayer (merkuri potassium iodide), pereaksi Wagner (larutan I_2 dalam kalium iodide), pereaksi Marme (cadmium potassium iodide), pereaksi Dragendorff (bismuth potassium iodide), pereaksi Scheiber (asam fosfat), dan pereaksi Sonnenschein (asam fosfomolibdat) (Takeuchi, 2006).

3. Terpenoid

Terpenoid atau terpena merupakan senyawa organik hidrokarbon yang sangat banyak ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan. Senyawa terpenoid memiliki struktur berupa alil siklik dan merupakan senyawa tak jenuh dengan adanya satu atau lebih ikatan rangkap. Terpenoid memiliki aktivitas antibakteri karena adanya gugus hidroksil dan karbonilasi yang mengubah jalur fotorespirasi dan fotosintesis dengan penghambatan metabolisme glutamat dan aspartat (Alibi *et al.*, 2021).

Senyawa ini memiliki bau yang kuat dan khas sehingga dapat melindungi tumbuhan dari herbivora atau predator. Senyawa ini juga merupakan komposisi penting minyak atsiri pada beberapa jenis bunga dan tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai wangi-wangian, parfum, dan sebagai aromaterapi (Julianto, 2019). Senyawa ini umumnya larut dalam lemak dan dapat ditemukan pada sitoplasma tumbuhan. Kelemahan dari senyawa ini adalah rentan mengalami reaksi adisi dengan hidrogen,

halogen, dan asam. Namun, beberapa reaksi adisi yang terjadi memiliki kegunaan sebagai antiseptik. Selain itu, senyawa ini mudah mengalami reaksi polimerasi dan dehidrogenasi serta mudah teroksidasi dengan adanya agen pengoksidasi (Harborne, 1984; Julianto, 2019).

4. Saponin

Senyawa saponin merupakan kelompok glikosida dari terpenoid dan sterol yang terdapat pada sebagian besar tumbuhan. Struktur molekul saponin terdiri dari rangkaian atom karbon dan hidrogen. Saponin merupakan agen aktif permukaan yang memiliki kemampuan dalam menyebabkan pembusakan dan hemolisis sel darah (Harborne, 1984). Senyawa ini merupakan senyawa amfilik karena tersusun atas bagian polar dan non polar sehingga terjadi penurunan tegangan permukaan pada membran sel bakteri karena adanya kebocoran sitoplasma yang menyebabkan kematian bakteri (Naufal *et al.*, 2025).

Saponin umumnya bereaksi netral yaitu larut dalam air tetapi ada beberapa yang bereaksi asam yaitu sukar larut dalam air dan sebagian kecil ada yang bereaksi basa (Elisa *et al.*, 2022). Senyawa ini menghasilkan rasa pahit atau getir. Senyawa ini dapat membentuk larutan koloida dan dapat mengiritasi membran mukosa dengan membentuk senyawa kompleks dengan kolesterol (Malik & Ernawita, 2022). Saponin memiliki aktivitas sebagai antibakteri dan banyak digunakan dalam pembuatan sabun. Senyawa ini juga banyak digunakan pada bidang industri (Khafid, 2018).

5. Tanin

Tanin adalah senyawa polifenol yang berasal dari tumbuhan. Senyawa ini biasanya dapat ditemukan pada bagian tanaman seperti daun, buah, kulit dahan, dan batang (Listiana *et al.*, 2022). Struktur molekul senyawa tanin terdiri dari gugus hidroksil fenol bebas yang terbentuk ikatan stabil dengan protein. Gugus hidroksil menyebabkan perubahan

pada komponen organik bakteri karena adanya perubahan pada proses penyaluran nutrisi sehingga menghambat pertumbuhan bakteri (Egra *et al.*, 2019).

Senyawa tanin memiliki rasa pahit dan sepat serta dapat membuat protein menjadi menggumpal. Senyawa ini terkandung banyak di tumbuhan pada bagian kulit batang dan daun yang berfungsi untuk melindungi tumbuhan dari hama. Senyawa ini dapat larut dalam air dan memberikan perubahan warna menjadi coklat kehitaman. Tanin memiliki aktivitas farmakologi sebagai antidiare, antioksidan, antibakteri dan astringen. Senyawa ini efektif sebagai antibakteri karena memiliki kemampuan dalam mengendapkan protein bakteri dan sangat berikatan dengan aktivitas antidiare, terutama diare yang disebabkan karena adanya inflamasi bakteri (Khafid, 2018).

6. Steroid

Senyawa steroid adalah kelompok triterpenoid dengan bentuk struktur memiliki sistem cincin siklopentana perhidrofenantrena, yang terdiri atas satu cincin siklopentana dan tiga cincin sikloheksana. Pada tumbuhan steroid terdapat pada jaringan dan senyawa ini ada pada tumbuhan tingkat tinggi dan tingkat rendah (Harborne, 1984). Semua steroid yang ada pada tumbuhan disebut dengan sterol karena steroid ini berupa alkohol yang memiliki gugus hidroksil pada bagian C-3. Gugus hidroksil (OH) bersifat toksik terhadap bakteri sehingga menyebabkan perubahan pada komponen organik bakteri karena adanya perubahan pada transport nutrisi (Egra *et al.*, 2019). Sebagian steroid yang ada pada tumbuhan memiliki fungsi sebagai pelindung dari serangga. Steroid merupakan senyawa yang memainkan peran penting untuk menjaga keseimbangan garam dan mengatur metabolisme. Steroid juga menunjukkan efek penurunan kolesterol dan anti kanker (Ariani *et al.*, 2022; Nola *et al.*, 2021) .

2.5 Parameter Standardisasi Simplisia dan Ekstrak

Standardisasi simplisia dan ekstrak merupakan suatu proses yang digunakan untuk memenuhi standar mutu produk sehingga khasiat dan keamanannya terjamin (Sutomo *et al.*, 2021). Menurut Farmakope Herbal Indonesia Edisi Kedua (2017) parameter simplisia dan ekstrak yang digunakan untuk menjamin mutu simplisia dan ekstrak dibagi menjadi dua parameter, yaitu parameter spesifik dan non spesifik.

2.5.1 Parameter Spesifik

Pemeriksaan parameter spesifik pada simplisia dan ekstrak bertujuan sebagai pengenalan awal yang sederhana dan objektif serta didasarkan pada pengamatan dengan menggunakan panca indra yang mendeskripsikan bentuk, warna, bau, dan rasa pada sampel yang digunakan (BPOM, 2023). Karakteristik organoleptik dari ekstrak kental daun mentimun adalah berwarna cokelat kemerahan, tidak berbau, dan tidak berasa. Ekstrak kental daun pare memiliki karakteristik dengan warna cokelat kehitaman, tidak berbau, dan memiliki rasa yang pahit (Kemenkes RI, 2022).

2.5.2 Parameter Non Spesifik

Pengujian parameter non spesifik pada simplisia dan ekstrak terdiri dari pengujian susut pengeringan, kadar air, kadar abu, dan kadar abu total.

A. Susut pengeringan

Parameter susut pengeringan pada simplisia dan ekstrak bertujuan untuk menetapkan batasan maksimum (rentang) mengenai jumlah senyawa yang hilang saat proses pengeringan berlangsung (BPOM, 2023). Uji susut pengeringan melibatkan proses pemanasan pada suhu 105°C, pada suhu ini air akan mengalami penguapan sehingga senyawa-senyawa yang memiliki titik didih dibawah air akan menguap (Andasari *et al.*, 2021).

B. Kadar Air

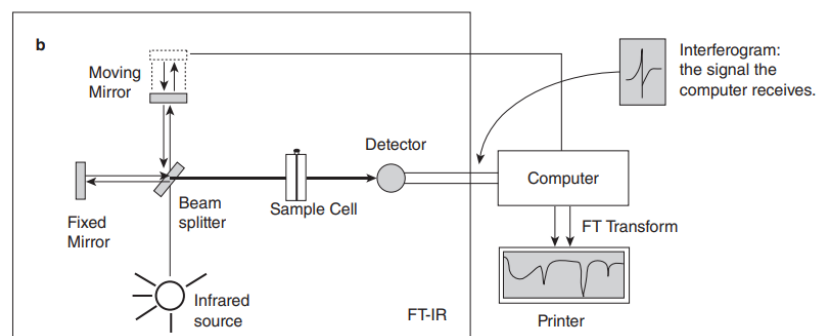
Parameter kadar air pada simplisia dan ekstrak bertujuan untuk menetapkan rentang minimal mengenai adanya kandungan air dalam sampel (BPOM, 2023). Pengujian kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan metode titrasi, destilasi, atau gravimetri (Dirjen POM, 2000).

C. Kadar Abu

Parameter penetapan kadar abu pada simplisia dan ekstrak bertujuan untuk menunjukkan adanya kandungan mineral yang berasal dari proses pengerjaan simplisia hingga terbentuk menjadi ekstrak. Pengujian parameter kadar abu didasarkan pada prinsip pemanasan sampel pada suhu tertentu yang menyebabkan senyawa organik dan turunannya mengalami kerusakan dan menguap, sehingga hanya menyisakan unsur organik dan mineral (BPOM, 2023).

2.6 Analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Fourier Transform Infrared Spectrophotometers (FTIR) merupakan suatu alat dan teknik yang digunakan dalam mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu sampel. Teknik ini dapat digunakan pada sampel yang berbentuk gas, cairan, dan padatan dengan menggunakan radiasi *infrared*. FTIR dapat mengidentifikasi gugus fungsi dengan mengukur serapan radiasi *infrared* yang dilakukan oleh setiap ikatan pada molekul yang hasilnya berupa spektrum (A. Khan *et al.*, 2022). FTIR dapat menganalisis gugus fungsi pada sampel tanpa merusak sampel (Mauricio-Sánchez *et al.*, 2018).



Gambar 2.3 FTIR Spectrophotometers (Pavia *et al.*, 2013)

Prinsip kerja dari alat ini adalah adanya interaksi antara energi dan materi (sampel). Cahaya IR yang dipancarkan akan melewati celah ke sampel, celah ini berfungsi untuk mengontrol jumlah energi yang dipancarkan pada sampel. Kemudian pancaran sinar IR akan diserap oleh sampel dan sebagiannya akan ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga pancaran sinar IR akan menuju ke detektor untuk dilakukan pembacaan sinyal yang terukur. Hasil kemudian dikirim ke komputer dan direkam dalam bentuk spektrum berupa puncak-puncak (N. W. Sari *et al.*, 2018).

Sampel atau molekul yang menyerap radiasi IR akan menampilkan spektrum penyerapan kemudian dilakukan pengukuran pada jumlah radiasi yang diserap oleh molekul tersebut. Penyerapan radiasi IR akan menciptakan momen dipol karena adanya pergerakan dari molekul. Gelombang elektromagnetik yang ada pada IR dibagi menjadi 3 yaitu IR dekat ($14000\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$), IR sedang ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$), dan IR jauh ($400\text{--}40\text{ cm}^{-1}$). Salah satu keuntungan dari spektro FTIR ini adalah kemampuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi seperti C=O, C-H, dan N-H (S. A. Khan *et al.*, 2018).

Hasil spektrum *infrared* berupa plot intensitas cahaya yang diukur dengan sampelnya rentang energi ini dinyatakan dalam bilangan gelombang (cm^{-1}). Absorbansi yang dihasilkan diukur karena adanya jumlah cahaya yang diserap oleh sampel. Hasil serapan dengan adanya puncak menyatakan bahwa sejumlah besar cahaya IR diserap oleh sampel pada bilangan gelombang tersebut (Khan

et al., 2018). Spektrum yang dihasilkan pada FTIR berupa informasi data yang kompleks sehingga menyediakan gambaran menyeluruh karakteristik kimia dari suatu sampel (Mauricio-Sánchez *et al.*, 2018).

Teknik analisis dengan FTIR memiliki beberapa kelebihan seperti mudah digunakan, dapat digunakan pada sampel dengan berbagai bentuk fisik, analisis non-destruktif, lebih ekonomis, dan cepat dalam proses pengerjaannya karena sampel tidak memerlukan perlakuan awal sehingga menjadi sederhana secara mekanis. Teknik analisis FTIR dapat digunakan untuk menganalisis kualitatif dan kuantitatif rutin. Sebagian besar senyawa memiliki kemampuan dalam menyerap radiasi *infrared* sehingga mempermudah proses analisis (Nugroho *et al.*, 2024; Ronauli, 2021; Santos *et al.*, 2019). Teknik analisis FTIR juga memiliki beberapa kekurangan seperti keakuratan hasil analisis dipengaruhi oleh kondisi eksperimental, interpretasi spektrum, dan persiapan sampel. Interpretasi spektrum yang menjadi kekurangan dari teknik analisis ini adalah hasil spektrum serapan senyawa yang tumpang tindih karena analit pada sampel tidak terpisah (Hendrajaya *et al.*, 2021; Nugroho *et al.*, 2024).

