UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL DAUN LEMPENI (*Ardisia elliptica* Thunb) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli*

Karya Tulis Ilmiah

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

untuk mencapai gelar Ahli Madya Farmasi (A.Md.Farm)

Oleh:

Serti Miranti

23161031

YAYASAN AL-FATHAH
PROGRAM STUDI DIII FARMASI
SEKOLAH TINGGI KESEHATAN AL-FATHAH
BENGKULU 2026

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini adalah :

Nama : Serti Miranti

Nim : 23161031

Program studi : D3 Farmasi

Judul : UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL DAUN LEMPENI (*Ardisia elliptica* Thunb) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah ini merupakan hasil karya sendiri dan sepengetahuan penulis tidak berisikan materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain atau dipergunakan untuk menyelesaikan studi di perguruan tinggi lain kecuali untuk bagian-bagian tertentu yang dipakai sebagai acuan.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Bengkulu, September 2026

Yang Membuat Pernyataan



Serti Miranti

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PENGESAHAN

KARYA TULIS ILMIAH DENGAN JUDUL
DENGAN JUDUL UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL DAUN LEMPENI (*Ardisia elliptica* Thunb) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli*

Oleh:
Serti Miranti
23161031

Karya Tulis Ilmiah Ini Telah Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Diploma (DIII) Farmasi Di Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu

Pada Tanggal: 26-05-2026

Dewan Penguji:

Pembimbing I	Pembimbing II
Dra. Firni, M. Kes., Apt.	Gina Lestari, M. Farm., Apt.
NIDN : 8860330017	NIDN : 0206098902

Penguji

Dr. apt. Densi Selpia Sopianti, M.Farm.
NIDN : 0214128501

Dipindai dengan CamScanner

MOTTO

Tidak mudah tumbang hanya karena omongan orang, sebab di balik setiap langkah selalu ada doa seorang ibu yang menjadi kekuatan untuk tetap bertahan dan melangkah sampai akhir.

Orang lain ga akan paham *struggle* dan masa sulit nya kita yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini.

PERSEMBAHAN

Rasa syukur kepada ALLAH SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah dengan tepat waktu. Karya Tulis Ilmiah ini saya perembahkan kepada :

- Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, serta kemudahan yang senantiasa diberikan sehiingga saya dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini dengan baik.
- Untuk kedua orang tua tercinta Muludi & Piliyati sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga, kupersembahkan karya kecil ini kepada Ayah dan Ibu yang telah memberikan kasih saying, do'a, serta dukungan yang tak pernah putus dalam setiap langkah hidupku. Terima kasih atas segala pengorbanan, perjuangan, dan cinta tulus yang tidak akan pernah bisa terbalaskan. Karya sederhana ini mungkin belum sebanding dengan semua yang telah kalian berikan, namun semoga menjadi langkah awal untuk membahagiakan dan membanggakan Ayah dan Ibu. Aku sadar belum banyak yang bisa aku berikan, tetapi aku akan terus berusaha menjadi pribadi yang lebih baik seperti yang selalu kalian harapkan. Terima kasih karena selalu mendoakan, menyemangati, dan menuntunku tanpa lelah.
- Adik-adik saya tercinta, Neca, Maysel, dan Mizen,yang senantiasa memberikan semangat, keceriaan, serta motivasi sehingga menjadi penyemangat bagi saya dalam menyelesaikan karya tulis ini.

- Dosen pembimbing, ibu Dra. Firni, M. Kes., Apt. selaku pembimbing I dan ibu Gina Lestari, M. Farm., Apt. selaku pembimbing II, yang telah dengan sabar meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalaam memberikan bimbingan,arahan, serta ilmu yang sangat berarti selama proses penyusunan karya tulis ini.
- Teman saya, Dela, yang telah memberi dukungan, motivasi, serta semangat, serta membantu saya dalam melewati berbagai kesulitan selamaa proses penyusunan karya tulis ini sehingga saya dapat lebih tenang dan percaya diri dalam menyelesaikannya.
- Teman saya, Zela Elvianika, yang telah menemani perjalanan saya sejak masa sekolah menengah hingga perkuliahan, yang telah bersama-sama melalui berbagai proses pembelajaran, tantangan, dan pengalaman. Terimakasih atas kebersamaan, kerja sama, serta perjuangan yang telah dilalui bersama dalam menyelesaikan penelitian ini, sehingga menjadi bagian yang sangat berharga dalam perjalanan akademik saya.
- Teman-teman saya, Helvy, Naura, Varina, Marsanda, dan Mepsi, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kebersamaan yang tidak terlupakan selama prosess perkuliahan hingga penyusunan karya tulis ini.
- Diri saya sendiri, yang telah berjuang dan bertahaan hingga sampai padaa titik ini. Saya tidak menyangka dapaat mencapai tahap ini setelah melalui berbaagaai proses yang penuh tantangaan. Terima kasih telah tetap kuat dalaam menjalani setiap proses, meskipun sering dihadapkan pada rasa cemas,

kelelahan, dan berbagaai pikiran yang dataang silih berganti selamaa penyusunan karyaa tulis ini. Terima kasih karenaa tidak menyerah, tetap berusaha, dan mampu bertahan meskipun dalam keadaan sulit dan di saat muncul keinginan untuk menyerah, hingga akhirnya dapat menyelesaikaankan karya tulis ini dengan baik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dengan judul "**Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) Terhadap Bakteri *Escherichia coli***" dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan Karya Tulis Ilmiah ini bertujuan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Ahli Madya Farmasi di Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu. Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah ini banyak mengalami kendala, berkat doa dan bantuan serta bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak dan berkat Allah SWT sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Untuk itu pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati :

1. Ibu Dra. Firni, M.Kes., Apt selaku Pembimbing I yang telah banyak membantu saya dalam menyusun Karya Tulis
2. Ibu Gina Lestari, M.Farm.,Apt selaku Pembimbing II yang telah membantu dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah dan selaku ketua Stikes Al-Fathah.
3. Ibu Dr. apt. Densi Selpia Sopianti, M.Farm. Selaku Penguji yang telah memberikan saya masukan dan menambah ilmu pengetahuan saya untuk membuat Karya Tulis Ilmiah ini.

4. Ibu Nanik,M.Pd.i., M.Farm.,Apt selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Drs. Djoko Triyono, Apt., MM selaku Ketua Yayasan Al-Fathah Bengkulu.

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yng bersifat membangun.

Akhirnya penulis berharap semoga Karya Tulis Ilmiah yang penulis susun ini bermanfaat untuk pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi khususnya tentang kefarmasian.

Bengkulu, Mei 2026

Penulis

INTISARI

Daun lempeni *(Ardisia elliptica* Thunb.) diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan steroid yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun lempeni terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Penelitian dilakukan menggunakan metode difusi cakram dengan variasi konsentrasi ekstrak 20%, 60%, dan 80%. Kontrol positif menggunakan ciprofloxacin 5 µg dan kontrol negatif menggunakan DMSO 10%. Parameter yang diamati yaitu diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram diukur menggunakan jangka sorong didapat nilai mean dari diameter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun lempeni memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Rata-rata diameter zona hambat pada konsentrasi 20%, 60%, dan 80% berturut-turut sebesar 8,4 mm, 10,48 mm, dan 13,01 mm, sedangkan kontrol positif sebesar 15,85 mm. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar zona hambat yang dihasilkan. Dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol daun lempeni memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli.*

Kata Kunci : Antibakteri, Daun lempeni, *Escherichia coli*

Daftar Acuan : 31 (2017–2025)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **ii**

LEMBAR PENGESAHAN ..... **iii**

MOTTO ..... **iv**

PERSEMBAHAN ..... **v**

KATA PENGANTAR ..... **viii**

INTISARI ..... **x**

DAFTAR ISI ..... **xi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**

DAFTAR TABEL ..... **xv**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Batasan Masalah 3

1.3 Rumusan Masalah 3

1.4 Tujuan Penelitian 3

1.5 Manfaat Penelitian 4

1.5.1 Bagi Akademik 4

1.5.2 Bagi Peneliti Lanjutan 4

1.5.3 Bagi Instansi / Bagi Masyarakat 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**

1.6 Kajian Teori 5

1.6.1 Daun Lempeni 5

1.6.2 Simplisia 10
1.6.3 Ekstraksi 13
1.6.4 Ekstrak 16
1.6.5 Bakteri 19
1.6.6 Bakteri Escherichia coli 23
1.6.7 Klasifikasi 24
1.6.8 Antibakteri 25
1.6.9 Sifat-Sifat Antibakteri 25
1.6.10 Mekanisme Kerja Antibakteri 26
1.6.11 Uji Aktivitas Antibakteri 27
1.6.12 Antibiotik Pembanding atau Kontrol Positif 30
1.6.13 Kerangka Konsep 31
BAB III METODE PENELITIAN 32
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian 32
1.8 Alat dan Bahan Penelitian 32
1.8.1 Alat 32
1.8.2 Bahan 32
1.9 Prosedur Kerja Penelitian 33
1.9.1 Verifikasi Tanaman 33
1.9.2 Pembuatan Ekstrak Daun Lempeni 33
1.9.3 Ekstrak Daun Lempeni dengan Metode Maserasi 34
1.9.4 Sterilisasi Alat 35
1.9.5 Pembuatan Media Agar (NA) 36