2.7 Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme yang memiliki sel tunggal dan tidak memiliki membran inti. Bakteri berkembang biak dengan membelah diri dengan pembelahan biner dan aktif secara metabolik. Bakteri adalah salah satu mikroorganisme yang menjadi penyebab utama penyakit karena bakteri merupakan makhluk hidup yang kompleks dan sangat mudah untuk beradaptasi pada lingkungan tempat tinggalnya (Baharuddin *et al.*, 2025). Bakteri merupakan suatu makhluk hidup yang disebut dengan jasad saprofitik atau jasad yang memiliki sifat parasitik karena tidak memiliki klorofil. Bakteri umumnya dapat hidup dengan baik pada suhu minus 5°C hingga 80°C dan bakteri yang bersifat patogen bisa hidup dengan baik pada suhu 37°C (Nadjamuddin *et al.*, 2023).

Bakteri memiliki sejumlah bentuk seperti berbentuk bola, bentuk batang, hingga bentuk spiral. Bakteri memiliki tubuh dengan panjang beberapa mikrometer, umumnya ukuran bakteri sebesar 0,5-5 μm , tetapi ada juga bakteri yang memiliki ukuran hingga 700 μm . Bakteri dapat hidup di berbagai lingkungan seperti tanah, air, limbah radioaktif, dan biosfer pada kerak bumi. Bakteri juga dapat bersifat sebagai agen patogen atau parasit sehingga dapat juga tumbuh dan berkembang biak dalam tubuh manusia. Beberapa jenis bakteri memiliki kemampuan untuk bergerak karena beberapa bakteri memiliki flagel (Effendi, 2020).

Bakteri dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok berdasarkan struktur dinding selnya. Berdasarkan prosedur pewarnaan sederhana yaitu pewarnaan gram. Bakteri dibedakan menjadi gram positif yang ditunjukkan dengan warna ungu dan gram negatif yang ditunjukkan dengan warna merah atau merah muda. (S. & Sopialena, 2022).

2.7.1 Klasifikasi Bakteri Berdasarkan Pewarnaan Dinding Sel

Klasifikasi bakteri dapat dibedakan dengan melakukan pewarnaan dinding sel. Dinding sel merupakan salah satu ciri yang memiliki peran penting untuk klasifikasi karena terdapat perbedaan berdasarkan lapisan di dalamnya yang akan memberikan perbedaan warna sehingga pewarnaan gram ini berfungsi untuk mengklasifikasikan bakteri berdasar pada variasi lapisan dinding sel bakteri. Berdasarkan pewarnaan dinding sel, bakteri dibedakan menjadi dua yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif (S. & Sopialena, 2022).

1. Bakteri Gram Positif

Bakteri dengan gram positif memiliki warna biru keunguan. Bakteri dengan gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal (S. & Sopialena, 2022). Bakteri gram positif memiliki dinding sel dengan tebal 25-30 nm. Terjadinya warna biru keunguan disebabkan karena bakteri menyerap pewarna dasar yang digunakan pada proses

pewarnaan yaitu kristal violet (Rini & Rohmah, 2020). Dinding sel bakteri gram positif mengandung asam teikoat yang merupakan struktur polimer yang berfungsi sebagai transportasi ion positif (Rostikawati & Supratman, 2021). Bakteri dengan gram ini memiliki 40 lapis rangka dasar murein yang terdiri dari meliputi 30-70% berat kering dinding sel bakteri. Dinding sel bakteri gram positif terdiri dari senyawa lain yaitu polisakarida yang terikat secara kovalen dan asam teikoat yang sangat spesifik (D. G. S. Harahap *et al.*, 2021).

2. Bakteri Gram Negatif

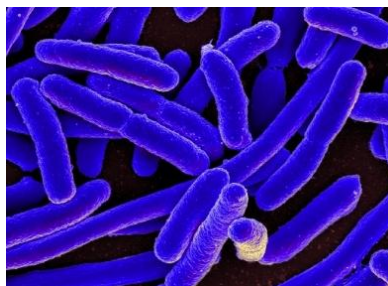
Bakteri gram negatif memiliki dinding sel yang kompleks sehingga dapat melindungi sel bakteri dengan lebih baik dan agak sulit untuk dikendalikan. Dinding sel pada bakteri gram negatif terdiri dari lebih banyak lapisan membran glikolipid, bagian membran luar tersusun atas lipoprotein dan fosfolipid dan mengandung lipopolisakarida (Rini & Rohmah, 2020; S. & Sopialena, 2022). Dinding sel pada bakteri gram ini hanya terdiri dari satu lapis rangka dasar murein dan berat kering dinding sel hanya mencakup 10% (D. G. S. Harahap *et al.*, 2021). Bakteri gram negatif memiliki dinding sel tipis yaitu 10-15 nm. Warna merah atau merah muda pada bakteri ini disebabkan karena bakteri tidak begitu menyerap pewarna dasar tetapi dengan pewarnaan safranin (merah) (Rini & Rohmah, 2020).

2.8 Tinjauan Bakteri *Escherichia coli*

2.8.1 Taksonomi dan Morfologi

Menurut List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature (LPSN) (1997) klasifikasi *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gamma Proteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli*



Gambar 2.4 *Escherichia coli* (CDC, 2002)

Escherichia coli adalah salah satu bakteri yang termasuk dalam famili Enterobacteriaceae. Bakteri yang termasuk dalam bakteri ini merupakan bakteri enterik yaitu bakteri yang dapat bertahan dan hidup di saluran pencernaan. Sehingga *E. coli* hidup pada saluran pencernaan makhluk hidup. Bakteri ini umumnya bersifat non patogen tetapi bisa bersifat patogen sehingga menyebabkan penyakit pada manusia. *E. coli* adalah bakteri gram negatif yang memiliki ukuran antara 1,0-1,5 μm x 2,0-6,0 μm . Bakteri ini memiliki bentuk batang yang memiliki flagela dan dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen. Bakteri ini bersifat anaerobik dan dapat tetap tumbuh pada daerah yang memiliki nutrisi sedikit (Rahayu *et al.*, 2018).

E. coli disebut juga memiliki sifat anaerob fakultatif karena bakteri ini dapat tumbuh pada lingkungan yang aerob dan anaerob. Sebagian besar bakteri *E. coli* hidup pada suhu 37°C. Bakteri ini tidak menghasilkan spora dan tidak bisa melakukan pergerakan. Struktur dinding sel *E. coli* tersusun atas 3 macam antigen yaitu antigen permukaan disebut dengan antigen O, antigen kapsul yang disebut dengan antigen K, dan antigen flagel yang disebut dengan antigen H. Saat proses peremajaan bakteri *E. coli* membentuk koloni yang cembung, bundar, dan halus dengan bagian pinggir jelas (Rahman *et al.*, 2025).

2.8.2 Patogenesis

Bakteri *E. coli* dapat bersifat patogen ketika mikroorganisme lain menambahkan gen virulensi karena adanya perpindahan gen, konjugasi plasmid, atau melalui bakteriofage. *E. coli* menyebabkan penyakit ketika bakteri ini dapat masuk ke tubuh sel inang dan dapat bertahan dengan lingkungan sel inangnya. Bakteri ini kemudian menyerang sistem imun dan menyebabkan penyakit (Rahayu *et al.*, 2018).

Patogenesis dari bakteri *E. coli* memiliki beberapa tahapan seperti kolonisasi dan penempelan pada saluran pencernaan seperti sel mukosa pada permukaan usus, pembelahan sel, merusak sel usus, melewati sel usus, masuk ke pembuluh darah, serta mengikat pada organ target dan menyebabkan kerusakan organ. *E. coli* menempel pada sel permukaan usus diperantai oleh bagian tubuh bakteri yaitu oleh pilus (Rahayu *et al.*, 2018).

Bakteri *E. coli* melakukan kolonisasi di dalam sel epitel usus harus kemudian melakukan penempelan melalui fimbriae pada sel mukosa usus dan menghasilkan enterotoksin (Jaybhaye & Deb, 2021). Bakteri ini menghasilkan enterotoksin LT (enterotoksin labil panas) dan ST (enterotoksin stabil panas). Kedua enterotoksin yang dihasilkan oleh bakteri *E. coli* yang akan dilepaskan ke epitel sel inang dan

menyebabkan diare. Enterotoksin LT dan ST akan meningkatkan sintesis nukleotida siklik dengan mengaktifkan adenilil dan guanilat siklase yang akan menyebabkan kadar cAMP dan cGMP tinggi sehingga meningkatkan sekresi air dan elektrolit dilumen usus sehingga memperparah kejadian diare (Zhang *et al.*, 2022).

Enterotoksin LT yang dihasilkan oleh *E. coli* juga memfasilitasi penempelan bakteri sehingga terjadi kolonisasi usus yang kemudian akan memasukkan molekul asing ke dalam sel inang. Enterotoksin ini memperparah kejadian diare dengan mengurangi kemampuan sel epitel usus untuk bertahan dan menyebabkan kematian sel epitel usus. Selain itu, enterotoksin ini juga menghambat penyerapan vitamin C di usus sehingga usus menjadi rentan terinfeksi (Subramenium *et al.*, 2019).

2.9 Antibakteri

Antibakteri merupakan suatu obat atau zat yang digunakan untuk mengatasi infeksi bakteri yang ada pada tubuh manusia. Prinsip dalam pengobatan dengan antibakteri adalah bahwa senyawa yang digunakan dapat menghambat pertumbuhan bakteri tanpa membahayakan sel manusia (Muntasir *et al.*, 2021). Dalam terapi pengobatan, antibakteri bisa digunakan sebagai profilaksis atau juga sebagai terapi dari penyakit yang disebabkan oleh bakteri (Yasir *et al.*, 2024)

Dalam proses mekanisme kerjanya antibiotik dapat bersifat bakterisida (membunuh bakteri) atau bakteriostatika (mencegah perkembangan sel bakteri). Mekanisme kerja dari antibiotik dibedakan menjadi dua yaitu menghambat sintesis dinding sel bakteri atau merusak dinding sel bakteri (Yasir *et al.*, 2024). Sebagai zat yang digunakan dalam menghambat pertumbuhan bakteri atau membunuh bakteri target mekanisme antibakteri ada beberapa yaitu melalui merusak dinding sel dengan menghambat komponen penyusun dinding sel yang digunakan untuk sintesis dinding sel bakteri, mengubah permeabilitas sel dengan merusak bagian terpenting pada bakteri seperti sitoplasma yang

merupakan pengatur aktivitas sel bakteri, menghambat kerja enzim dengan menghambat beberapa enzim yang berfungsi dalam sintesis asam folat pada bakteri, menghambat sintesis asam nukleat dan protein, serta mengubah molekul protein dan asam nukleat yang diproduksi oleh bakteri (Rollando, 2019)

2.9.1 Metode Pengujian Antibakteri

Metode pengujian aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu metode dilusi, metode difusi agar, dan metode difusi dilusi. Metode difusi merupakan metode analisis pengujian antibakteri yang sering digunakan. Terdapat 3 cara yang dapat dilakukan dari metode difusi yaitu metode sumuran, metode cakram, dan metode silinder (R. T. Utami *et al.*, 2023).

1. Difusi Sumuran (*well diffusion*)

Metode difusi sumuran merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan. Metode ini bersifat kualitatif karena tidak mengukur jumlah senyawa yang terdifusi pada media agar. Prinsip dari metode ini adalah permukaan pelat agar diinokulasi dengan mikroba. Kemudian dibuat lubang dengan alat sumuran dengan diameter 6-8 mm proses ini dilakukan secara aseptis. Lubang sumuran yang terbentuk digunakan untuk meletakkan larutan uji, larutan kontrol positif, dan larutan kontrol negatif. Kemudian dilakukan inkubasi pada pelat agar selama 24 jam pada suhu 37°C atau dapat disesuaikan dengan bakteri yang diujikan. Setelahnya akan terbentuk zona hambat karena agen antibakteri yang diuji akan berdifusi dalam media agar dan menghambat perkembangan bakteri yang diujikan setelah itu dilakukan pengukuran pada media agar (Balouiri *et al.*, 2016).

Keuntungan dari metode ini adalah memudahkan dalam mengukur zona hambat yang terbentuk karena aktivitas bakteri tidak hanya di permukaan atas nutrisi agar tetapi sampai ke permukaan bawah (L. S. Nurhayati *et al.*, 2020). Selain itu, kelebihan dari metode ini adalah lebih ekonomis, mudah dalam proses pelaksanaannya, lebih sensitif, dan karena sampel yang dimasukkan pada lubang sumuran akan mengalami proses osmosis menyebabkan metode ini lebih baik dalam menghambat bakteri daripada metode difusi cakram (Bubonja-Šonje *et al.*, 2020).