1.9.6 Peremajaan Mikroba Uji 36

1.9.7 Pembutan Suspensi Bakteri..... 36

1.9.8 Pembuatan Kelompok Perlakuan 36

1.9.9 Uji Aktivitas Ekstrak Daun Lempeni (*Ardisis elliptica* Thunb) 38

1.9.10 Pengamatan dan Pengukuran Daya Hambat 38

1.10 Analisa Data..... 40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 41

1.11 Hasil..... 41

1.11.1 Verifikasi Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb)..... 41

1.11.2 Pembuatan Simplisia..... 41

1.11.3 Pembuatan Ekstraksi 41

1.11.4 Evaluasi Ekstrak Daun Lempeni *(Ardisia elliptica* Thunb)..... 43

1.11.5 Skrining Fitokimia 44

1.11.6 Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* 46

1.12 Pembahasan 47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 56

1.13 KESIMPULAN..... 56

1.14 SARAN..... 56

1.14.1 Bagi Akademik 56

1.14.2 Bagi Peneliti Lanjutan..... 56

5.2.3 . Bagi Masyarakat 57

DAFTAR PUSTAKA 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) 5

Gambar 2 Bakteri *Escherichia coli* 24

Gambar 3 Kerangka Konsep 31

Gambar 4 Pengukuran Diameter Zona Hambat 39

Gambar 5. Hasil Uji Aktivitas Ekstrak Daun Lempeni 47

DAFTAR TABEL

Tabel I Kategori Zona Hambat Bakteri *Escherichia coli*..... 26

Tabel II. Hasil Ekstrak Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) 42

Tabel III.Hasil Evaluasi Ekstrak Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) 43

Tabel IV.Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) 45

Tabel V.Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*..... 46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Verifikasi Tanaman 63
Lampiran 2. Proses Pembuatan Simplisia 64
Lampiran 3. Proses Pembuatan Ekstrak 65
Lampiran 4. Hasil Skrining Fitokimia 66
Lampiran 5. Alat Yang Digunakan 67
Lampiran 6. Bahan Yang Digunakan 69
Lampiran 7. Sterilisasi Alat Dan Bahan 70
Lampiran 8. Peremajaan Bakteri 71
Lampiran 9. Pembuatan Sunpensi Bakteri 72
Lampiran 10. Pembuatan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif 73
Lampiran 11. Pembuatan Media 74
Lampiran 12. Pembuatan Media 75
Lampiran 13. Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri Daun Lempeni 77
Lampiran 14. Perhitungan Diameter Zona Hambat 78
Lampiran 15. Hasil Perhitungan Diameter Zona Hambat 79
Lampiran 16. Perhitungan Konsentrasi Ekstrak 80

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit infeksi hingga saat ini masih menjadi salah satu tan tangan kesehatan utama yang dihadapi masyarakat di berbagai negara, termasuk indonesia. Infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen seperti bakteri dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang serius, meningkatkan tingkat morbiditas, bahkan kematian. Salah satu bakteri yang paling sering menyebabkan infeksi pada manusia adalah *Escherichia coli* (E. coli), yaitu bakteri Gram-negatif yang umumnya hidup disaluran pencernaan manusia dan hewan. Namun, beberapa strain *Escherichia coli* bersifat patogen dan dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti diare, infeksi saluran kemih, serta infeksi nosokomial pada pasien dirumah sakit (Sirait, 2020).

Masalah infeksi yang disebabkan oleh *Esherichia coli* semakin diperburuk dengan munculnya fenomena resistensi antibiotik. Penggunaan antibiotik yang berlebihan dan tidak tepat dosis dapat menyebabkan bakteri jadi kebal terhadap berbagai jenis antibiotik, termasuk golongan fluoroquinolon seperti ciprofloxacin, yang selama ini digunakan secara luas untuk mengatasi infeksi saluran kemih dan pencernaan (Das dkk., 2023). Resistensi ini menyebabkan efektivitas terapi menurun, waktu penyembuhan pasien menjadi lebih lama, serta meningkatkan biaya pengobatan dan angka kematian akibat infeksi bakteri yang tidak lagi merespons antibiotik konvensional.

Kondisi tersebut mendorong perlunya pencarian sumber antibakteri alami yang dapat menjadi alternatif atau pendamping antibiotik sintesis. Salah satu tanaman yang berpotensi dikembangkan sebagai antibakteri alam adalah daun lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb). Tanaman ini telah lama digunakan secara tradisional diberbagai daerah di Asia Tenggara untuk mengobati luka, diare, dan infeksi kulit.Berdasarkan penelitian (Amin, 2018), ekstrak daun lempeni mengandung senayawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan triterpenoid yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan yang kuat.

Penelitian yang dilakukan oleh Andhika (2020) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun lempeni memiliki antivitas antibakteri terhadapa *Escherichia coli* multidrug resistant dengan menggunakan metode difusi sumuran, dan ciprofloxacin digunakan sebagai kontrol positif. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan adanya zona hambat pada ekstrak daun lempeni, yang menandakan kemampuan antibakteri senyawa metabolit sekundernya .

Berdasarkan uraian di atas, penelitin ini penting dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) terhadap bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram, dengan ciprofloxacin sebagai kontrol positif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan bahan antibakteri alami yang potensial sebagai alternatif terapi infeksi akibat resistensi antibiotik..

1.2 Batasan Masalah

a. Sampel yang digunkan pada penelitian ini adalah ekstrak Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb).
b. Metode yang digunakan yaitu metode difusi cakram (*Paper Disk*).
c. Metode ekstraksi dilakukan dengan cara metode maserasi.
d. Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi adalah etanol 96%.
e. Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli.*

1.3 Rumusan Masalah

a. Apakah ekstrak etanol dari daun lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*?
b. Berapa konsentrasi ekstrak etanol Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb). yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*?

1.4 Tujuan Penelitian

a. Untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun lempeni (*Ardisia eliptca* Thunb) terhadap bakteri *Escherichia coli.*
b. Untuk menentukan konsentrasi ekstrak etanol daun lempeni (*Ardisia eliptica* Thunb) yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli.*

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Bagi Akademik

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi mahasiswa dalam pembelajaran mikrobiologi serta memperluas ilmu pengetahuan tentang tanaman obat yang dapat digunakan sebagai obat antibakteri yaitu ekstrak daun lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb).

1.5.2 Bagi Peneliti Lanjutan

Melalui penelitian ini, peneliti dapat menggunakan pengetahuan yang di dapat sebagai referensi serta perbandingan untuk penelitian berikutnya.

1.5.3 Bagi Instansi / Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan serta pengetahuan kepada masyarakat mengenai khasiat Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) sebagai alternatif obat antibakteri yang alami khususnya terhadap bakteri *Escherichia coli.*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.6 Kajian Teori

1.6.1 Daun Lempeni

a. Klasifikasi Tanaman



Gambar 1 Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb)

Klasifikasi Daun Lempeni *(Ardisia elliptica* Thunb)

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Primulalaes

Family : Myrsinaceace

Genus : *Ardisia Sw*

Spesies : *Ardisia elliptica* Thunb

b. Morfologi Tanaman

Menurut Witri Lestari (2018), tanaman *Ardisia elliptica* atau yang dikenal dengan lempeni merupakan semak kecil yang tumbuh di daerah tropis dan mampu beradaptasi dengan baik terhadap intensitas cahaya di lingkungannya. Secara morfologis, daun lempeni berbentuk lonjong dengan ujung runcing, permukaan daun mengilap, dan tersusun secara berseling pada batang.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan morfo-anatomi antara daun yang tumbuh pada area dengan paparan sinar matahari penuh dan daun yang tumbuh di tempat teduh. Daun yang tumbuh di area terbuka memiliki ketebalan lembaran daun yang lebih besar, densitas stomata lebih tinggi, serta jaringan palisade yang lebih tebal dibandingkan dengan daun yang tumbuh di tempat teduh. Adaptasi tersebut menunjukkan kemampuan fisiologis lempeni dalam mengatur proses fotosintesis sesuai dengan kondisi cahaya lingkungannya (Witri Lestari, 2018).

c. Manfaat Tanaman

Berdasarkan hasil penelitian Ningsih dkk., (2020), *Ardisia elliptica* memiliki berbagai manfaat farmakologis yang didukung oleh kandungan metabolit sekundernya seperti flavonoid, fenol, tanin, dan alkaloid. Tanaman ini secara tradisional digunakan untuk mengobati berbagai penyakit seperti vertigo, nyeri sendi (rheumatik), gangguan pencernaan, dan luka kulit.

Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak daun lempeni memiliki potensi aktivitas antibakteri, antioksidan, serta antihiperlipidemia. Kandungan senyawa aktif pada ekstrak daun lempeni berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroba dan

melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas. Dengan demikian, daun lempeni berpotensi dikembangkan sebagai sumber bahan alam yang bermanfaat dalam bidang farmasi dan kesehatan (Ningsih dkk., 2020).

c. Kandungan Tanaman

1. Steroid

Pada tumbuhan, steroid bekerja untuk menunda penuaan jaringan daun sehingga masa hidup daun menjadi lebih panjang. Di sisi lain, pada hewan steroid umumnya berperan sebagai hormon yang mempengaruhi pertumbuhan dan fungsi reproduksi. Karena sifat biologisnya yang kuat, golongan steroid juga banyak dimanfaatkan di bidang medis banyak senyawa dari kelompok ini yang diadaptasi menjadi obat untuk berbaai indikasi klinis (Hatami dkk., 2017).

2. Flavonoid

Flavonoid ada semua di tanaman hijau, jadi pasti ada di setiap ekstrak tanaman. Tanaman punya flavonoid yang membantu bikin pigmen berwarna kuning, merah, orange, biru, dan ungu. Flavonoid bisa ditemukan di buah, akar, daun, dan kulit batang luar. Di taman, flavonoid berperan melindungi dari penyakit dan kondisi lingkunan. Flavonoid itu senyawa aromatik yang punya sifat antioksidan.Tanaman terdeteksi terhadap infeksi mikroba dengan membuat flavonoid, yang ternyata bisa menghambat pertumbuhan mikroba secara in vitro (Nurlita dkk., 2024).

3. Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa metabolit sekunder yang banyak di temukan pada tumbuhan berbunga (angiospermae). Sekitar 20% spesies angiospermae diketahui mengandung alkaloid yang tersebar pada berbagai bagian tanaman seperti bunga, akar, dan kulit batang. Senyawa ini umumnya terdapat dalam jumlah yang kecil dan perlu diisolasi dari campuran kompleks jaringan tumbuhan. Alkaloid memiliki sifat basa sehinnga dapat menggantikan peran basa mineral dalam mempertahankan keseimbangan ion di dalam tanaman.

Selain itu, alkaloid memiliki fungsi penting dalam system pertahanan tumbuhan, yaitu melindungi tanaman dari serangan hewan hebivora, berperan dalam pengaturan pertumbuhan, serta menjadi cadangan nitrogen. Karena memiliki aktivitas biologis yang tinngi, alkaloid banyak dimanfaatkan dalam bidang farmasi sebagai bahan aktif obat-obatan. Aktivitas fisiologis alkaloid terhadap organisme lain menjadikan senyawa ini menarik untuk diteliti lebih lanjut dalam pengembangan obat alami (Ningrum dkk., 2017).

4. Saponin

Saponin merupakan senyawa metabolit sekunder golongan fitokimia yang memiliki ciri khas dapat embentuk busa. Secara sruktur, saponin tersusun atas aglikon polisiklik yang berkaitan dengan satu atau lebih molekul gula. Senyawa ini banyak ditemukan pada berbagai tumbuhan dan berperan penting dalam aaktivitas biologisnya. Saponin diketahui memiliki kemampuan sebagai antioksidan alami

yang dapat melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas,serta memiliki potensi aktivitas antibakteri dan antifungi (Suleman dkk., 2022).

5. Antrakuinon

Antrakuinin merupakan salah satu metabolit sekunder yang umum terdapat dalam berbagai spesies tanaman obat. Senyawa ini biasanya menunjukkan warna kuning hingga jingga-merah dan di kenal luas karena potensinya dalam bidang kesehatan. Beberapa jenis tanaman yang mengandung antrakuinon telah di manfaatkan secara tradisional sebagai agen laksatif, antibakteri, serta antikanker. Disamping itu, antrakuinon juga berperan sebagai pewarna alami berkat satbilitasnya terhadap panas dan cahaya.

Berdasarkan kajian (Ulfah dkk, 2018) antrakuinon diklasifikasikan sebagai golongan kuinon aromatic dengan struktur inti berupa tiga cincin benzene yang terfusi (antrasen) serta dua gugus karbonil (CO) pada posisi 9 dan 10. Senyawa ini dapat di peroleh melalui isolasi dari sumber alam atau sintesis kimia, seperti malalui reaksi asilasi Friedel-Crafts yang melibatkan anhidrida ftalat, alkohol vanillin, dan katalis BF_3 . Antrakuinon beserta derivatifnya telah terbukti menunjukkan berbagai aktivitas biologis, termasuk sifat antitumor, antimalarial, antibakteri, dan antioksidan.

6. Terpenoid

Terpenoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang sering sekali muncul di dunia tumbuhan. Senyawa ini dibangun dari unit-unit isoprene

($C_5 H_8$) yang saling terikat, bikin struktur kompleks macam-macam, maupun berbentuk lingkaran atau rantai panjang. Terpenoid punya peran penting dalam fungsi biologis seperti melawan diabetes mengurangi peradangan, membunuh bakteri, dan sebagai antioksidan. Biasanya, senyawa ini muncul di minyak atsiri atau bagian non polar tanaman karena sifatnya yang suka lemak. Di bidang farmasi, terpenoid bisa bantu menurunkan kadar gula darah, trigliserida, sama asam lemak bebas lewat cara ngeblok stress oksidatif, makanya sering dipakai sebagai bahan utama obat herbal dan produk fitofarmaka (Agustini dkk., 2019).

1.6.2 Simplisia

a. Pengertian Simplisia

Simplisia merupakan bahan alam yang digunakan sebagai bahan baku obat, baik yang berasal dari tumbuhan, hewan, maupun mineral, dan belum mengalami proses pengolahan tertentu. Menurut (Rumaseuw, 2023), Simplisia merupakan bahan alami yang masih mempertahankan bentuk aslinya, digunakan dalam pengobatan tradisional maupun sebagai bahan dasar pembuatan sediaan farmasi. berdasarkan sember asalnya, simplisia dibedakan menjadi tiga golongan utama, yaitu simplisia nabati, simplisia hewani, dan simplisia mineral.

Simplisia nabati merupakan simplisia yang berasal dari bagian tanaman seperti daun, batang, akar, kulit kayu, bunga, buah, maupun biji. Bagian tanaman tersebut biasanya dikeringkan terlebih dahulu agar kandungan metabolit sekundernya tetap stabil. Jadi simplisia ini paling banyak digunakan karena mengandung berbagai senyawa kimia alami seperti alkaloid, flavonoid, tannin, dan saponin yang berperan

penting dalam pengobatan.

Simplisia hewani adalah bahan obat yang di dapat dari bagian tubuh hewan atau hasil sekresinya. Contohnya madu, empedu, minyak ikan, dan sarang burung wallet, yang mengandung zat bioaktif misalnya protein, asam amino, serta enzim. Bahan-bahan ini di manfaatkan didunia kesehatan karena punya efek biologis yang bisa bantu proses penyembuhan dan menjaga kekebalan tubuh.

Simplisia mineral itu adalah bahan obat yang berasal dari sumber anorganik, misalnya seperti logam, batu mineral, atau bahan tambang yang alami. Contohnya ada belerang, kaolin, dan talcum,yang sering dipakai dalam obat-obatan sebagai bahan tambahan atau punya khasiat penyembuhan. Biasanya, simplisia jenis ini harus dimurnikan dulu buat menghilangkan kotoran dan pastikan bahan tersebut murni serta aman sebelum digunakan buat pengobatan.

b. Cara Pembuatan Simplisia

Ada beberapa cara proses pembuatan simplisia yaitu melibatkan beberapa langkah penting, mulai dari pengumpulan bahan baku sampai dengan pengujian kualitasnya. Tujuanya adalah agar mendapatkan bahan obat alami yang berkualitas tinggi, bersih, dan masih menyimpan kandungan senyawa aktifnya dengan baik.

1. Pengumpulan Bahan Baku (pemanenan)

Pengumpulan bahan baku atau pemanenan dilakukan pada saat yang pas berdasarkan bagian tanaman yang dibutuhkan, seperti daun, akar, batang, atau bunga. Penting untuk memperhatikan tingkat kematangan agar senyawa aktif tidak hilang.

2. Sortasi Basah

Dilakukan untuk memisahkan bahan tanaman dari kotoran, benda asing, atau bagian tanaman yang tidak di perlukan. Langkah ini sangat penting untuk menjaga kebersihan dan menghindari resiko terkontaminasi oleh mikroba.

3. Pencucian

Pencucian yaitu menggunakan air bersih untuk membersihkan tanah dan kotoran yang menempel. Bagi bahan yang mudah larut dalam air, proses ini harus cepat dan harus dicuci dengan air mengalir agar kotoran hilang tanpa merusah bahan.

4. Perajangan

Selanjutnya perajangan, perajangan dilakukan untuk mengecilkan ukuran bahaan, sehingga mempermudah proses pengeringan. Ukuran potongan disesuaikaan dengan jenis tanaman dan tujuan pengolahannya.

5. Pengeringan

Pengringan dilakukan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam bahan, mencegah pertumbuhan jamur dan aktivitas enzim yang bisa merusak simplisia. Pengeringan dapat dilakukan ditempat teduh dengan udara yang lancar atau menggunakan alat pengeringan pada suhu sekitar 30-45 °C.

6. Sortasi Kering

Sortasi kering kemudian dilakukan tujuannya untuk memisahkan benda asing atau bagian bahan yang tidak diinginkan setelah pengeringan selesai.

7. Pengepakan dan Penyimpanan

Bahan simplisia yang sudah kering dikemas dalam wadaah yang bersih, tidak

beracun, dan tidak bereaksi dengan bahan. Penyimpanan dilakukan dilokasi kering dan terhindar dari sinar matahari langsung untuk menjaga kualitasnya.

8. Pemeriksaan Mutu

Pemeriksaan mutu dilakukan untuk memastikan kualitas simplisia, termasuk pengujian identitas, kadar air, abu total, kadar sari, serta kandungan senyawa kimia aktif yang ada di dalamnya (Rumaseuw, 2023).