2. Difusi Cakram (*kirby bauer*)

Metode difusi cakram juga merupakan salah satu metode yang dipilih karena dianggap lebih praktis. Metode ini dilakukan dengan menggunakan kertas cakram sebagai media yang dapat menyerap bahan antibakteri yang digunakan kemudian dijenuhkan ke dalam bahan uji (L. S. Nurhayati *et al.*, 2020). Metode ini memiliki banyak kelebihan seperti lebih ekonomis, fleksibel, dan pertumbuhan organisme yang visibel (Coorevits *et al.*, 2015). Tetapi metode ini juga memiliki beberapa kekurangan yaitu dalam pembacaan zona hambat bisa mengalami kesulitan karena zona hambat yang dihasilkan cenderung kecil (Z. A. A. Sari & Febriawan, 2021).

Prinsip dari difusi ini adalah dengan menggunakan kertas cakram. Senyawa antibakteri yang telah dibuat diserapkan pada kertas cakram yang berdiameter 6 mm. Kemudian kertas cakram tersebut diletakkan pada permukaan media agar yang telah dilakukan inokulasi dengan bakteri uji. Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasilnya akan terbentuk zona hambat disekitar kertas cakram yang berwarna bening (Wilapangga & Syaputra, 2018).

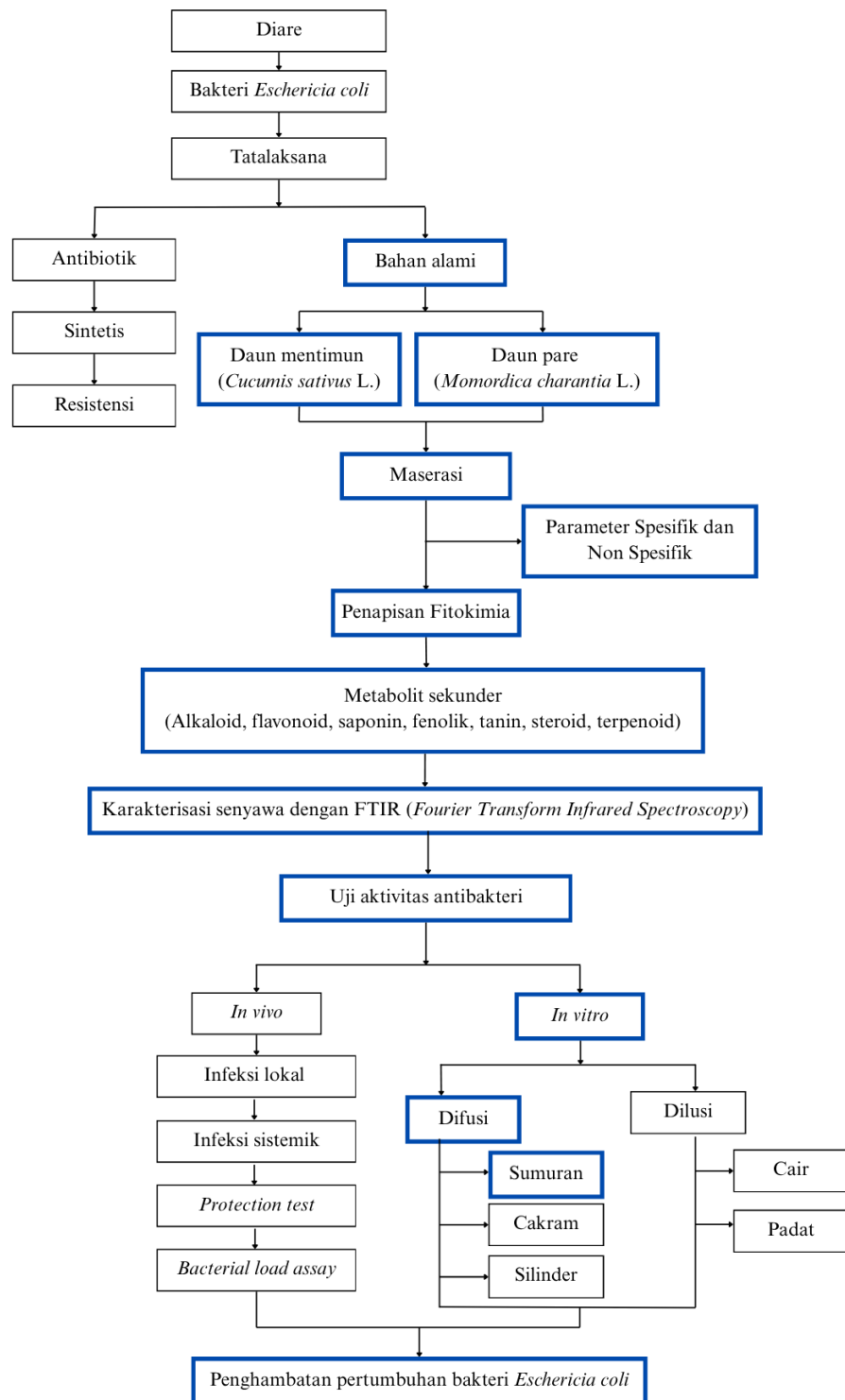
3. Difusi Silinder

Metode difusi silinder merupakan metode yang biasanya digunakan pada industri farmasi yang memproduksi antibiotik. Industri farmasi menggunakan metode difusi silinder untuk menguji parameter pada uji potensi antibiotik. Metode ini menggunakan silinder baja tahan karat. Silinder baja ini kemudian diletakkan di atas permukaan agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri uji. Sampel antibiotik kemudian diteteskan ke permukaan silinder baja (Latirah & Nugroho, 2025).

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menggunakan metode difusi seperti ketebalan media agar, komposisi media agar, suhu inkubasi, waktu inkubasi, dan nilai pH. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, kecepatan difusi dari zat antibakteri, dan diameter zona hambat yang dihasilkan (Wilapangga & Syaputra, 2018).

2.10 Kerangka Teori

Penelitian ini berdasarkan pada adanya resistensi antibiotik karena penggunaan yang tidak rasional dan menyebabkan bakteri menjadi kebal dengan antibiotik sehingga diperlukan pengobatan alternatif untuk meminimalisir adanya resistensi antibiotik tersebut. Zat aktif antibakteri dapat diperoleh dari bahan alam yaitu pada daun mentimun dan daun pare. Daun mentimun dan daun pare diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi, kemudian diuji parameter spesifik dan non spesifiknya, dilakukan penapisan fitokimia, serta dilakukan karakterisasi senyawa dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan hasilnya menjadi dasar untuk pengujian aktivitas antibakteri. Pengukuran aktivitas antibakteri dilakukan secara *in vitro* dengan metode difusi sumuran.



Keterangan:

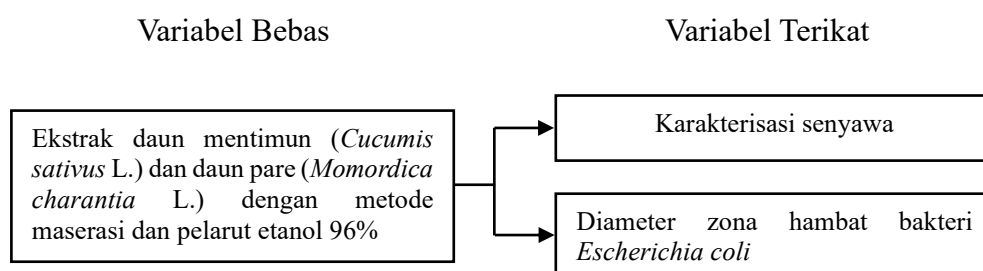
— = dilakukan dalam penelitian

— = tidak dilakukan dalam penelitian

Gambar 2.5 Kerangka Teori (BPOM, 2023; CDC, 2002; Harborne, 1984; Kemenkes RI, 2017; WHO, 2024)

2.11 Kerangka Konsep

Berdasarkan pada kerangka teori penelitian yang telah disusun, dapat dibuat suatu kerangka konsep yang memperlihatkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini. Variabel bebas pada penelitian ini adalah ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) yang akan mempengaruhi variabel terikat berupa hasil karakterisasi senyawa dan diameter zona hambat bakteri *Escherichia coli*.



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

2.12 Hipotesis

H₀: Tidak terdapat pengaruh ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) terhadap hasil karakterisasi senyawa dan daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

H₁: Terdapat pengaruh ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) terhadap hasil karakterisasi senyawa dan daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratorium dengan melakukan karakterisasi senyawa pada masing-masing daun mentimun dan daun pare dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan menguji ekstrak daun mentimun dan daun pare serta kombinasi dari kedua ekstrak tersebut pada perbandingan 1:1, 1:3, 3:1, 1:0, dan 0:1 sebagai kelompok uji, sedangkan kelompok yang tidak diberi kombinasi ekstrak sebagai kelompok kontrol negatif dan kelompok yang diberi antibiotik ciprofloxacin sebagai kontrol positif, sehingga menjadi pembanding untuk menguji aktivitas antibakteri pada bakteri *Escherichia coli*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tempat berikut:

1. Laboratorium Botani Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
2. Laboratorium Kimia Farmasi Analisa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
3. Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Lampung.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga November 2025.

3.3 Komponen Penelitian

3.3.1 Sampel perlakuan

Sampel perlakuan uji yang digunakan untuk penelitian adalah variasi kombinasi ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) dengan beberapa perbandingan yaitu 1:1, 1:3, 3:1, 1:0, dan 0:1.

3.3.2 Hasil Perlakuan

Hasil perlakuan pada penelitian adalah aktivitas antibakteri pada bakteri *Escherichia coli* yang diukur berdasarkan diameter zona hambat yang terbentuk pada media agar.

3.3.3 Baku Pembanding

Baku pembanding pada penelitian ini terdiri dari kontrol positif pada uji aktivitas antibakteri yaitu antibiotik ciprofloxacin.

3.4 Definisi Operasional

Definisi operasional pada penelitian ini tercantum pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Definisi Operasional Penelitian

Variabel	Definisi	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Bebas				
Kombinasi ekstrak daun mentimun dan daun pare	Sediaan kental yang didapatkan dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia dengan pelarut yang sesuai dan diuapkan untuk menghilangkan pelarut. Kemudian ekstrak diencerkan menggunakan	Ditimbang dengan menggunakan neraca analitik	Kombinasi ekstrak daun mentimun dan daun pare dengan perbandingan 1:1, 1:3, 3:1 1:0, dan 0:1.	Ordinal

DMSO 10% (Dirjen POM, 2000).				
Variabel Terikat				
Diameter zona hambat bakteri <i>Escherichia coli</i>	Zona bening yang terbentuk di sekitar sumuran pada media agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri uji setelah penambahan ekstrak, kontrol positif, dan negatif (Widiawati <i>et al.</i> , 2023).	Digunakan jangka sorong untuk mengukur diameter zona hambat yang terbentuk.	Diameter zona hambat (mm)	Rasio Kategori aktivitas antibakteri Sangat kuat: >20 mm Kuat: 10-20 mm Sedang: 5-10 mm Lemah: <5 mm (Geofani <i>et al.</i> , 2022)
Variabel Kontrol				
Ciprofloxacin	Ciprofloxacin adalah antibiotik golongan fluoroquinolon yang digunakan dalam pengobatan bakteri untuk bakteri gram positif dan gram negatif (NCI, n.d.).	Ditimbang dengan menggunakan neraca analitik.	Larutan ciprofloxacin sebagai kontrol positif	Rasio

3.5 Perlakuan Uji

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan sampel yang terdiri dari kombinasi ekstrak daun mentimun dan daun pare yang akan diuji pada variasi perbandingan 1:1, 1:3, dan 3:1, serta ekstrak tunggal masing-masing daun pada perbandingan 1:0 (ekstrak daun mentimun) dan 0:1 (ekstrak daun pare) dengan antibiotik ciprofloxacin 5 µg/mL sebagai kontrol positif (+) dan DMSO 10% sebagai kontrol negatif (-), kemudian dilakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran pada bakteri *Escherichia coli*, sehingga diperoleh 7 kelompok perlakuan seperti yang disajikan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variasi Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Mentimun dan Daun Pare
(Amaliah & Lisdiana, 2022)

Kelompok	Rasio	Perlakuan	Komposisi Rasio Ekstrak Etanol 96% (g)		Jumlah Larutan Uji (mL)
			Daun Mentimun	Daun Pare	
S1	-	Kontrol positif (+)	-	-	10
S2	-	Kontrol negatif (-)	-	-	10
S3	1:1	Kombinasi ekstrak 1:1	2,5	2,5	10
S4	1:3	Kombinasi ekstrak 1:3	1,25	3,75	10
S5	3:1	Kombinasi ekstrak 3:1	3,75	1,25	10
S6	1:0	Ekstrak tunggal	5	-	10
S7	0:1	Ekstrak tunggal	-	5	10

Keterangan:

- S1 = Kontrol positif: antibiotik ciprofloxacin 5 µg/mL
 S2 = Kontrol negatif: DMSO 10%
 S3 = Kombinasi ekstrak 1:1 (25% b/v : 25% b/v)
 S4 = Kombinasi ekstrak 1:3 (12,5% b/v : 37,5% b/v)
 S5 = Kombinasi ekstrak 3:1 (37,5% b/v : 12,5% b/v)
 S6 = Ekstrak tunggal daun mentimun (50% b/v)
 S7 = Ekstrak tunggal daun pare (50% b/v)

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan Penelitian

3.6.1.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, seperangkat alat *rotary evaporator* (Rotavapor R-100 BUCHI®), *Fourier Transform Infrared Spectrophotometers* (Shimadzu®), inkubator (Maskot IN), *laminar air flow* (LAF), tanur (GALLENKAMP), *moisture balance* (Shimadzu®), neraca analitik (BEL Engineering®), *waterbath* (IKA®), oven, bejana maserasi, cawan porselen, gelas ukur, gelas beker, *erlenmeyer*, batang pengaduk, tabung reaksi, penjepit kayu, krus silikat, jangka sorong, *handscoon*, ose, pipet tetes, mikropipet, *cork borer* steril, pembakar bunsen, cawan petri, *hotplate*, dan alat tulis.