1.6.3 Ekstraksi

a. Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi adalah cara untuk menyari atau memisahkan zat aktif dari bagian tanaman obat, dengan tujuan mengeluarkan komponen kimia yang ada didalamnya. Hal ini terjadi melalui perpindahan massa antara pelarut dan bahan simplisia, di mana pelarut masuk kedalam dinding sel, melarutkan zat aktif, lalu membawanya keluarkelarutan sampai kondisi seimbang tercapai. Teknik ini dipakai untuk mendapatkan zat bermanfaat dari bahan alami tanpa mengubah struktur senyawa (Anonim, 2017).

Proses ekstraksi bisa dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti tipe pelarut, besar partikel bahan, temperature, durasi, dan metode penyarian. Memilih pelarut itu sangat penting karena menentukan senyawa apa yang bisa dikeluarkan. Pelarut yang polar cocok untuk melarutkan senyawa polar seperti flavonoid dan tannin, sementara pelarut non-polar lebih baik untuk senyawa seperti minyak atsiri dan sterol.

1. Cara dingin

Ekstraksi dengan cara dingin dilakukan tanpa pemanasan, jadi cocok buat bahan yang punya senyawa sensitiv terhadap panas, seperti minyak atsiri, enzim, atau zat volatile lainnya. Proses ini dilakukan di suhu ruangan, dengan waktu yang cukup lama antara pelarut dan bahan agar senyawa aktif bisa tersari total. Beberapa teknik yang masuk kategori ini termasuk maserasi dan perkolasi.

a) Maserasi

Maserasi adalah cara sederhana dengan merendam serbuk simplisia dalam pelarut selama beberapa hari, biasanya tiga sampai lima hari, sambil diaduk sesekali. Saat direndam, pelarut menembus dinding sel bahan dan melarutkan zat aktif di dalamnya. Setelah selesai, campurannya disaring untuk memisahkan pelarut yang sudah mengandung zat aktif. Keunggulan metode ini adalah alatnya simple, prosesnya mudah, dan bisa menjaga stabilitas senyawa yang gampang rusak karena panas.

b). Perkolasi

Perkolasi dilakukan dengan cara mengalirkan pelarut perlahan-lahan melalui simplisia yang sudah direndam dan di masukkan ke alat percolator. Pelarut menetes pelan, melarutkan zat aktif, dan hasilnya disebut perkolat. Proses ini terus berjalan sampai semua senyawa aktif tersari habis. Dibanding maserasi, kelebihan metode ini adalah ekstraknya lebih lengkap, tapi butuh waktu lebih lama dan alat khusus.

2. Cara Panas

Ekstraksi dengan cara panas melibatkan pemanasan selama proses penyarian. Pemanasan ini dimaksudkan untuk mempercepat difusi zat aktif dari dalam sel ke pelarut, sehingga penyarian jadi lebih cepat dan efisien. Tapi, metode ini cuma cocok untuk bahan yang tahan suhu tinggi. Beberapa teknik yang termasuk cara panas adalah sokletasi, refluks, infundasi, digesti, dekokta, destilasi.

a). Sokletasi

Sokletasi adalah teknik ekstraksi terus-menerus dengan bantuan alat khusus bernama Soklet. Di sini,pelarut dipanaskan sampai menguap, uapnya dikondensasi, lalu menetes kembali ke wadah berisi simplisia. Siklus berulang-ulang, sehingga zat aktif bisa tersari secara menyeluruh.

b). Refluks

Refluks mirip dengan dengan sokletasi,bedanyaa paakai alat refluks dan bahan serta pelarut dipanaskan bareng dalam waktu tertentu.Uap yang terbentuk akan mengembun dan balik ke wadah,memungkinkan ekstraksi berjalan terus.

c). Infundasi

Infundasi dilakukan dengan menyiram simplisia pakai air panas sekitar 90°C selama 15 menit. Cara ini sering dipakai untuk bahan segar atau simplisia lunak seperti daun dan bunga

d). Digesti

Digesti adalah ekstraksi dengan mangaduk bahan dan pelarut terus-menerus

pada suhu di bawah titik didih pelarut, sekitar 40-50°C. Tujuannya mempercepat penarikan zat aktif tanpaa merusak senyawa di dalam bahan.

e). Dekokta

Dekokta dilakukan dengan merebus bahan dalam air mendidih selama waktu tertentu, biasanya sekitar 30 menit. Metode ini pas buat bahan keras seperti kulit batang, akar, dan biji, yang butuh suhu tinggi agar zat aktifnya keluar.

d). Destilasi

Destilasi adalah proses ekstraksi untuk ambil komponen yang mudah menguap, seperti minyak atsiri. Caranya dengan memanaskan bahan sampai uap minyak terbentuk, lalu didinginkan jadi cairan lagi.

1.6.4 Ekstrak

a. Pengertian ekstrak

Ekstrak merupakan produk yang dihasulkan melalui proses penarikan senyawa aktif dari bahan dasar nabati atau hewani dengan bantuan pelarut yang cocok, diikuti oleh penguapan sebagian atau seluruh pelarut untuk menghasilkan massa yang kaya akan zat aktif itu (Anonim, 2017). Tujuannya adalah mengambil bahan berkhasiat dari sumber alami dalam wujud yang lebih bersih dan tahan lama, agar bisa dimanfaatkan dalam pembuatan obat tradisional atau berbagai sediaan farmasi.

b. Pembagian Ekstrak

1. Berdasarkan sifatnya

a) Ekstrak murni, yang berarti ekstrak yang memiliki kandungan komponen kimia spesifik sesuai dengan standar kadar yang sudah ditentukan.

b) Ekstrak tidak murni, yaitu ekstrakyang masih tercampur dengan berbagai bahan lain diluar komponen utama yang diinginkan.

c) Ekstrak tunggal, yang berasal dari satu jenis bahan dasar saja.

d) Ekstrak campuran, yang dibuat dari gabungan beberapa jenis bahan dasar yang disatukan dalam satu produk.

4. Berdasarkan konsistensinya

a) Ekstrak cair, yang memiliki bentuk cair dengan rasio bahan pelarut sekitar1:1.

b) Ekstrak kental, yang teksturnya mirip madu atau pasta.

c) Ekstrak kering, yang berupa bubuk kering dengan kadar air rendah, biasanya tidak lebih dari 5%.

5. Berdasarkan kandungan ekstrak

a) Ekstrak alami adalah produk yang berasal dari bahan herbal kering tanpa tambahan pelarut atau bahan lain.

b) Ekstrak non alami tidak mengandung bahan alami dan bisa berupa ekstrak kering, cair, atau berminyak.

6. Berdasarkan komposisi yang ada di dalam ekstrak

a) Ekstrak murni adalah hasil ekstraksi awal yang masih butuh pemprosesan lebih lanjut untuk jadi obat.

b) Sediaan ekstrak adalah versi olahan lanjutan dari ekstrak murni, yang bisa dibentuk menjadi kapsul, tablet, atau cairan.

7. Berdasarkan kandungan senyawa aktif

a) *Standardized extracts* dibuat dengan menambahkan zat aktif spesifik untuk aktifitas yang bisa di ukur.

b) *Quantified extracts* diatur kadar senyawanya agar efeknya stabil, sedangkan *other extracts* dihasilkan berdasarkan pengaturan proses produksi sesuai standar.

8. Berdasarkan pelarut yang digunakan dan hasil akhir dari ekstraksi

a) Ekstrak cair, yaitu ekstrak yang dihasilkan dengan air sebagai pelarut utama. Pembuatannya melibatkan tahap pemekatan atau pengeringan untuk mendapatkan ekstrak sesuai standar farmakope.

b) Tingrur, yaitu sediaan cair yang diperoleh melalui maserasi atau perkolasi dengan pelarut umum seperti etanol.

c) Ekstrak encer, yaitu ekstrak cair yang masih membutuhkan proses tambahan untuk menghasilkan sediaan yang lebih pekat dan stabil.

d) Ekstrak kental, yaitu ekstrak yang telah didapatkan melalui pemekatan hingga mencapai konsistensi yang lebih kental.

e) Ekstrak kering, yaitu hasil pemekatan yang dilanjutkan dengan pengeringan. Proses ini bisa dilakukan dengan menambahkan bahan tambahan (seperti laktosa dan aerosil), pengeringan beku, atau pengeringan semprot (fluid bed drying).

f) Ekstrak minyak, yaitu sediaan yang dibuat dengan mensuspensikan simplisia dalam minyak dengan rasio tertentu, lalu dikeringkan untuk mendapatkan ekstrak berbentuk minyak.

g) Oleoresin, yaitu sediaan yang dihasilkan dari ekstraksi bahan seperti Capsicum fructus dan Zingiberis rhizome menggunakan pelarut spesifik.

1.6.5 Bakteri

a. Definisi Bakteri

Bakteri adalah organisme mikroskopis yang hidup sebagai makhluk bersel tunggal dan termasuk dalam golongan prokariot, artinya mereka tidak memiliki membrane initi yang sebenarnya. Struktur selnya cukup sederhana, meliputi dinding sel, membrane plasma, sitoplasma, ribosom, serta materi genetik berbentuk DNA yang bebas berada di dalam nucleoid. Karena tidak dilengkapi organel rumit seperti kloroplas atau mitokondria, semua proses metabolism terjadi langsung di dalam sitoplasma.

Bakteri bisa hidup mandiri atau berinteraksi dengan organisme lain melalui simbiosis,baik yang saling mengungtungkan maupun yang merugikan. Beberapa jenis bakteri memainkan peran penting dalam siklus alam,seperti menguraikan bahan organik,mengikat nitrogen,dan proses fermentasi. Di sisi lain, ada jenis bakteri yang bisa menimbulkan penyakit pada manusia,hewan,atau tanaman.

Secara umum,ukuran bakteri berkisar dari 0,5 hingga 5 mikrometer, sehingga hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop cahaya. Bentuk tubuhnya beragam, misalnya bulat seperti kokus, panjang seperti basil, atau berputar seperti spiril.Variasi

bentuk ini terkait dengan kemampuan mereka beradaptasi dan bertahan hidup di lingkungan yang berbeda-beda.

Dengan daya adaptasi yang luar biasa, bakteri tersebar hampir diseluruh permukaan bumi,mulai dari tempat ekstrem seperti mata air panas,daerah bersalju,sampai di dalam tubuh makhluk hidup lainnya. Kehadiran mereka sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan juga dimanfaatkan di berbagai sektor, seperti makanan, kesehatan, dan industri (Octifani dkk., 2024).

Ada beberapa faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri menurut (Octifani dkk., 2024) meliputi:

1. Sumber energi, yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dan pembelahan sel.
2. Sumber nitrogen, penting untuk pembentukan protein dan asam nukleat.
3. Suhu, dimana bakteri biasanya berkembang optimal pada rentang suhu tertentu, seperti 25-37 C untuk jenis mesofilik.
4. PH lingkungan, dengan sebaian besar bakteri lebih suka kondisi netral sekitar PH 7.
5. Ketersediaan oksigen, karena ada bakteri yang butuh oksigen (aerob) dan yang lain malah tumbuh tanpa oksigen (anaerob)
6. Kelembapan serta tekanan osmotok, yang berdampak pada metabolism dan penyerapan nutrisi.

1. Golongan Bakteri

Menurut Apriani dkk.,(2023) bakteri dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan utama berdasarkan kemampuan mereka dalam menyerap zat pewarna Gram, yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif.

a. Bakteri Gram Positif

Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal, tersusun dari lapisan peptidoglikan, mampu menyerap warna ungu kristal violet, dan tidak memiliki membrane luar. Kandungan lipidnya rendah, dengan ketebalan dinding sel berpisah antara 20-80 nm. Struktur dinding sel yang kuat ini membuat bakteri ini lebih tahan terhadap tekanan osmotic dan mampu beradaptasi di jaringan tubuh manusia.

1. Bakteri Gram Positif Pembentuk Spora

   Golongan ini mencakup bakteri yang dapat membentuk spora sebagai mekanisme pertahanan terhadap kondisi ekstrem. Contohnya meliputi Bacillus (aerobik) dan Clostridium (anaerobik obligat).

2. Bakteri Gram Positif Tidak Membentuk Spora

   Jenis ini umumnya menghuni kulit atau selaput lender manusia. Contoh spesiesnya adalah Corynebacterium, Listeria, Propiomibacterium, dan Actinomyces.

3. Staphylococcus

   Bakteri ini berbentuk kokus dan membentuk kelompok tidak teratur seperti buah anggur. Secara umum bersifat patogenik dan dapat

menghasilkan enzim seperti koagulase dan hemolisin. Spesies yang sering ditemui antara lain S. aureus, S.epidermidis, dan S.saprophyticus.

4. Streptococcus

Bakteri ini berbentuk bulat dan membentuk rantai panjang atau pasangan.Beberapa spesies pentingnya meliputi S.pyogenes, S.agalactiae, dan Enterococcus faecalis, yang dapat menyebabkan infeksi seperti faringitis dan demam rematik.

b. Bakteri Gram Negatif

Bakteri Gram negatif memiliki dinding sel yang lebih tipis (8-10 nm) dan dilapisi membran luar yang kaya lipid, sehingga berwarna merah mudah setelah pewarnaan Gram. Struktur membrane luar ini memberikan resistensi terhadap antibiotik tertentu.

1. Bakteri Gram Negatif Berbentuk Batang (Enterobacteriaceae)

Contohnya adalah Escherichia coli, yang merupakan flora normal usus tetapi dapat menjadi patogenik jika bermigrasi kejaringan lain.

2. Pseudomonas dan Acinetobacter

Bakteri ini bersifat oportunistik dan sering menyebabkan infeksi nosocomial, seperti Pseudomonas aeruginosa yang dikenal resisten terhadap berbagai antibiotik.

3. Vibrio, Campylobacter, Helicobacter, dan Bakteri Terkait

Vibrio umumnya ditemukan di air dan dapat menyebabkan kolera,

sedangkan Campylobacter dan Helicobacter menginfeksi saluran pencernaan.

4. Haemophilus, Bordetella, dan Brucella

   Ketiga jenis ini merupakan pathogen penting pada manusia, misalnya H.influenzae yang menyebabkan meningitis, B.pertussis yang batuk rejan dan B rucella yang menyebabkan brucellosis.

5. Yersinia,Francisella,dan Pasteurella

   Bakteri ini berbentuk batang Pendek, bersifat katalase positif dan oksidase positif.Yersinia pestis menyebabkan pes, sedangkan Pasteurella multocida dapat menular ke manusia melalui gigitan hewan.

1.6.6 Bakteri Escherichia coli

a. Morfologi Bakteri

Escherichia coli adalah bakteri berbentuk batang pendek atau basil dengan ukuran sekitar 1-3 um. Bakteri ini tergolong dalam kelompok Gram negatif, bersifat fakulatif anaerob, dan dapat bergerak menggunakan flagella peritrik. Koloni E.coli pada media agar nutrient tampak bulat, licin, berwarna keputihan, serta sedikit cembung. Pada media MacConkey agar, koloni E.coli menunjukkan warna merah muda karena fermentasi laktosa (Harahap, 2021).

Escherichia coli adalah bakteri Gram negatif yang memiliki morfologi berbentuk batang pendek (basil) dan biasanya ditemukan dalam susunan sel tunmggal. Secara morfologis, koloni Escherichia coli yang tumbuh pada media Eosin Methylene Blue Agar (EMBA) menunjukkan warna hijau metalik, dengan bentuk bulat, cembung,

tepi yang rata, dan permukaan yang halus.Warna hijau metalik ini dihasilkan dari kemampuan E.coli dalam memfermentasi laktosa, yang mengakibatkan produksi asam dan pengendapan zat warna methylene blue pada media tersebut. Dinding sel Escherichia coli terdiri dari lapisan peptidoglikan yang relatif tipis, sehingga dalam proses pewarnaan Gram, kristal violet mudah terlepas selama pencucian dengan alkohol. Akibatnya, sel bakteri ini akan menyerap pewarna safranin dan tampak berwarna merah muda. Berdasarkan karakteristik ini Escherichia coli dikategorikan sebagai bakteri Gram negatif yang tidak membentuk spora. Hasil pengamatan morfologi dan pewarnaan Gram ini mencerminkan ciri khas *Escherichia coli* yang umumnya dapat ditemukan pada berbagai media selektif dan diferensial (Cahyaningtyas dkk., 2024).



Gambar 2 Bakteri *Escherichia coli*

1.6.7 Klasifikasi

Klasifikasi bakteri *Escheria coli* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

Order : Enterobacterales

Family : *Enterobacteriaceae*

Genus : *Escherichia*

Species : *Escherichia coli* (Harahap, 2021).

1.6.8 Antibakteri

Antibakteri adalah senyawa yang mampu menghambat atau membunuh pertumbuhan bakteri. Senyawa antibakteri dapat berasal dari bahan alam seperti tanaman atau sintesia. Zat antibakteri bekerja dengan mengganggu proses metabolisme atau merusak struktur sel bakteri. Pengujian aktivitas antibakteri terhadap E. coli biasanya dilakukan untuk mengetahui efektivitas suatu senyawa dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut.

1.6.9 Sifat-Sifat Antibakteri

Sifat antibakteri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu bakteriostatik dan bakterisidal:

a. Zat bakteriostatik berfungsi menghambat pertumbuhan dan reproduksi bakteri tanpa membunuhnya secara langsung, sehingga system imun tubuh dapat menyingkirkan mikroorganisme tersebut.
b. Zat bakterisidal bekerja dengan membunuh sel bakteri melalui perusakan dinding sel, membrane plasma, atau gangguan sintesis protein.

1.6.10 Mekanisme Kerja Antibakteri

Mekanisme kerja antibakteri terhadap *Escherichia coli* dapat terjadi melalui beberapa cara, antara lain:

a. Menghambat sintesis dinding sel, sehingga sel kehilangan integritasnya dan mudah lisis.
b. Mengganggu permeabilitas membrane sel, menyebabkan kebocoran komponen penting seperti ion dan protein.
c. Menghambat sintesis protein, dengan cara berikatan pada ribosom bakteri
d. Mengganggu sintesis asam nukleat, yang berperan penting dalam replikasi dan transkripsi DNA bakteri
e. Menghambat aktivitas enzim antibakteri, terutama yang berperan dalam proses metabolism energy.

Secara umum, efektivitas antibakteri bergantung pada struktur kimia,kemampuan penetrasi terhadap dinding sel bakteri, serta stabilitas senyawa dalam lingkungan biologis (Harahap, 2021).