3.6.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.), kertas perkamen, benang katun, aluminium foil, serbuk magnesium, kloroform, HCl pekat, pereaksi mayer, akuades, FeCl₃, FeCl₃ 10%, asam asetat glasial, H₂SO₄, asam klorida encer, swab steril, kultur biakan murni bakteri *Escherichia coli*, Natrium Klorida (NaCl), nutrisi agar, *Mueller-Hinton Agar* (MHA), etanol 96%, antibiotik ciprofloxacin, DMSO 10%, dan reagen pewarnaan gram yang meliputi larutan kristal violet, natrium hidrogen, lugol, penghilang warna, dan fuchsin (bebas fenol).

3.6.2 Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman mentimun dan pare yang diperoleh dari Desa Tugu Jaya, Kecamatan Lempuing, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan. Bagian tanaman yang diambil berupa bagian daun yang masih segar dan berwarna hijau serta tidak terlihat adanya pembusukan pada daun.

3.6.3 Identifikasi Tanaman

Identifikasi tanaman bertujuan untuk memastikan bahwa daun mentimun dan daun pare yang digunakan adalah daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.). Proses identifikasi tanaman dilakukan di Laboratorium Botani Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.6.4 Pembuatan Simplisia

Simplisia daun mentimun dan daun pare diperoleh dengan mengeringkan daun mentimun dan daun pare di bawah sinar matahari hingga mengering selama satu hingga tiga hari yang sebelumnya telah dilakukan sortasi basah, pencucian, dan dilanjutkan dengan sortasi kering serta penghalusan. Kemudian kedua simplisia masing-masing dilakukan pengujian pada parameter spesifik dan non spesifik (BPOM, 2023).

3.6.5 Pembuatan Ekstrak

Ekstraksi dilakukan selama 2x24 jam pada suhu kamar kemudian dilakukan pengadukan beberapa kali pada ekstrak, selanjutnya ampasnya diremaserasi kembali dengan pelarut etanol 96% yang baru secukupnya. Dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali dengan jumlah pelarut yang sama. Filtrat yang dihasilkan diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental (Widiawati *et al.*, 2023).

3.6.5.1 Perhitungan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Mentimun dan Daun Pare

Ekstrak kental yang diperoleh dari proses ekstraksi dihitung hasil rendemen yang diperoleh dengan persentase bobot (b/b) antara rendemen dengan bobot serbuk simplisia yang digunakan dalam proses ekstraksi yang kemudian dikalikan dengan 100%. Syarat rendemen ekstrak daun mentimun adalah tidak kurang dari 14% dan pada daun pare adalah tidak kurang dari 16,4% (Kemenkes RI, 2022). Rumus untuk menghitung rendemen dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{bobot ekstrak (akhir)}}{\text{bobot simplisia (awal)}} \times 100\%$$

(Kemenkes RI, 2017)

3.6.5.2 Penapisan Fitokimia

A. Uji Flavonoid

Sampel sebanyak 0,5 g ditambahkan dengan serbuk Magnesium sebanyak 0,5 g dan HCl pekat (tetes demi tetes) sebanyak 5 mL. Adanya flavonoid ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi merah atau kuning dengan adanya busa yang timbul (Harborne, 1984).

B. Uji Alkaloid

Sampel sebanyak 1 mL ekstrak ditambahkan dengan HCl 2N serta 9 mL akuades dan ditambahkan dengan 3 tetes pereaksi Wagner (2 g Kalium Iodida dan 1,3 g iodine) adanya alkaloid ditunjukkan dengan terbentuknya endapan berwarna coklat hingga hitam (Harborne, 1984).

C. Uji Saponin

Sampel sebanyak 0,5 g ditambahkan dengan 5 mL akuades, lalu dikocok selama 30 detik, adanya saponin ditunjukkan dengan timbulnya busa stabil selama 10 menit (Harborne, 1984).

D. Uji Tanin

Sampel sebanyak 0,5 g ditambahkan dengan larutan FeCl_3 10% sebanyak 3 tetes, adanya kandungan senyawa tanin ditunjukkan pada perubahan warna larutan sampel menjadi hitam kebiruan (Harborne, 1984).

E. Uji Fenolik

Sampel ekstrak dilarutkan sebanyak 2 mL kemudian ditambahkan dengan beberapa larutan FeCl_3 , adanya fenolik ditunjukkan dengan adanya perubahan warna larutan sampel menjadi hijau kebiruan (Harborne, 1984).

F. Uji Steroid dan Terpenoid

Sampel sebanyak 0,5 g dicampurkan dengan asam asetat glasial sebanyak 0,5 mL dan H_2SO_4 sebanyak 0,5 mL. Adanya kandungan senyawa steroid ditunjukkan dengan perubahan warna larutan sampel menjadi biru atau ungu sedangkan adanya terpenoid ditunjukkan dengan perubahan warna larutan sampel menjadi merah atau kuning (Harborne, 1984).

3.6.5.3 Pengujian Parameter Non Spesifik dan Spesifik Simplisia dan Ekstrak

A. Parameter Spesifik

Pada pemeriksaan parameter spesifik dilakukan uji organoleptik dengan dilakukan pengamatan terhadap bentuk, bau, warna, dan rasa yang dideskripsikan dengan panca indera (Kemenkes RI, 2017).

B. Parameter Non Spesifik

a. Penetapan Kadar Air

Penetapan kadar air untuk simplisia dan ekstrak menggunakan alat *moisture balance*. Sampel ditimbang sebanyak 1 g dan diletakkan di aluminium pada alat *moisture balance* selama 10 menit pada suhu 105°C . Hasil dari pengukuran kadar air akan tertera

pada alat tersebut (Rukmawati *et al.*, 2017). Syarat kadar air ekstrak kental daun mentimun adalah $\leq 10\%$ dan pada ekstrak kental daun pare adalah $\leq 10,6\%$ (Kemenkes RI, 2022).

b. Susut Pengeringan

Sebanyak 1 g sampel ditimbang dan diletakkan pada aluminium secara merata pada alat *moisture balance* selama 10 menit pada suhu 105°C . Hasil pengujian susut pengeringan akan tertera pada alat *moisture balance* (Dharma *et al.*, 2023). Syarat susut pengeringan simplisia daun mentimun dan daun pare adalah $\leq 10\%$ (Kemenkes RI, 2022).

c. Penetapan Kadar Abu Total

Sebanyak 2 sampai 3 g sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam krus silikat yang telah dilakukan pemijaran dan ditara. Selanjutnya dilakukan pemijaran secara perlahan hingga arang habis kemudian didinginkan dan dilakukan penimbangan. Jika arang tidak dapat dihilangkan maka ditambahkan air panas kemudian dilakukan pengadukan dan penyaringan dengan kertas saring bebas abu. Dilakukan pemijaran pada kertas saring beserta sisa penyaringan yang ada pada krus yang sama. Perhitungan kadar abu total terhadap berat bahan uji, dinyatakan dalam % b/b (Kemenkes RI, 2017).

Syarat kadar abu total simplisia daun mentimun adalah $\leq 6,1\%$ dan untuk ekstrak mentimun adalah $\leq 4,6\%$. Pada simplisia daun pare syarat kadar abu total adalah

$\leq 14,9\%$ dan untuk ekstrak daun pare adalah $\leq 12,4\%$ (Kemenkes RI, 2022).

3.6.5.4 Uji Bebas Etanol

Uji bebas etanol bertujuan untuk memastikan apakah masih terdapat kandungan etanol yang merupakan pelarut pada ekstrak. Uji ini dilakukan dengan cara memasukkan 1 mL ekstrak kental ke tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 tetes H_2SO_4 dan 2 tetes asam asetat kemudian dilakukan pemanasan. Bila tidak ada bau ester yang khas dari etanol maka ekstrak dikatakan bebas etanol (Tivani *et al.*, 2021).

3.6.6 Karakterisasi Senyawa dengan Metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Masing-masing sampel ekstrak sebanyak 5 mg ditetaskan pada pelat KBr, kemudian dikeringkan dan dianalisis dengan alat spektroskopi inframerah (FTIR). Pengukuran dilakukan pada rentang bilangan gelombang $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ (Agustina *et al.*, 2022; Gamah *et al.*, 2023).

3.6.7 Uji Aktivitas Antibakteri

3.6.7.1 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang digunakan dilakukan pencucian dengan air mengalir kemudian dikeringkan dan dibungkus dengan kertas perkamen atau aluminium *foil* dan diikat dengan benang katun. Alat-alat tersebut kemudian disterilkan dengan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C (Bassy *et al.*, 2023; Senja *et al.*, 2024)

3.6.7.2 Uji Pendahuluan Pewarnaan Gram

Pengujian pewarnaan gram pada bakteri dilakukan sebagai identifikasi awal dalam membedakan bakteri berdasarkan dinding sel bakteri (Paray *et al.*, 2023). Pengujian ini menggunakan beberapa reagen seperti reagen 1a yaitu larutan kristal violet, reagen 1b yaitu larutan natrium hidrogen, reagen 1c yaitu botol untuk reagen 1a dan 1b, reagen 2 yaitu larutan lugol yang distabilkan, reagen 3 yaitu larutan penghilang warna, dan reagen 4 adalah larutan fuchsin (bebas fenol). Preparat bakteri yang telah diberikan perlakuan dengan menggunakan reagen tersebut kemudian dilakukan pengeringan dan diberi minyak imersi untuk analisis dengan secara mikroskopis dengan mikroskop pada perbesaran >40x. Interpretasi hasil dari pengujian ini adalah bakteri dengan gram positif berwarna biru tua dan bakteri gram negatif berwarna merah (Sigma-Aldrich, 2024).

3.6.7.3 Pembuatan Media Agar

MHA (*Mueller-Hinton Agar*) yang digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* sebanyak 11,4 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 300 mL dan dipanaskan dengan menggunakan *hotplate* hingga mendidih. Media yang digunakan diatur pada pH 7,4 dan disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit dengan autoklaf. Media dituangkan sebanyak 30 mL dalam cawan petri dan dibiarkan memadat (R. M. Putri *et al.*, 2019).

3.6.7.4 Peremajaan dan Pembuatan Suspensi Bakteri

Bakteri *Escherichia coli* diambil sebanyak 1 ose dari biakan kemudian dilakukan pembiakan bakteri dengan cara digoreskan pada permukaan media nutrisi agar dengan posisi miring secara aseptis. Selanjutnya dilakukan inkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C. Hasil dari peremajaan bakteri *Escherichia coli* dibuat suspensi bakteri dengan cara mengambil hasil peremajaan bakteri *Escherichia coli* dengan ose steril yang kemudian disuspensikan dengan larutan NaCl 0,9% sebanyak 5 mL dan dilakukan pengenceran yang memiliki kekeruhan sesuai pada standar *Mc. Farland* (Widiawati *et al.*, 2023).

3.6.7.5 Pengujian Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri dilakukan dengan pengujian daya hambat oleh variasi kombinasi ekstrak daun mentimun dan daun pare yang dilakukan pada bakteri *Escherichia coli* dengan menggunakan metode difusi sumuran pada medium *Mueller-Hinton Agar* (MHA). Suspensi bakteri *Escherichia coli* dimasukkan dan disebar dengan menggunakan *swab* steril hingga suspensi tersebar merata lalu diamkan selama 10 menit agar suspensi tersebut terserap pada medium MHA. Lubang sumuran dibuat secara aseptis dengan menggunakan *cork borer* steril dengan kedalaman 6 mm. Selanjutnya dimasukkan kombinasi ekstrak daun mentimun dan daun pare dengan perbandingan 1:1, 1:3, 3:1, 1:0, dan 0:1 pada masing-masing lubang sumur yang telah dibuat. Antibiotik ciprofloxacin 5 µg/mL sebagai kontrol positif dan DMSO 10% sebagai kontrol negatif juga dimasukkan ke dalam lubang sumuran. Kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya, dilakukan pengamatan dan

pengukuran pada zona hambat atau zona bening yang terbentuk (Bassy *et al.*, 2023).

3.6.7.6 Pengamatan dan Pengukuran Zona Hambat

Pengamatan dan pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk dilakukan dengan menggunakan alat jangka sorong. Pengukuran dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat yang terbentuk dari dalam keluar setelah dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil yang diperoleh dicatat pada tabel hasil pengamatan (Widiawati *et al.*, 2023).

Interpretasi hasil pengujian aktivitas antibakteri digolongkan ke beberapa kategori berdasarkan ukuran diameter zona hambat yang dihitung pada rumus dibawah ini dan kategori tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3.3** terkait kategori aktivitas antibakteri.

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

Keterangan:

Dv : Diameter vertikal

Dh : Diameter horizontal

Dc/s : Diameter cakram/sumuran

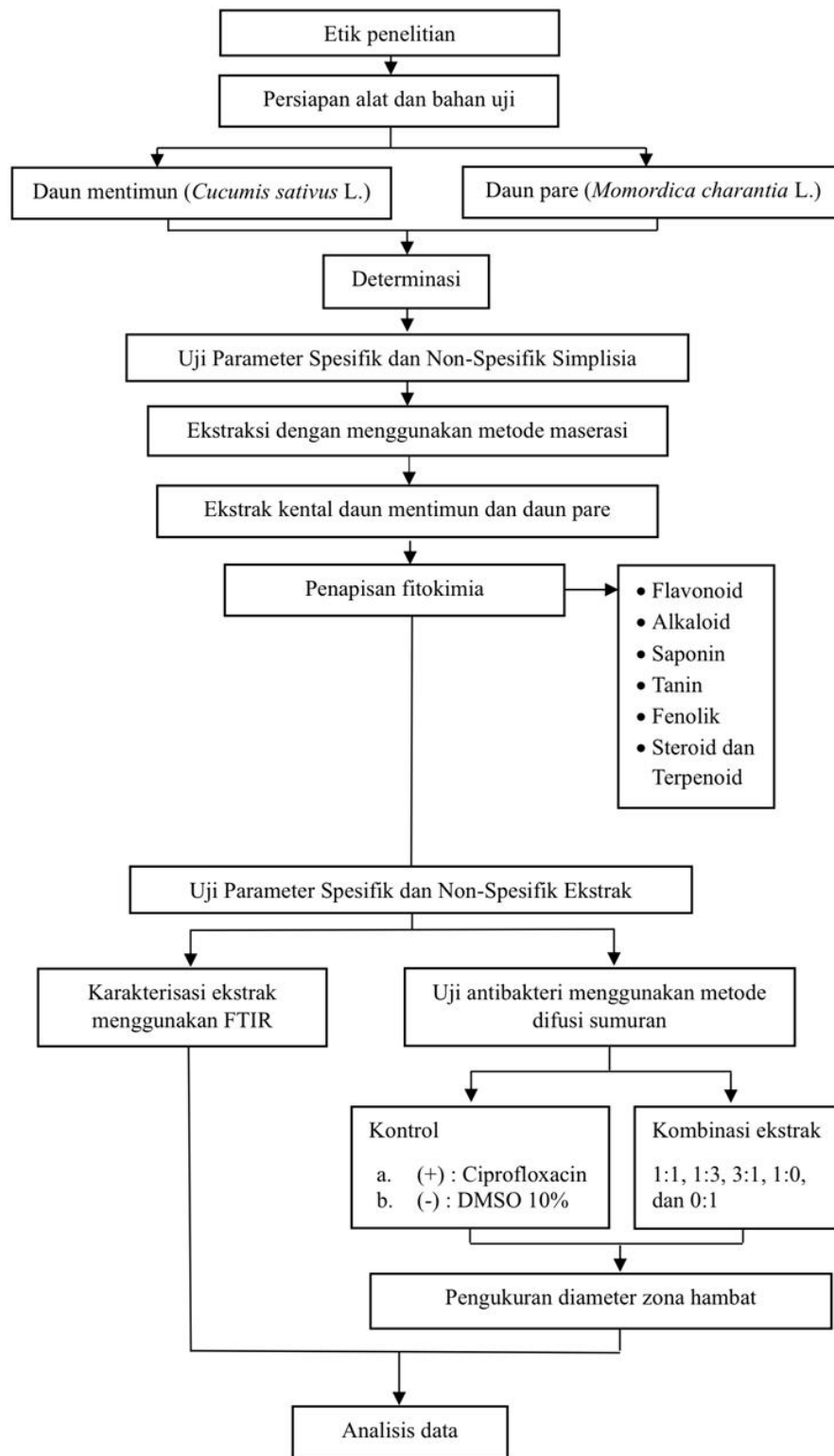
(Magvirah *et al.*, 2020)

Tabel 3.3 Kategori Aktivitas Antibakteri (Geofani *et al.*, 2022)

Diameter zona hambat	Kategori Aktivitas Antibakteri
>20 mm	Sangat kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
<5 mm	Lemah

3.7 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan alur yang sudah disusun seperti dibawah ini. Kerangka alur penelitian ini akan mengarahkan dan membantu peneliti dalam menjalankan penelitian, dimulai dari pengumpulan sampel daun mentimun dan daun pare hingga karakterisasi senyawa serta pengujian aktivitas antibakteri. Data hasil pengujian yang diperoleh akan dianalisis untuk menjawab rumusan masalah.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.8 Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis statistik yang akan mengolah data menjadi 2 macam analisis data, yaitu sebagai berikut:

1. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk menilai *mean* dan standar deviasi dari penelitian ini. Analisis ini digunakan untuk menjelaskan karakteristik setiap variabel yang diteliti dalam penelitian ini, variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pengaruh kombinasi ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) dan variabel terikat yaitu pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* (Sulfianti *et al.*, 2024).

2. Analisis Bivariat

Data yang diperoleh akan dilakukan analisis untuk menguji normalitas data dengan menggunakan uji *Saphiro-wilk test*. Uji ini digunakan karena jumlah sampel dalam penelitian kurang dari 50. Data terdistribusi normal jika *p-values* menunjukkan nilai $> 0,05$ dan jika *p-values* $< 0,05$ nilai ini menunjukkan bahwa data terdistribusi tidak normal. Uji statistik analisis *One Way ANOVA* dilakukan jika data terdistribusi normal dan dilanjutkan dengan *Levene test* untuk analisis uji homogenitas. Apabila data yang diperoleh terdistribusi tidak normal maka analisis yang digunakan adalah uji alternatif *Kruskal-Wallis*. Analisis *Kruskal-Wallis* digunakan untuk menganalisis variabel bebas dan variabel terikat, yaitu untuk mengetahui aktivitas antibakteri pada kombinasi ekstrak daun mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan daun pare (*Momordica charantia* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Hipotesis dianggap terdapat pengaruh apabila hasil *p-values* $< 0,05$ dan tidak terdapat pengaruh apabila hasil *p-values* $> 0,05$ (Sulfianti *et al.*, 2024).

3.9 Etika Penelitian

Sebagai wujud dari komitmen terhadap prinsip etika penelitian, seluruh prosedur dalam studi ini akan melewati proses peninjauan dan mendapatkan persetujuan resmi oleh Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penapisan fitokimia menunjukkan bahwa masing-masing ekstrak daun mentimun dan daun pare mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, tanin, saponin, steroid dan terpenoid. Hasil karakterisasi senyawa menggunakan FTIR pada masing-masing ekstrak menunjukkan adanya pita serapan yang khas pada gugus fungsi O-H, C-H alifatik, C-H, C=O, dan C-H aromatik yang mengindikasikan keberadaan adanya senyawa metabolit sekunder, sehingga mendukung hasil penapisan fitokimia yang diperoleh.
2. Variasi perbandingan konsentrasi ekstrak daun mentimun dan daun pare menunjukkan aktivitas antibakteri yang ditunjukkan dengan terbentuknya diameter zona hambat pada bakteri *Escherichia coli*. Hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan nilai $p\text{-value} < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa variasi perbandingan kombinasi ekstrak mampu menghambat pertumbuhan bakteri.
3. Variasi perbandingan konsentrasi dari kedua ekstrak, menunjukkan bahwa ekstrak tunggal daun pare menghasilkan diameter zona hambat yang lebih besar dibandingkan dengan kombinasi kedua ekstrak. Penurunan aktivitas antibakteri pada kombinasi ekstrak diduga disebabkan karena adanya interaksi antagonis antarsenyawa aktif, sehingga dapat mengurangi efektivitas senyawa dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan:

1. Perlu dilakukan fraksinasi atau pemisahan senyawa aktif dari masing-masing ekstrak, untuk mengontrol potensi interaksi antar senyawa dan memungkinkan evaluasi aktivitas antibakteri secara lebih spesifik.
2. Perlu dilaksanakan karakterisasi senyawa secara kualitatif dan kuantitatif untuk mengidentifikasi senyawa aktif secara lebih lanjut.
3. Perlu dilakukan pengujian aktivitas antibakteri terhadap jenis bakteri lain serta dikombinasikan dengan penentuan MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) untuk mengevaluasi secara kuantitatif kemampuan ekstrak dalam menghambat bakteri.
4. Dapat dilakukannya pengembangan ekstrak menjadi sediaan farmasi yang sesuai, disertai dengan evaluasi stabilitas fisik dan kimia serta efektivitas sediaan guna menjamin mutu dan keamanan penggunaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, F., Wirasisya, D. G., & Hanifa, N. I. 2021. Skrining Fitokimia pada Tanaman Penyembuh Luka di Lombok Timur. *Sasambo Journal of Pharmacy*. 2(1): 1–6.
- Agustina, R., Iswahyudi, I., Samsul, E., Febrianie, N. L., Prabowo, W. C., Arifuddin, M., Kuncoro, H., Narsa, A. C., Azminah, A., Alam, G., Mun'im, A., & Ahmad, I. 2022. Aktivitas Hemaglutinasi dan Identifikasi Ekstrak Berbasis Green Solvent dari Akar Tapak Dara (*Vinca rosea*) dan Daun Kadamba (*Mitragyna speciosa* Korth. Havil) Menggunakan FTIR-Kemometrik. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*. 4(5): 511–522.
- Aisy, R. R., Putri, S.H., & Yuliana, T. Pengaruh Jenis Pelarut Ekstrak Daun Pinus Terhadap Aktivitas Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan Aplikasinya pada Sabun Padat. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 10(1): 47-56.
- Alibi, S., Crespo, D., & Navas, J. 2021. Plant-Derivatives Small Molecules with Antibacterial Activity. *Antibiotics*. 10(231): 1–19.
- Alouw, G. E. C., Fatimawali, & Lebang, J. S. 2022. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calab L.*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* dengan Metode Difusi Sumuran. *Pharmacy Medical Journal*. 5(1): 36-44
- Álvarez-Martínez, F. J., Barrajón-Catalán, E., & Micol, V. 2020. Tackling antibiotic resistance with compounds of natural origin: A comprehensive review. In *Biomedicines*. (8)10:1–30.
- Amalia, A., Sari, I., & Nursanty, R. 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Sembung (*Blumea balsamifera* (L.) DC.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017*. 387–391.
- Amaliah, A., & Lisdiana, L. 2022. Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Binahong dan Kemangi Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*. *Lentera Bio*. 11(3): 603–610.
- Amin, S., Nisa, F. K., Setiawati, Y., & Fauzan, M. A. A. 2025. Kajian Kimia Medisinal Ciprofloxacin: Mekanisme Kerja, Antibakteri, dan Pola Resistensi Bakteri. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Dan Kesehatan*. 4(2): 121–131.