Tabel I Kategori Zona Hambat Bakteri *Escherichia coli*

No	Zona Hambat (mm)	Kekuatan Daya Hambat
1	> 20 mm	Sangat kuat
2	10–20 mm	Kuat
3	5–10 mm	Sedang
4	< 5 mm	Lemah

Sumber : (Sarmira dkk, 2021)

1.6.11 Uji Aktivitas Antibakteri

Penentuan aktivitas antibakteri bertujuan untuk mengevaluaasi kemampuan suatu bahan dalam menghambat atau membunuh perumbuhan mikroorganisme. Metode yang umum digunakan dalam pengujian ini meliputi metode difusi dan metode dilusi.

Menurut Hossain dkk., (2022), metode difusi digunakan untuk mengamati kemampuan senyawa antibakteri dalam berdifusi kedalam medium padayt yang telah diinokulasi dengan mikroba uji, sedangkan metode dilusi bertujuan untuk menentukan konsentrasi minimum suatu zat yang masih mampu menghambat pertumbuhan mikroba (Konsentrasi Hambat Minimum/KHM). Kedua metode ini dirancang untuk menilai efektivitas antibakteri secara kualitatif maun kuantitatif.

a. Metode Difusi

Metode difusi merupakan pendekatan untuk menguji aktivitas antibakteri berdasarkan kemampuan senyawa uji dalam berdifusi atau menyebar kedalam medium agar yang telah diinokulasi dengan mikroba uji. Aktivitas antibakteri dapat diamati melalui pembentukkan zona hambat diseitar area inokulasi. Semakin luas zona hambat yang terbentuk, semakin tinggi efektivitas antibakteri senyawa tersebut.Adapun metode yang digunakan untuk melakukan uji aktivitas antibakteri ada tiga cara yaitu sebagai berikut:

1. Difusi cakram

Metode ini melibatkan penempatan cakram kertas steril yang telah direndam dalam larutan zat uji pada permukaan agar yang telah diinokulasi dengan mikroba.

Setelah inkubasi pada suhu optimum (biasanya 37 C selama 18-24 jam), zona bening disekitar cakram menunjukkan adanya aktivitas antibakteri. Metode ini populer karena keserderhanaannya dan kemampuannya memberikan Gambaran kualitatif tentang kekuatan antibakteri suatu bahan.

2. Difusi Parit

Metode parit dilakukan dengan membuat saluran atau parit kecil pada medium aar yang telah diinokulasi dengan mikroba uji. Zat antibakteri kemudian dimasukkan kedalam parit tersebut, diikuti dengan inkubasi pada suhu optimum. Zona bening yang terbentuk di sekitar parit menunnjukan adanya aktivitas antibakteri dari zat uji.

3. Difusi Sumuran

Pada metode ini, lubang (sumuran) dibuat pada medium agar yang telah diinokulasi dengan mikroba uji, kemudian diisi dengan larutan zat antibakteri. Setelah inkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam, aktivitas antibakteri diamati melalui pembentukkan zona bening disekitar lubang. Semakin luas zona bening yang terbentuk, semakin tinggi efektivitas antibakteri zat tersebut (Hossain dkk., 2022).

b. Metode Dilusi

Metode dilusi merupakan pendekatan untuk mengevaluasi aktivitas antimikroba berdasarkan kemampuan senyawa antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme padaa berbagai konsentrasi. Metode ini digunakan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Mininum (KHM) atau Minimum Inhibitor Concentration (MIC), yaitu konsentrasi terendah dari suatu zat antimikroba yang masih efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme uji (Balouiri dkk., 2016).

Metode dilusi terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu dilusi cair (*broth dilution*) dan dilusi padat (*agar dilution*).

1. Dilusi Cair (*Broth Dilution Method*)

Pendekatan ini melibatkan persiapan serangkaian tabung reaksi yang berisi medium cair, seperti Nutrien Broth atau Mueller Hinton Broth, yang telah dicampur dengan berbagai konsentrasi zat antimikroba. Selanjutnya, setiap tabung diinokulasi dengan suspensi mikroba uji pada konsentrasi yang ditentukan.Tabung kemudian diinkubasi pada suhu optimal (biasanya 35-37 °C) selama 18-24 jam. Pengamatan hasil dilakukan dengan memeriksa kejernihan medium, medium yang tetap jernih menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri, sedangkan medium yang keruh menandakan terjadinya pertumbuhan mikroba (Balouiri et al., 2016).

2. Dilusi Agar (Agar Dilution Method)

Pada metode ini, berbagai konsentrasi zat antimikroba dicampurkan kedalam medium agar steril yang masih dalam keadaan cair, kemudian dituangkan kedalam cawan petri dan dibiarkan mengeras. Setelah medium mengeras, suspensi mikroba uji diinokulasikan pada permukaan agar dan diinkubasi pada suhu optimal. Konsentrasi terendah dari zat antimikroba yang masih mampu mencegah pembentukkan koloni mikroba dianggap sebagai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) (Balouiri dkk., 2016).

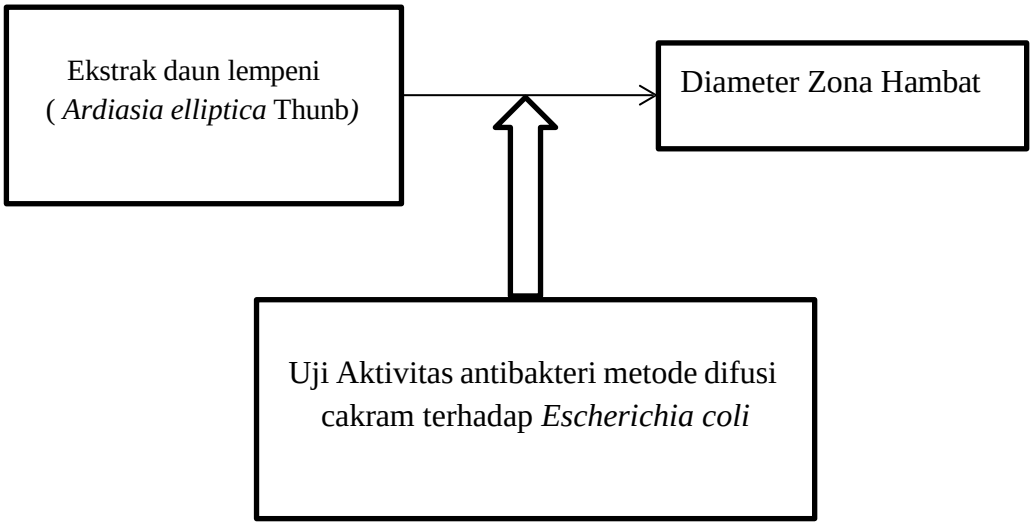
1.6.12 Antibiotik Pembanding atau Kontrol Positif

Antibiotik yang digunakan sebagai kontrol positif dalam uji aktivitas antibakteri adalah cakram disk Ciprofloxacin 5 ug. Ciproloxacin merupakan antibiotik golongan fluoroquinolone yang berfungsi dengan menghambat enzim DNA gyrase dan topoisomerase IV pada bakteri, sehingga mengganggu proses replikasi DNA bakteri dan mengakibatkan kematian sel mikroba.

Berdasarkan penelitian oleh (Badulla dkk., 2020), ciprofloxacin menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap berbaai bakteri pathogen,seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hasil pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ciprofloxacin menghasilkan zona hambat dengan kategori sangat kuat, sehingga sering digunakan sebagai kontrol positif dalam evaluasi efektivitas antibakteri suatu senyawa uji.

Senyawa ini juga memiliki spektrum kerja yang luas terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif, serta digunakan sebgai pembanding dalam menentukan efektivitas antibakteri pada penelitian fitokimia dan formulasi sediaan herbal (Badulla dkk., 2020).

1.6.13 Kerangka Konsep



Gambar 3 Kerangka Konsep

BAB III
METODE PENELITIAN

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Farmakologi Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu dan di Laboratorium Biologi Universitas Bengkulu. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari – April 2026.

1.8 Alat dan Bahan Penelitian

1.8.1 Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah botol kaca gelap, kertas perkamen, sendok tandu, hotplate, timbangan neraca analitik, batang pengaduk, kapas, incubator. Tabung reaksi, raktabung reaksi, cawan petri, jarum ose, lampu Bunsen, autoklaf, spatel, tissue, kertas cakram, rotary vaporator, labu evaporator, pinset, gelas beker, jangka sorong digital, handscoon, enlemeyer 250 ml, Laminar Air Flow (LAF).

1.8.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel daun lempeni (*Ardisia eliptica* Thunb), bakteri *Escheria coli*, *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), DMSO 10%, etanol 96%, cakram disk antibiotik ciprofloxacin 5 µg, alkohol, spiritus.

1.9 Prosedur Kerja Penelitian

1.9.1 Verifikasi Tanaman

Verifikasi tanaman dilakukan untuk memastikan keaslian dan ketetapan indentitas spesies tanaman yang digunakan dalam penelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan sampel yang akan digunakan. Verifikasi tanaman dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Biologi Universitas Bengkulu.