- Anbhuselvam, V. L., Karyana, I. P. G., & Purniti, N. P. S. 2019. Implementasi Lintas Diare dan Penggunaan Obat Antidiare pada Anak dengan Diare. *Intisari Sains Medis*. 10(3): 817–820.
- Andasari, S. D., Mustofa, C. H., & Arabela, E. O. 2021. Standarisasi Parameter Spesifik Dan Non Spesifik Ekstrak Etil Asetat Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.). *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi*. 12(1): 47–53.
- Anjani, Srivastava, N., & Mathur, J. 2023. Isolation , purification and characterization of quercetin from *Cucumis sativus* peels ; its antimicrobial , antioxidant and cytotoxicity evaluations. *3 Biotech*. 13(2): 1–13.
- Anugerah, M., Waris, A., Aris, M., & Syarif, M. 2023. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun *Momordica charantia* L. terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella thypi*. *Jurnal Nutriture*. 02(01): 27–31.
- Aprilliani, A., Supriyanta, J., & Badriah, L. 2022. Formulasi dan Uji Efektivitas Antioksidan Handbody Lotion Ekstrak Etanol 70% Buah Mentimun (*Cucumis sativus* L.) dengan Metode DPPH. *Jurnal Farmagazine*. 9(1): 20.
- Apriyanti, D. P. R. V., Laksmi, A. S., & Widayanti, N. P. 2022. Identifikasi Bakteri Kontaminan pada Gelang Tri Datu. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 7(2): 24–33.
- Ariani, S. R. D., Rulianah, N., Tinasih, S. I., Rahayu, N. S., & Wulandari, A. 2022. *Skrining Fitokimia Tanaman Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa [Scheff.] Boerl)*. Yogyakarta: Bintang Semesta Media Yogyakarta.
- Arifin, B., & Ibrahim, S. 2018. Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*. 6(1): 21–29.
- Arrofiqi, M. R., Sakti, A. S., & Mayangsari, F. D. 2024. Kajian Literatur: Aplikasi Sejumlah Metode Ekstraksi Konvensional untuk Mengekstraksi Senyawa Fenolik dari Bahan Alam. *Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal*. 7(1): 8–24.
- Astriyani, I. N. 2024. Efektivitas Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia*) dalam Penyembuhan Luka Sayat pada Mencit. *Jurnal Riset Ilmu Kesehatan Umum*. 2(3): 164–170.
- Astuti, W. Y., & Respatie, D. W. 2022. Kajian Senyawa Metabolit Sekunder pada Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Vegetalika*. 11(2): 122–134.
- Avila-rom, J., Soliz-rueda, J. R., Bravo, F. I., Aragon, G., Arola, L., Su, M., Arola-arnal, A., Mulero, M., & Salvad, M. 2021. Trends in Food Science & Technology Phenolic compounds and biological rhythms : Who takes the lead ? *Trends in Food Science & Technology*. 113: 77–85.
- Awad, Z. J dan Al-Ghabban, S. L. S. 2022. Photochemical Study of Flavonoid

- "Isovitexin" Present in the Whole Plant *Anastatica hieroch untica* L. Cultivated in Iraq. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. 13(4):146-151.
- Baharuddin, S., Rusidah, Y., Putri, K. A., Jimat, R. T., Mulawarmanti, D., & Rahmawati, E. 2025. Bakteriologi. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Vol. 7, Issue 2). Surabaya: Eureka Media Aksara.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. In *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 6(2): 71–79.
- Bassy, L. La, Tunny, R., & Sahari, S. W. 2023. Antibakteri Ekstrak Etanol Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Asal Desa Waimital Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes* dengan Metode Difusi Sumuran. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan Dan Kedokteran*. 1(2).
- BPOM. (2023). *Pedoman Produk Bahan Alam Berbasis Ekstrak dan Fraksi*. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- BPOM. (2023). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 30 Tahun 2023 tentang Pedoman Klaim Khasiat Obat Bahan alam* (Issue 892). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Bria, D. I., Missa, H., & Sombo, I. T. 2022. Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Bahan Pangan Berbasis Daging Di Kota Kupang. *Jurnal Sains Dan Terapan*. 1(2): 82–89.
- Bubonja-Šonje, M., Knezević, S., & Abram, M. 2020. Challenges to Antimicrobial Susceptibility Testing of Plant-Derived Polyphenolic Compounds. In *Arh Hig Rada Toksikol*. 71(4): 300–311.
- Caesar, L. K., & Cech, N. B. 2019. Synergy and Atagonism in Natural Product Extracts: When 1+1 Does Not Equal 2. *HHS Public Access*. 36(6): 869–888.
- Cahyaningsih, E., Megawati, F., & Artini, N. P. E. 2021. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Pare (*Momordica charantia* L.) sebagai Bahan Pengawet Alami Buah Tomat. *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 7(1): 41–46.
- CDC. 2002. *Escherichia coli O157:H7 Infection (E. coli O157:H7)*. Public Health Image Library. <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=18160>
- Chamidah, N. L. F., & Rohmawati, L. 2022. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Madu Terhadap Sifat Antibakteri Plester Luka Hidrogel PVA/Kitosan. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*. 11(1):48-55.
- Chen, H., Xiao, H., & Pang, J. 2020. Parameter Optimization and Potential

Bioactivity. *Plants*. 9(392): 1–15.

- Coorevits, L., Boelens, J., & Claeys, G. 2015. Direct susceptibility testing by disk diffusion on clinical samples: a rapid and accurate tool for antibiotic stewardship. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 34(6): 1207–1212.
- Dalimartha, S. 2008. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Depok: Puspa Swara.
- Dharma, Y., Nunung Nurhayati, Winda, O., & Silvyana, A. E. 2023. Formulasi dan Uji Faktor Pelindung Surya Sediaan Gel Ekstrak Etanol 70% Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*). *Jurnal Ayurveda Medistra*, 4, 34–37.
- Dirjen POM. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Effendi, I. 2020. *Metode Identifikasi dan Klasifikasi Bakteri*. Riau: Oceanum Press.
- Egra, S., Mardhiana, Rofin, M., Adiwena, M., Jannah, N., Kuspradini, H., & Mitsunaga, T. 2019. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Bakau (*Rhizophora mucronata*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia Solanacearum* Penyebab Penyakit Layu. *AGROVIGOR*. 12(1): 26–31.
- Elisa, N., Indriyanti, E., Anggoro, A. B., Advistasari, Y. D., & Anggraeny, E. N. 2022. *Monograph Farmakologi Toksikologi Imunohistokimia Jaringan Jantung Sebagai Parameter Hipertensi Daun Avokad*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Endarini, L. H., Mutiarawati, Titik, D., & Nugrahini, A. 2022. Pertumbuhan Bakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi* pada Ekstrak Mentimun (*Cucumis Sativus*). *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. 13(17): 663–666.
- Endris, A. 2020. *Sukses dari Bertanam Mentimun*. Yogyakarta: Hikam Pustaka.
- Evifania, R. D., Apridamayanti, P., & Sari, R. 2020. Uji Parameter Spesifik dan Nonspesifik Simplisia Daun Senggani (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Cerebellum*. 6(1): 17–20.
- Fatimah, A. D. 2023. Manfaat Mentimun (*Cucumis Sativus*) Perspektif Islam Untuk Kesehatan. *Es-Syajar: Journal of Islam, Science and Technology Integration*. 1(1): 81–88.
- Feng, L., Zhang, S., Hao, L., Du, H., Pan, R., Huang, G., & Lui, H. 2022. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Leaf Extract as a Green Corrosion Inhibitor for Carbon Steel in Acidic Solution: Electrochemical, Functional and Molecular Analysis Lijuan. *Molecules*. 27(3826): 2–18.
- Firdaus, N. I. 2022. Kandungan Fitokimia dan Bioaktivitas Lempuyang Gajah.

Makassar: *UIN Alauddin Makassar*.

- Firmansyah, Y. W., Ramadhansyah, M. F., Fuadi, M. F., & Nujazuli, N. 2021. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Diare Pada Balita : Sebuah Review. *Buletin Keslingmas*. 40(1): 1–6.
- Gamah, Nastiti, K., & Aryzki, S. 2023. Profil Senyawa Alkaloid Dengan Metode Spektroskopi Inframerah (FTIR) Dan Penetapan Kadar Total Alkaloid Dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* .L). *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*. 4(1): 168–181.
- Geofani, C., Dianita, P. S., & Septianingrum, N. M. A. N. 2022. Literature review : efektivitas daya hambat antibakteri tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia* L .) terhadap *S . aureus* dan *E . coli*. *Borobudur Pharmacy Review*. 2(2): 36–49.
- Ghozaly, M. R., Aziz, S., Gunarti, N. S., & Fikayuniar, L. 2023. *Metode Fitokimia untuk Farmasi*. Yogyakarta: Jejak Pustaka.
- Gulo, A., & Silitonga, P. M. 2021. The Effect of Sambung Nyawa Leaf Extract (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr.) on Hemoglobin of Rats Induced by *Escherichia coli* Bacteria. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*. 4(2): 88.
- Gupta, P. D., & Birdi, T. J. 2017. Development of botanicals to combat antibiotic resistance. In *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*. 8(4): 266–275.
- Habibi, A. I., Firmansyah, R. A., & Setyawati, S. M. 2018. Indonesian Journal of Chemical Science Skrining Fitokimia Ekstrak *n*-Heksan Korteks Batang Salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(1): 1–4.
- Hakim, A. R., & Saputri, R. 2017. Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan Ekstrak Etanol Nanas (*Ananas comosus* (L) Merr.). *Jurnal Pharmascience*. 4(1): 34–38.
- Hakim, A. R., Savitri, A. S., & Saputri, R. 2021. Aktivitas Antioksidan Dari Infusa Kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.F) Bedd). *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*. 1(2): 121–125.
- Handayani, S. N., Purwanti, A., Windasari, W., & Ardian, M. N. 2020. Uji Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kencana Ungu (*Ruellia tuberosa* L.). *Walisongo Journal of Chemistry*. 3(2): 66.
- Handoyo, D. L. Y. 2020. Pengaruh Lama Waktu Maserasi (Perendaman) Terhadap Kekentalan Ekstrak Daun Sirih (*Piper Betle*). *Jurnal Farmasi Tinctura*. 2(1): 34–41.
- Handoyo, D. L. Y., & Pranoto, M. E. 2020. Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan

- Terhadap Pembuatan Simplisia Daun Mimba (*Azadirachta Indica*). *Jurnal Farmasi Tintura*. 1(2): 45–54.
- Hanifah, & Suzana, D. 2024. *Antidepressant Activity Test Of Bitter Melon Extract (Momordica Charantia L) With Tail Suspension Test (TST) Method And Forced Swimming Test (FST)*. 2(1).
- Harahap, D. G. S., Noviantari, A., Hidana, R., Yanti, N. A., Nugroho, E. D., Nurdyansyah, F., Widyastuti, D. A., Khariri, & Pratiwi, R. H. 2021. *Dasar-dasar Mikrobiologi dan Penerapannya*. Bandung: Persada Bandung.
- Harahap, S. 2023. Alkaloid and Flavonoid Phytochemical Screening on Balakka Leaves (*Phyllanthus emblica* L.). 2(8): 2071–2084.
- Harborne, J. B. 1984. *Phytochemical Methods*. London: Springer Netherlands.
- Hariyanto, Ariawan, M. W., Utami, Y. P., Duppa, M. T., Ghozaly, M. R., Paerah, I. A. P., Husain, F., Junita, N., Salman, Puspitasari, A., Rahmadani, H. E., & Subehan. 2024. *Fitokimia Dan Farmakognosi*. Surabaya: Eureka Media Aksara.
- Hendrajaya, K., Jamailah, N., & Azminah. 2021. Identifikasi Alkohol dalam Hand Sanitizer secara *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan Kemometrik. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*. 3(4): 208–216.
- Heriyanti, Khotimah, S., & Wardoyo, E. R. P. 2016. Aktivitas Antibakteri Fraksi Diklorometan dan *n*-Heksana Paku Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* (L) Presl.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*. *Jurnal Protobiont*. 5(3): 82–88.
- Idemudia, O. U., & Enogieru, A. B. 2024. Phytochemical and Pharmacological Activities of *Cucumis sativus*: An Updated Review. *Tropical Journal of Natural Product Research*. 8(7): 7612–7623.
- Irianto, Armyn, A. A. U., Hijriansyah, L. O. A. H., Hermilasari, & Subair, H. 2020. Antihipertensi Mentimun. *Nusantara Medical Science Journal*. 5(2): 61–70.
- Jaybhaye, A., & Deb, M. 2021. Pathogenesis of *Escherichia coli*: A Clinical Findings. *Journal of Pharmaceutical Research International*. 3185–3191.
- Jeong, J., Kim, Y., Hu, Y., & Jung, S. 2022. Bacterial Succinoglycans: Structure, Physical Properties, and Applications. *Polymers*. 14(276): 1–21.
- Juariah, S., & Wati, D. 2020. Efektivitas Ekstrak Bonggol Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Terhadap *Escherichia coli*. *Meditory*. 8(2): 95–100.
- Julianto, T. S. 2019. *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

- Kadarohman, A., Salima, G., Salim, A. H., Safitri, A., & Gustiawan, K. H. 2022. Fructose Synthesis from Ethanol and Acetic Acid. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 11(229): 250–258.
- Katuuk, R. H. H., Wanget, S. A., & Tumewu, P. 2019. Pengaruh Perbedaan Ketinggian Tempat Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder pada Gulma Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Jurnal Sam Ratulangi*. 10(6).
- Kemenkes RI. 2017. *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemenkes RI. 2022. Suplemen I Farmakope Herbal Indonesia Edisi II. In *Jakarta: Departement Kesehatan Republik Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Keseru, A., Andronie, L., Pop, I., Rotaru, A., & Maniutiu, D. 2016. Characterization of *Momordica charantia* Using FT-IR Spectroscopy. *Bulletin UASVM Horticulture*. 73(2): 1–2.
- Khafid, M. W. K. 2018. Buku Ajar Pengantar Ilmu Farmasi. In *Sonpedia publishing indonesia* (Issue May). PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Khan, A., Mishra, A., Hasan, S. M., Usmani, A., Ubaid, M., Khan, N., & Saidurrahman, M. 2022. Biological and medicinal application of *Cucumis sativus* Linn. - Review of current status with future possibilities. In *Journal of Complementary and Integrative Medicine*. 19(4): 843–854. De Gruyter Open Ltd.
- Khan, S. A., Khan, S. B., Khan, L. U., Farooq, A., Akhtar, K., & Asiri, A. M. 2018. Fourier transform infrared spectroscopy: Fundamentals and application in functional groups and nanomaterials characterization. In *Handbook of Materials Characterization*. 317–344. Springer International Publishing.
- Konay, S. M., Pakan, P. D., Gita, D., & Kareri, R. 2019. Uji Potensi Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Buah Lontar (*Borassus flabellifer*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Cendana Medical Journal*. 17(2): 164–177.
- Latirah, & Nugroho, P. D. 2025. *Serum Wajah Pegagan*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Lee, J. E., Jayakody, J. T. M., Kim, J. I., Jeong, J. W., Choi, K. M., Kim, T. S., Seo, C., Azimi, I., Hyun, J., & Ryu, B. 2024. The Influence of Solvent Choice on the Extraction of Bioactive Compounds from Asteraceae: A Comparative Review. *Foods*. 13(3151):1-21.
- Li, Y. M., Miao, X., Wei, Z. G., Cui, J., Li, S. Y., Han, R. M., Zhang, Y., Wei, W.,

- Control, P., & Development, R. 2016. Iron-Tannic Acid Nanocomplexes Facile Synthesis and Application For Removal of Methylene Blue From Aqueous Solution. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 11(4): 1045–1061.
- Listiana, L., Wahlanto, P., Ramadhani, S. S., & Ismail, R. 2022. Penetapan Kadar Tanin Dalam Daun Mangkokan (*Nothopanax scutellarium* Merr) Perasan Dan Rebusan Dengan Spektrofotometer UV-Vis. *Pharmacy Genius*. 1(1): 62–73.
- LPSN. 1997. *Escherichia coli*. List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature. <https://lpsn.dsmz.de/>
- Mabasa, X. E., Mathomu, L. M., Madala, N. E., Musie, E. M., & Sigidi, M. T. 2021. Molecular Spectroscopic (FTIR and UV-Vis) and Hyphenated Chromatographic (UHPLC-qTOF-MS) Analysis and In Vitro Bioactivities of the *Momordica balsamina* Leaf Extract. *Biochemistry Research International*, 1–12.
- Maghfoer, M. D., Yurlisa, K., Aini, N., & Yamika, W. S. D. 2019. *Sayuran Lokal Indonesia (Provinsi Jawa Timur)*. Malang: UB Press.
- Magvirah, T., Marwati, M., & Ardhani, F. 2020. Uji Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus Aureus* Menggunakan Ekstrak Daun Tahongai (*Kleinhovia hospita* L.). *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*. 2(2): 41.
- Mahulauw, M. A. H., Mewar, D., & Sahari, S. W. 2024. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Asal Desa Waimital Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes* dengan Metode Difusi Sumuran. *Quantum Wellnes: Jurnal Ilmu Kesehatan*. 1(1): 25–31.
- Malik, A., & Ernawita. 2022. *Fitokimia Sifat Antibakteri dan Antioksidan Serta Aktifitas Sitotoksik Ekstrak Etanol Daun Sirih Hijau*. Padang: CV. Azka Pustaka.
- Marpaung, M. P., Septiyani, A., Farmasi, F., & Bangsa, U. K. 2020. Penentuan Parameter Spesifik dan Nonspesifik Ekstrak Kental Etanol Batang Akar Kuning (*Fibraurea chloroleuca* Miers). *Journal of Pharmacopolium*. 3(2): 58–67.
- Masoumian, M., & Zandi, M. 2017. Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plant Extracts against Multidrug Resistant Bacteria. *Zahedan J Res Med Sci*, 19(11).
- Maulana, I. 2021. *Budidaya Mentimun*. Bandung: Elementa Media.
- Mauricio-Sánchez, R. A., Salazar, R., Luna-Bárcenas, J. G., & Mendoza-Galván, A. 2018. FTIR spectroscopy studies on the spontaneous neutralization of chitosan acetate films by moisture conditioning. *Vibrational Spectroscopy*, 94:

1–6.

- Meila, O., Nurmutiya, & V, A. 2020. Analisa Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Diare di Ruang Rawat Inap Penyakit Dalam RSUP Persahabatan. *Jurnal MIDPRO*. 12(1): 135–145.
- Mulangsari, D. A. K., Ningrum, R. A., & Imliyyah, N. 2022. Activity of *n*-hexane and Diethyl Ether Fraction of *Piper betle* L . Leaf Against *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Bacteria. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 11(1): 25–32.
- Mun'im, A., & Ahmad, I. 2023. *Aplikasi Teknik Ekstraksi Hijau Pada Pengembangan Obat Herbal*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Munawarah, R., Kartika, P., & Fitri, E. 2023. Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi N-Heksana Ekstrak Etanol 96 % Daun Pare (*Momordica charantia* L .) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Borneo Journal of Pharmascientech*, 07(02): 79–85.
- Muntasir, M., Tenda, P. E., Harun, A. I., & Plasay, M. 2021. *Antibiotik dan Resistensi Antibiotik*. Research Gate.
- Nadiya, A. N., & Asharina, I. 2016. *Beberapa Mikroba Patogenik Penyebab Foodborne Disease dan Upaya Untuk Menurunkan Prevalensi Foodborne Disease di Indonesia Mikroba dalam Foodborne Disease dan Pencegahannya*. <https://www.researchgate.net/publication/318116513>
- Nadjamuddin, M., Ismail, Luthfi, C. F. M., Fitriana, Rusli, Idayanti, T., & Dewangga, V. S. 2023. Pengantar Bakteriologi. In *Angewandte Chemie International Edition*. 6(11): 951–952.
- Najib, A. 2018. *Ekstraksi Senyawa Bahan Alam*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Naufal, M. A., Daulay, S. A., & Carolia, N. 2025. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*): Sebuah Tinjauan Sistematis. *Jurnal Kesehatan Amanah*. 8(2): 264–273.
- NCI. (n.d.). *Ciprofloxacin*. National Cancer Institute at the National Institutes of Health. <https://www.cancer.gov/>
- Ningrum, R., Purwanti, E., & Sukarsono, S. 2016. Alkaloid Compound Identification of *Rhodomyrtus tomentosa* Stem as Biology Instructional Material for Senior High School X Grade. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*. 2(3): 231–236.
- Ningsih, A. T., Lindawati, N. Y., & Rahmawati, A. N. 2023. Potensi Antibakteri Gel Ekstrak Etanol Daun Pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap Bakteri

- Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Jurnal Ilmiah Manuntung: Sains Farmasi Dan Kesehatan*. 9(2): 162–172.
- Nola, F., Putri, G. K., Malik, L. H., & Andriani, N. 2021. Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Steroid dan Terpenoid dari 5 Tanaman. *Syntax Idea*. 3(7): 1612–1619.
- Nugroho, I., Putri, N., Adji, J. E. P., Nur, S. R., & Nadya, A. S. 2024. Tinjauan Kritis Kemampuan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dalam Analisis dan Karakterisasi Senyawa Obat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 10(15): 332–344.
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. 2020. Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*. 1(2): 41.
- Nurhayati, R., Purnamawati, E., & Anggraini, L. D. 2022. Analisis Kualitatif Fitokimia Kandungan Flavonoid Ekstrak Etanol dan Fraksi Metanol Daun Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott) Menggunakan Metode KLT-Densitometri. *Jurnal Pharma Bhakta*. 24–29.
- Nurlita, L., Sari, W. Y., & Ramadhan, F. 2023. Studi Etnobotani Tumbuhan Berkhasiat Obat. In *Jurnal Farmasetis*. 12(4).
- Oktoba, Z., Adjeng, A. N. T., & Romulya, A. I. 2024. Ethnopharmacy Study of Medicinal Plants Lampung Tribe in Pekon Tabuan Island, District Cukuh Balak, Tanggamus Regency, Lampung Province. *Jurnal Jamu Indonesia*. 9(1): 8–23.
- Olubunmi, D., Stephen, O., & Emenike, O. 2024. Antimicrobial Activities Of Cucumber (*Cucumis Sativas*) Extract On Microorganisms. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS)*. 11(4): 2019–2021.
- Parawansah, P., Rahmawati, R., Sudayasa, I. P., Kholidha, A. N., Eso, A., & Nuralifah, N. 2020. Pengaruh Fraksi Ekstrak Buah Pare (*Momordica Charantia* L.) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Tikus yang Diinduksi Streptozotocin. *Majalah Farmasetika*. 4(1): 84–92.
- Paray, A. A., Singh, M., Mir, M. A., & Kaur, A. 2023. Gram Staining : A Brief Review. *International Journal of Research and Review*. 10(9): 336–341.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. 2013. Introduction To Spectroscopy. In *Cengage Learning*. Cengage Learning.
- Pertiwi, F. D., Rezaldi, F., & Puspitasari, R. 2022. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *BIOSAIN TROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC)*. 7(2): 57–68.

- POWO. 2023. *Species Cucumis sativus L.* Royal Botanic Gardens, Kew. [https://powo.science.kew.org/results?q=cucumis sativus](https://powo.science.kew.org/results?q=cucumis+sativus)
- POWO. 2023. *Species Momordica charantia L.* Royal Botanic Gardens, Kew. [https://powo.science.kew.org/results?q=momordica charantia](https://powo.science.kew.org/results?q=momordica+charantia)
- Pratista, I. M. I., Suhendra, L., & Wrsiati, L. P. 2017. Karakteristik Pewarna Alami Pada Ekstrak *Sargassum polycystum* dengan Konsentrasi Pelarut Etanol dan Lama Maserasi yang Berbeda. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 5(4): 51–60.
- Putri, R. M., Diana, V. E., & Fitri, K. 2019. Perbandingan Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etanol Bunga, Daun dan Akar Tumbuhan Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Dunia Farmasi*. 3(3): 131–143.
- Putri, S. N., Farida, H., Winarto, & Kristina, T. N. 2021. Antibacterial effect of bitter melon extract (*Momordica charantia*) against *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Herbal Medicine*. 9(2): 34–37.
- Putri, T. 2019. *Tangkis Diabetes dan Racun dalam Tubuh dengan Mentimun*. Yogyakarta: Laksana.
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, E. 2018. *Escherichia coli*: Patogenesis, Analisis, dan Kajian Pustaka. Bogor: IPB Press.
- Raheman, K. 2020. *Ethnomedicinal uses and pharmacological activities of different parts of cucumis sativus linn: an update*. 11(4): 1549–1556.
- Rahman, M., Siddique, N., Arafat, K. Y., Homa, S. F., Das, Z. C., & Islam, T. 2025. Draft genome sequencing of multidrug-resistant *Escherichia coli* strains isolated from mastitic cow milk. *Microbiology Resource Announcements*, 14(3): 22–25.
- Rahmi, M., & Putri, D. H. 2020. Aktivitas Antimikroba DMSO sebagai Pelarut Ekstrak Alami. *Serambi Biologi*. 5(2): 56–58.
- Ramadhani, N. W., & Bintari, S. H. 2023. Antimicrobial Activity of Ethanol Extract of Cucumber (*Cucumis sativus L.*) Peels and Formulation as Anti-Acne Cream. *Journal of Science and Technology Research for Pharmacy*. 3(2): 1–9.
- Rasmi, D. A. C., Zulkifli, L., & Ahadia, N. 2023. Antimicrobial Activity Test of Bitter Melon (*Momordica charantia L.*) Plant Extract Against *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* Bacteria and *Candida albicans*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 9(2): 454–458.
- Rasyadi, Y., Fendri, S. T. J., & Wahyudi, F. T. 2020. Formulasi , Evaluasi Fisika ,

dan Uji Stabilitas Sediaan Pomade dari Ekstrak Etanol Daun Pare (*Momordica charantia* L.). *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia*. 17(02): 281–291.