1.9.2 Pembuatan Ekstrak Daun Lempeni

a. Pengumpulan Bahan Baku

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah daun lempeni (*Ardisia elliptca* Thunb) yang di ambil di Desa Genting Juar, Kecematan Semidang Alas Maraas, Kabupaten Seluma. Pengambilan sampel dilakukan dipagi hari dengan memilih daun yang masih muda dan berwarna hijau segar, kemudian ditimbang sebanyak 2 kg.

b. Sortasi basah

Setelah sampel daun lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) di kumpulkan kemudian dilakukan untuk memisahkan daun yang sudah rusak, busuk dan kotor dari bahan yang masih segar. Proses ini penting agar bahan yang akan dikeringkan nanti tetap bersih dan tidak menurunkan mutu simplisia (Abdullah, R., 2022).

c. Pencucian

Langkah selanjutnya pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan bahan pengotor pada tumbuhan dari kotoran yang menempel seperti tanah.

Pencucian dilakukan dengan air bersih misalnya keran atau air mengalir agar sampel yang digunakan bebas dari kotoran yang menempel (Abdullah,R., 2022).

d. Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan dengan cara di angin-anginkan di tempat teduh yang terlindung dari paparan sinar matahari langsung. Metode ini bertujuan untuk menjaaga kandungan senyawa aktif daun lempeni agar tidan mengalami kerusakan akibat suhu tinggi (Abdullah, R., 2022).

e. Sortasi Kering

Setelah dilakukan pengeringan, simplisia daun lempeni di sortasi kembali untuk memisahkan bahan yang tidak kering merata atau berjamur.Yang dimana proses ini dilakukaan secaraa manual agar simplisia yang dihasilkan seragam dan berkualitas baik.bahan yang sudah di sortasi di simpan dalam wadah tertutup supaayaa tidak lembab kembali (Abdullah, R., 2022).

$$\text{Rendemen\%} = \frac{\textit{Berat simplisia (Akhir)}}{\textit{Berat Bahan Baku (Awal)}} \times 100\%$$

1.9.3 Ekstrak Daun Lempeni dengan Metode Maserasi

a. Siapkan simplisia daun lempeni yang telah dikeringkan, kemudian ditimbang.
b. Simplisia daun lempeni ditambahkan etanol 96% sebanyak 2 liter hingga seluruh simplisia terendam, kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca berwarnaa gelap dan didiamkan selama 5 x 24 jam, selama proses berlangsung sesekali dilakukan pengadukan. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring, kemudian dilakukan

remaserasi dengan menambahkan kembali etanol 96% sebanyak 2 liter dan diulangi hingga simplisia tidaak berwarna lagi.

c. Kemudian filtrate tersebut digabungkan dan diuapakan di dalam *rotary evaporator* Dengan suhu 50-60°C sehingga diperoleh hasil ekstrak kental daun lempeni.

3.3.5. Evaluasi Ekstrak

a. Organoleptis

Uji organoleptis ekstrak daun lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb) berupa uji warna, aroma/bau, dan konsentrasi ekstrak.

b. Rendemen

Rendemen adalah perbandingan antara ekstrak yang diperoleh dengan simplisia awal yang digunakan (Yulianingsih, 2023).

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\textit{Berat ekstrak yang di peroleh}}{\textit{Berat simplisisa yang diperoleh}} \times 100\ \%$$

1.9.4 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian aktivitas antibakteri ekstrak daun lempeni ini di cuci terlebih dahulu dengan detergen dan di bilas menggunakan aquades hingga bersih. Alat yang tahan panas di sterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, sedangkan alat yang tidak tahan panas di sterilkan menggunakan alcohol 70%. Sterilisasi menngunakan autoklaf efektif dalam membunuh mikroorganisme dengan kombinasi panas lembab dan tekanan (Herta Meidya Nurhalita dkk., 2025).

1.9.5 Pembuatan Media Agar (NA)

Media yang digunakan pada penelitian ini adalah Nutrient Agar (Na). Ditimbang sebanyak 2,8 gram serbuk NA, kemudian ditambahkan dengan 100 ml aquadest didalam labu enlemeyer. Campuran tersebut dipanaskan di atas hot plate hingga larut sempurna. Setelah itu, larutan disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah proses sterilisasi selesai, media dibiarkan hingga suhunya turun sekitar ±45°C, lalu dituangkan ke dalam cawan petri masing-masing sebanyak 15 ml (Ramadani dkk, 2024).

1.9.6 Peremajaan Mikroba Uji

Bakteri uji *Escherichia coli* diremajakan dengan cara mengambil satu mengambil atau ose biakan murni secara aseptis, kemudian diinokulasikan kedalam media Nutrient Agar (NA) miring yang telah memadat. Biakan digoreskan secara zig-zag pada permukaan media dan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C menggunakan inkubator.

1.9.7 Pembutan Suspensi Bakteri

Sebanyak 1 ose biakan murni *Escherichia coli* di masukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml Nutrient Broth (NB), kemudian dihomogenkan dengan pengocokan ringan. Suspensi tersebut selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam hinnga di peroleh pertumbuhan optimal (Al-Abd dkk.,2023).

1.9.8 Pembuatan Kelompok Perlakuan

a. Kontrol positif menggunakan cakram antibiotik siprofloksasin 5 µg (disk diffusion) yang langsung diletakkan pada permukaan media yang telah diinokulasi bakteri uji *Escherichia coli.*

b. Kontrol negatif menggunakan DMSO 10% yang diteteskan pada cakram kosong (blank disk), kemudian diletakkan pada permukaan media yang telah diinokulasi bakteri uji *Escherichia coli.*
c. Konsentrasi 20% dibuat dengan menimbang ekstrak etanol daun lempeni sebanyak 0,2 g, kemudian dilarutkan dalam DMSO 10% hingga volume 1 mL. Larutan ekstrak kemudian diteteskan pada kertas cakram menggunakan mikropipet, selanjutnya kertas cakram diletakkan pada permukaan media yang telah diinokulasi bakteri uji *Escherichia coli*.
d. konsentrasi 60% dibuat dengan menimbang ekstrak etanol daun lempeni sebanyak 0,6 g, kemudian dilarutkan dalam DMSO 10% hingga volume 1 mL. Larutan ekstrak kemudian diteteskan pada kertas cakram menggunakan mikropipet, selanjutnya kertas cakram diletakkan pada permukaan media yang telah diinokulasi bakteri uji *Escherichia coli*.
e. konsentrasi 80% dibuat dengan menimbang ekstrak etanol daun lempeni sebanyak 0,8 g, kemudian dilarutkan dalam DMSO 10% hingga volume 1 mL. Larutan ekstrak kemudian diteteskan pada kertas cakram menggunakan mikropipet, selanjutnya kertas cakram diletakkan pada permukaan media yang telah diinokulasi bakteri uji *Escherichia coli*.

1.9.9 Uji Aktivitas Ekstrak Daun Lempeni (*Ardisis elliptica* Thunb)

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram menggunakan media Nutrient Agar (NA). Media NA dipanaskan di dalam Erlenmeyer hingga larut sempurna, kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 45–50°C. Setelah itu, sebanyak 1 ml suspensi bakteri uji dimasukkan ke dalam media dan dihomogenkan. Selanjutnya, media dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 15 ml dan dibiarkan memadat.

Kertas cakram berdiameter 6 mm ditetesi larutan ekstrak daun lempeni menggunakan mikropipet dengan berbagai konsentrasi, yaitu 20%, 60%, dan 80%, kemudian dibiarkan hingga mengering. Kertas cakram yang telah ditetesi ekstrak kemudian diletakkan di atas permukaan media NA bersama kontrol positif berupa disk cakram antibiotik ciprofloxacin (5 µg) dan kontrol negatif berupa DMSO 10% dengan jarak antar cakram 2–3 cm. Selanjutnya, media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar cakram uji (Utami dkk., 2020).

1.9.10 Pengamatan dan Pengukuran Daya Hambat

Pengamatan dilakukan setelah masa inkubasi selama 24 jam. Zona bening di sekitar cakram menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dari ekstrak daun lempeni terhadap bakteri uji. Zona hambat tersebut menggambarkan tingkat kepekaan bakteri terhadap zat antibakteri yang diuji.

Diameter zona hambat diukur secara horizontal dan vertikal menggunakan jangka sorong digital dalam satuan milimeter (mm). Nilai rata-rata dari hasil

pengukuran digunakan untuk menentukan kekuatan aktivitas antibakteri ekstrak daun lempeni (Utami dkk., 2020).