- Razoki, Butar-Butar, R. G. S., Neswita, E., Sembiring, N. B., Novriani, E., Simanjuntak, N. J. P., & Pakpahan, E. H. 2023. Uji Skrining Fitokimia dan Pengukuran Kadar Total Flavonoid pada Ekstrak Paku (*Nephrolepis biserrata*) dengan Fraksi *n*-heksana, etil asetat, dan Air. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*. 6(3): 1142–1160.
- Rini, C. S., & Rohmah, J. 2020. Bakteriologi Dasar. In *Umsida Press Sidoarjo Universitas* (Vol. 1, Issue 1). Surabaya: UMSIDA Press.
- Riskesdas. 2018. *Laporan Riskesdas 2018 Nasional*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Rismiyati, Adinda Strianti Oktari, Annisa Nurrahman, Baiq Mekia Rahmayanti, Novita Aulia, & Anggit Sunarwidhi. 2025. Review: Metode-Metode Ekstraksi. *Sci-Tech Journal*. 4(1): 17–28.
- Rivai, H., Putri, Y. T., & Rusdi. 2017. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Kimia dari Ekstrak Heksan, Aseton, Etanol dan Air dari Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). 1–12.
- Riwanti, P., & Izazih, F. 2019. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 96 % *Sargassum polycystum* dan Profile dengan Spektrofotometri Infrared. *Acta Holistica Pharmacia*. 2(1): 34–41.
- Riyanto, E. F., Nurjanah, A. N., Ismi, S. N., & Suhartati, R. 2019. Daya Hambat Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Terhadap Bakteri Perusak Pangan. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada :Jurnal Ilmu Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan Dan Farmasi*. 19(2): 218–225.
- Rizal, R., Afriyeni, H., & Tari, M. N. Y. 2022. Pengaruh Ekstrak Etanol Daun *Momordica charantia* L. Terhadap Aktivitas Proteksi Mukosa Lambung Tikus. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*. 1(2): 65–76.
- Rollando. 2019. *Senyawa Antibakteri dari Fungi Endofit*. Medan: CV. Seribu Bintang.
- Ronauli. 2021. Penetapan Kadar Kloramfenikol dalam Sediaan Kapsul Secara Spektrofotometri Infra Merah. *Herbal Medicine Journal*. 4(2): 23–29.
- Rostikawati, R. T., & Supratman, L. 2021. Uji Antibakteri Obat Kumur Ekstrak Etanol Tanaman Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap Bakteri Gram Positif. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*. 13(1): 103–107.
- Rukmawati, Y. E. A., Hartini, S., & Cahyanti, M. N. 2017. Isoterm Sorpsi Air pada Tepung Ubi Jalar Terfermentasi dengan Angkak. *Jurnal Kimia VALENSI*.

3(1): 71–78.

- Rusmini, H., Marlina, D., & Lestari, P. 2019. Pengaruh Flavonoid dalam Ekstrak Mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap Kadar Kolesterol Total Darah Mencit (*Mus musculus* L.) yang Mengonsumsi Makanan Cepat Saji. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*. 6(3).
- S., J., & Sopialena. 2022. *Pengelolaan Terpadu Terhadap Patogen Bakteri Tumbuhan*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Sagita, D., Ichwani, M. N., & Linuria. 2017. Skrining aktifitas antibakteri dari ekstrak Sisik Naga (*Pyrosia piloselloides* (L) M.G.Price). *Riset Informasi Kesehatan*. 6(2): 115–119.
- Samang, R. H., Sadik, F., & Rahman, I. 2025. Uji Standarisasi Parameter Spesifik dan Nonspesifik serta Penetapan Kadar Total Fenolik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*). *Jurnal Syntax Admiration*. 6(1): 7–20.
- Santos, D. I., Correia, M. J. N., Mateus, M. M., Saraiva, J. A., Vicente, A. A., & Moldão, M. 2019. *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) Spectroscopy as a Possible Rapid Tool to Evaluate Abiotic Stress Effects on Pineapple By-Products. *Applied Sciences (Switzerland)*. 9(19): 2–11.
- Sari, N. W., Fajri, M. Y., & W, A. 2018. Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminate* (L)). *IJOBB*. 2(1): 30–34.
- Sari, W., Indrawati, L., & Dewi, C. S. 2016. *Stroke cegah dan obati sendiri*. Yogyakarta: Penebar Plus (Penebar Swadaya Grup).
- Sari, Z. A. A., & Febriawan, R. 2021. Perbedaan Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode Well Diffusion dan Kirby Bauer Terhadap Pertumbuhan Bakteri. *Jurnal Medika Utama*. 02(04): 1156–1162.
- Semeniuc, C. A., Pop, C. R., & Rotar, A. M. 2016. Antibacterial activity and interactions of plant essential oil combinations against Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Journal of Food and Drug Analysis*. 25(2017): 403–408.
- Senaen, J. C., Prasetyaningsih, A., & Madyaningrana, D. K. 2022. Potensi Biofungisida Ekstrak Akar, Batang dan Daun Mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap *Fusarium oxysporum*. 3(2), 100–108.
- Senja, R. Y., Indriaty, S., & Rohadi, D. 2024. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Terhadap *Staphylococcus epidermidis* Dan *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Kesehatan Muhammadiyah*. 5(2): 95–102.
- Setiabudhi, H., & Nugraha, G. A. 2024. *Analisis Data Penelitian Menggunakan*

SPSS. Balikpapan: Borneo Novelty Publishing.

Shinta, D. Y., & Hartono, A. 2017. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocareus costarisensis*) Terhadap *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans*. *Journal of Sainstek*. 9(1): 26–39.

Sigma-Aldrich. 2024. *Microscopy Gram-Color modified (phenol-free)*.

Silverstein, R. M., & Webster, F. X. 1998. *Spectrometric Identification of Organic Compounds Sixth Edition*.

Silviah, A. R., Swandono, H. U., Prodyanasari, A., & History, A. 2024. Antibacterial Activity Test of Ethanol Extract of Bitter Gourd Leaves (*Momordica charantia* L) Against Acne-Causing Bacteria (*Staphylococcus epidermidis*). *Cigarskruie*, 1–11.

Soemarie, Y. B., Astuti, T., & Rochmah, N. 2016. Formulasi Sediaan Salep Ekstrak Etanol Daun. *Jurnal Ilmiah Manutung*. 2(2): 224–232.

Sriwijayanti, Apriningtias, Situmeang, B., Yulianti, N., Susvira, D., & Widiyanto, H. 2024. Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Biji Buah Pare (*Momordica charantia* L.). *Jurnal Beta Kimia*. 4(1): 77–84.

Subahar, T. S. S. 2004. *Khasiat dan Manfaat Pare si Pahit Pembasmi Penyakit*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.

Subramenium, G. A., Sabui, S., Marchant, J. S., Said, H. M., & Subramanian, V. S. 2019. Enterotoxigenic *Escherichia coli* heat labile enterotoxin inhibits intestinal ascorbic acid uptake via a cAMP-dependent NF- κ B-mediated pathway. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 316: 55–63.

Sukadiasa, P. I. K., Wintariani, N. P., & Putra, I. G. N. A. W. W. 2023. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96 % Tanaman Gonda (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 9(1).

Sulfianti, S., Yusriani Mangarengi, Nurhikmawati, Hasta Handayani Idrus, & Amrizal. 2024. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*. 3(11): 870–879.

Sumampouw, O. J. 2018. Uji Sensitivitas Antibiotik Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Penyebab Diare Balita di Kota Manado. *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*. 2(1): 104–110.

Sunarjono, H., & Nurrohmah, F. A. 2018. *Bertanam Sayuran Buah*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Sunarmi, Suhendriyo, & Ambarwanto, S. T. 2024. Uji Kandungan Fenol Dan Flavonoid Ekstrak Daun Seligi (*Phyllanthus buxifolius*) Dengan Pelarut Etanol Dan Etil Asetat. *Innovative: Journal of Social Science Research*. 4(6): 8401–8408.
- Suparni, I., & Wulandari, A. 2013. *Manfaat dan Khasiat Sehat dari Dapur*. Yogyakarta: Rapha Publishing.
- Supraja, P., Basha, T., C, N., P, K., & R, U. 2015. Identification of An Alkaloid Momordicin From Fruits of *Momordica charantia* L. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 6(2): 168–172.
- Sutomo, Hasanah, N., Arnida, & Sriyono, A. 2021. Standardisasi Simplisia dan Ekstrak Daun Matoa (*Pometia pinnata* J.R Forst & G. Forst) Asal Kalimantan Selatan. *Jurnal Pharmascience*. 8(1): 101–110.
- Swandono, H. U., Prodyanatasari, A., Hidayah, N., Laksono, A., Ulfa, C. F., & Nisa, K. 2025. Studi Fitokimia Kualitatif Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Berbasis Reaksi Kimia-Fisika. *Jurnal Penelitian Sains Terapan Dan Analisisnya*, 6(1): 157–168.
- Tabari, M. A., Rezayoussefi, M., Ghasemi, F., Tabari, R. G., Esmaili, R. H., & Behzadi, M. Y. 2018. Comparison of Antibacterial Effects of Eucalyptus Essence , Mint Essence and Combination of Them on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* Isolates. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11(4): 536–540.
- Takeuchi, Y. 2006. *Pengantar Kimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Tandi, J., Melinda, B., Purwantari, A., & Widodo, A. 2020. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Buah Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6: 74–80.
- Tivani, I., Amananti, W., & Anggy, R. P. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Handwash Ekstrak Daun Turi (*Sesbania grandiflora* L) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Manutung*, 7(1): 86–91.
- Utami, R. T., Fitriani, I., Aminy, S. L., & Safitri, M. 2023. *Mikrobiologi*. Padang: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Utami, Y. P., Umar, A. H., Syahrini, R., & Kadullah, I. 2017. Standardisasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Leilem (*Clerodendrum minahassae* Teijsm. & Binn.). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*. 2(1): 32–39.
- Uzuazokaro, M.-M. A., Okwesili, F. C. N., & Chioma, A. A. 2018. Phytochemical

- and proximate composition of cucumber (*Cucumis sativus*) fruit from Nsukka, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*. 17(38): 1215–1219.
- Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C. C., & Tsakris, Z. 2022. *Interactions between Medical Plant-Derived Bioactive Compounds: Focus on Antimicrobial Combination Effects*. 1–23.
- Vifta, R. L., Mafitasari, D., & Rahman, E. 2020. Skrining Antioksidan dan Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Terpurifikasi Etil Asetat Kopi Hijau Arabika (*Coffea arabica* L.) secara Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Zarah*, 8(2), 62–68.
- Wayuningsih, S. H., & Rakhmawati, R. 2024. *Penemuan dan Pengembangan Senyawa Obat dari Bahan Alam*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- WHO. 2024. *Diarrhoeal disease*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
- Widiawati, Yasir, Y., & Rusli. 2023. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acne* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Novem Medika Farmasi*, 1(2): 65–72.
- Wijaya, H., Novitasari, & Jubaidah, S. 2018. Perbandingan Metode Ekstraksi Terhadap Rendemen Ekstrak Daun Rambai Laut (*Sonneratia caseolaris* L. Engl). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 4(1): 79–83.
- Wilapangga, A., & Syaputra, S. 2018. Analisis Antibakteri Metode Agar Cakram dan Uji Toksisitas Menggunakan BSLT (*Brine Shrimp Leathlity Test*) dari Ekstrak Metanol Daun Salam (*Eugenia polyantha*). *IJOB*. 2(2): 50–56.
- Yasir, B., Hikma, N., & Purwaningsih, D. 2024. *Farmakologi Obat Bahan Alam: Antikanker dan Antimikroba Senyawa Terpen*. Surakarta: Eureka Media Aksara.
- Yulinar, F., & Suharti, P. H. 2023. Seleksi Proses Ekstraksi Daun Sirih pada Pra Rancangan Pabrik Hand Sanitizer Daun Sirih dengan Kapasitas Produksi 480 ton/tahun. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(1): 146–153.
- Zahra, I., Erikania, S., & H, O. D. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Afrika (*Vernonia amygdalina* Del.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 Secara In Vitro. *MEDFARM: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 10(1): 28–34.
- Zhang, Y., Tan, P., Zhao, Y., & Ma, X. 2022. Enterotoxigenic *Escherichia coli*: intestinal pathogenesis mechanisms and colonization resistance by gut microbiota. *Gut Microbes*. 14(1): 22.