Rumus pengukuran diameter zona hambat:

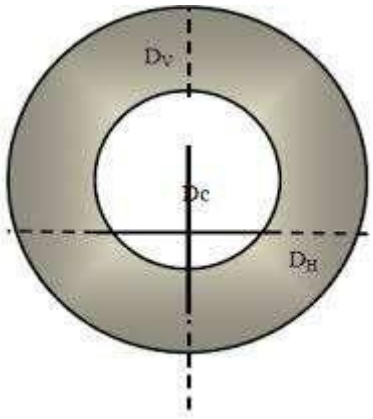
$$\{\text{Rata-rata Zona Hambat}\} = \frac{(DV - DC) + (DH - DC)}{2}$$

Keterangan:

DV : Diameter vertikal

DH : DiameterHorizontal

DC : Diameter Cakram



Gambar 4 Pengukuran Diameter Zona Hambat

1.10 Analisa Data

Data yang didapatkan pada penelitian ini menggunakan statistik deskriptif. Analisa metode deskriptif menjelaskan aktivitas antibakteri ekstrak Daun Lempeni (*Ardisia elliptica* Thunb). Serta tumbuhnya *Escherichia coli* akan diuji dengan adanya antibakteri apakah berpengaruh atau tidak. Jika sudah didapatkan zona bening disekeliling kertas cakram akan dilakukan perhitungan zona hambatnya. Dari hasil perhitungan zona hambat akan diimasukkan kategori lemah, sedang, kuat, atau sangat kuat terhadap bakteri *Escherichia coli*.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, R., et al. (2022). Marketing Mix Strategy Analysis in the Digital Era. *Journal of Marketing Management*, *15*(2), 45–62. https://www.researchgate.net/publication/359106764_Marketing_Mix_Strategy

Agustini, D. M., Yun, Y. F., Suprabawati, A., & Defara, S. M. (2019). Senyawa Terpenoid Dan Aktivitas Antidiabetes Ekstrak n-Heksana Dan Metanol Hydrangea macrophylla. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Unjani Expo (UNEX)*, *2007*, 27–30.

Amin, M. (2018). *Aktivitas ekstrak daun lempeni (ardisia elliptica thunb) terhadap tikus sprague dawley yang diinduksi streptozotocin*.

Andhika. (2020). *potensi daun lempeni (Ardisia humilis Vahl) terhadap bakteri Escherichia coli*.

Angraini, N., & Husna, N. N. (2023). *Jurnal Penelitian Sains*. *25*(1), 19–23.

Anonim. (2017). Suplemen I Farmakope Herbal Indonesia Edisi II. In *Jakarta: Departement Kesehatan Republik Indonesia*.

Apriani, Wayan Desi Bintari, S. S., Si., M., Ilsan, N. A., Ph.D., Febry Istyanto, S.K.M., M. K. M., Rochmanah Suhartati, M. S., Ratih Kartika Dewi, M. B., Zuraida, S.K.M., M. K. M., Herlina, M. K., & Maulin Inggraini, S.Si., M.Si, Se, M. S. (2023). *Rosyunita | 1*.

Badulla, W. F. S., Al-omary, Y. S. T., & Ali, K. S. (2020). *research article in vitro antimicrobial activity evaluation for different pharmaceutical dosage forms of ciprofloxacin in aden-yemen Abstract Ciprofloxacin (CIP) is classified as a second-generation fluoroquinolone structurally similar to nalidixic acid*. *1*(2).

Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, *6*(2), 71–79. https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005

Cahyaningtyas, D. E., Cynthia, D. G., & Elisabet, T. (2024). Tersedia daring pada: http://ejurnal.undana.ac.id/. *Jurnal Veteriner Nusantara*, *VII*(04), 1–11.

Das, T., Nath, C., Das, P., Ghosh, K., Logno, T. A., Debnath, P., Dash, S., Devnath, H. S., Das, S., & Islam, M. Z. (2023). High prevalence of ciprofloxacin resistance in Escherichia coli isolated from chickens, humans and the environment: An emerging one health issue. *PLoS ONE*, *18*(11 November), 1–16. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294043

Febriyanti, T. W., Anisyah, L., & Hasana, A. R. (2024). *Pengaruh perbedaan pelarut etanol 96% dan metanol terhadap penetapan kadar flavonoid total ekstrak polong cengkeh (Syzygium aromaticum L.)*.

Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). *Optimasi etanol sebagai pelarut senyawa flavonoid dan fenolik.*

Haque, A. R. M. (2020). *Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes*. 1–10. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS

Harahap, D. G. S. (2021). Dasar-Dasar Mikrobiologi Dan Penerapannya. In *Widina Bhakti Persada Bandung* (Vol. 1, Nomor 69).

Hatami, F., Tahmasbi, F., & Hatami Shahmir, E. (2017). isolasi dan karakterisasi senyawa steroid dari daun cemara. *Neuropsychology*, *3*(8), 85–102. http://clpsy.journals.pnu.ac.ir/article_3887.html

Heri Wijaya. (2022). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*. *05*, 1–11.

Herta Meidya Nurhalita, Alfi Dwi Seviah, Kurrota Ayyun, Laila Sabila Sindriyani, Yeka Khafidz Ila Rosyidah, Dewi Rahmawati, Dzakiah Zhirotul Wida, & Fitrul Mubarok. (2025). Review Artikel: Evaluasi Efektivitas Berbagai Macam Metode Sterilisasi. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, *3*(1), 241–253. https://doi.org/10.61132/obat.v3i1.1029

Hossain, M. L., Lim, L. Y., Hammer, K., Hettiarachchi, D., & Locher, C. (2022). A Review of Commonly Used Methodologies for Assessing the Antibacterial Activity of Honey and Honey Products. *Antibiotics*, *11*(7). https://doi.org/10.3390/antibiotics11070975

Mubarokah, A., Kurniawan, & Kusumaningtyas, N. M. (2023). *Penetapan kadar senyawa flavonoid ekstrak etanol 96%, metanol 96%, etil asetat 96% rimpang lengkuas merah (Alpinia purpurata K.Schum) dengan spektrofotometri UV-Vis.*

Mulyani, Y., Lado, A. S., & Sulaeman, A. (2021). *Review : Kajian Aktivitas Antibakteri , Antiinflamasi dan Antioksidan dari Tanaman Sambung Nyawa (Gynura Procum bens)*. *7*(2).

Ningrum, R., Purwanti, E., & Sukarsono, S. (2017). 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. https://doi.org/10.22219/jpbi.v2i3.3863

Ningsih, S., Juniarti, F., Rosidah, I., Fajriawan, A. A., Agustini, K., Rosmalawati, S., Wibowo, A. E., Sasikirana, E., & Sumaryono, W. (2020). Study of the Effect of Lampeni (Ardisia humilis Vahl.) Planting Condition toward the Alpha-glucosidase Inhibition Activity in vitro. *Pharmacognosy Journal*, *12*(2), 377–385. https://doi.org/10.5530/pj.2020.12.59

Nurlita, D., chatri, M., Alhusaeri Siregar, B., Handayani, D., & Indrawati. (2024). Flavonoid, Alkaloid, dan Terpenoid: Senyawa Metabolit Sekunder dari Tumbuhan dan Peranannya Terhadap Perlindungan Tanaman dari Penyakit. *Prosding SEMNASBIO* , *8*, 901–909.

Octifani, Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2024). *pengantar bakteriologi*.

Ramadani, M., Gunawan, M., Fitriani, E., Yulia Kusumastuti, M., Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan, S., Studi, P. S., & Tinggi Ilmu Kesehatan, S. (2024). *Formulasi Sediaan Antiseptik Sari Air Kulit Buah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L) Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Staphylococus aureus Dan Escherichia Coli*. *8*(1), 2655–3147. https://jurnal.uimedan.ac.id/index.php/jurnalfarmasi 20Journalhomepage:https://jurnal.uimedan.ac.id/index.php/jurnalfarmasi

Rumaseuw, E. S. (2023). *Nasri, Ellen Stephanie Rumaseuw, Vera Estefania Kaban, Agung Wibawa Mahatva Yodha, Yulianita Pratiwi Indah Lestari, Asti Vebriyanti Asjur, Muh Taufiqurrahman, Hamsidar Hasan, Teguh Adiyas Putra, Umarudin*.

Sarmira, M.-, Purwanti, S.-, & Yuliati, F. N. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak daun oregano terhadap bakteri Escherichia coli dan Stapylococcus aureus sebagai alternatif feed additive unggas. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, *21*(1), 40. https://doi.org/10.24198/jit.v21i1.33161

Simajnjutak. (2021). *Sumber klasifikasi daya hambat*. 4–11.jurnal farmasi//e:https//jurnal.uimedan.ac.id/index.php/jurnalfarmasi

Sirait, F. (2020). Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak. *Repositori.Umsu.Ac.Id*, *10*(2), 1–51. http://repositori.umsu.ac.id/handle/123456789/5463

Suleman, I. F., Sulistijowati, R., Hamidah Manteu, S., & Nento, W. R. (2022). Identitas Senyawa Saponin Dan Antioksidan Ekstrak Daun Limun. *Jambura Fish Processing Journal*, *4*(2), 94–102. http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jfpj/issue/archive

Ulfah, S., Alimuddin, A. H., & Wibowo, M. A. (2018). Synthesis of Anthraquinone Derivatives Using Vanillyl Alcohol and Phthalic Anhydride. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, *7*(2), 25–32.

Witri Lestari, A. (2018). a Comparative Study of Morpho-Anatomy, the Content of Chlorophyll and Ascorbic Acid on Ardisia Humilis Thunberg in the Area With Different Light Intensity At the Nature Preserve of Pananjung Pangandaran, West Java, Indonesia. *MATTER: International Journal of Science and Technology*, *3*(3), 227–239. https://doi.org/10.20319/mijst.2018.33.227239

Yuliana, A., Nuryanti, S. D., Nabila, L., Ananda, D. S., Sati, L., Sondak, F. K., Inas, H., Musyaffangatul, I., Studi, P., Farmasi, S., Kesehatan, F. I., Alma, U., Solikah, W. Y., & Ata, U. A. (2024). *Skrining Fitokimia dan Standarisasi Ekstrak Etanol Biji Pala (Myristica fragrans Houtt)*. *7269*, 74–83.