

**PERBEDAAN DAYA HAMBAT EKSTRAK ETIL ASETAT KULIT BUAH
PISANG MULI (*Musa acuminata Colla*) TERHADAP PERTUMBUHAN
Staphylococcus aureus dan *Escherichia coli***

(Skripsi)

Oleh

Reyhana Putri Zulfikar

NPM 2217061110



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**PERBEDAAN DAYA HAMBAT EKSTRAK ETIL ASETAT KULIT BUAH
PISANG MULI (*Musa acuminata Colla*) TERHADAP PERTUMBUHAN
Staphylococcus aureus dan *Escherichia coli***

Oleh

REYHANA PUTRI ZULFIKAR

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PERBEDAAN DAYA HAMBAT EKSTRAK ETIL ASETAT KULIT BUAH PISANG MULI (*Musa acuminata Colla*) TERHADAP PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Oleh

Reyhana Putri Zulfikar

Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* merupakan bakteri yang sering ditemukan menjadi penyebab infeksi. Upaya penanganan infeksi akibat bakteri umumnya menggunakan antibiotik, namun penggunaan antibiotik dapat menimbulkan efek samping. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah ini yaitu dengan memanfaatkan bahan alam yang memiliki sedikit efek samping. Kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid yang berpotensi sebagai antibakteri. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan daya hambat ekstrak etil asetat kulit pisang muli terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Penelitian ini merupakan eksperimental laboratorik dengan metode difusi cakram (*Kirby-Bauer*) menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan tujuh perlakuan, meliputi kontrol positif, kontrol negatif serta ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli dengan konsentrasi 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 % masing-masing dengan empat kali pengulangan. Data zona hambat dianalisis menggunakan uji *Independent t-test*, *Two Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan *Post Hoc Tukey*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan daya hambat ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, dimana ekstrak lebih efektif menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dibandingkan *Escherichia coli*. Faktor perlakuan (tingkat konsentrasi) berpengaruh signifikan ($p = 0.00$) terhadap daya hambat. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar daya hambat yang terbentuk.

Kata Kunci: Kulit Buah Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*), Etil Asetat, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Daya Hambat.

ABSTRACT

Differences in The Inhibitory Activity of Ethyl Acetate Extract of Muli Banana Peel (*Musa acuminata Colla*) Against The Growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*

By

Reyhana Putri Zulfikar

Staphylococcus aureus and *Escherichia coli* are bacteria commonly found as causes of infections. The treatment of bacterial infections generally involves the use of antibiotics. However, antibiotics may cause side effects. One alternative solution to this problem is the use of natural materials, which tend to have fewer side effects. The peel of the Muli banana (*Musa acuminata Colla*) is known to contain secondary metabolites such as flavonoids, tanins, saponins, and alkaloids, which have potential antibacterial activity. This research aimed to determine differences in the inhibitory activity of the ethyl acetate extract of Muli banana peel against the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. This research was an experimental laboratory study using the disc diffusion method (*Kirby-Bauer*) with a factorial completely randomized design (CRD) consisting of seven treatments, including a positive control, a negative control, and ethyl acetate extracts of Muli banana peel at concentrations of 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, and 100 %, each with four replications. The inhibition zone data were analyzed using *Independent t-test*, Two-Way ANOVA followed by Tukey's Post Hoc test. The result showed that there was a difference in the inhibitory activity of the ethyl acetate extract of muli banana peel against the growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, in which the extract was more effective in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* than *Escherichia coli*. The treatment factor (concentration level) had significant effect ($p = 0.00$) on the inhibitory. The higher the extract concentration, the greater the inhibition zone produced.

Keywords: Muli Banana Peel (*Musa acuminata Colla*), Ethyl Acetate, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Inhibitory

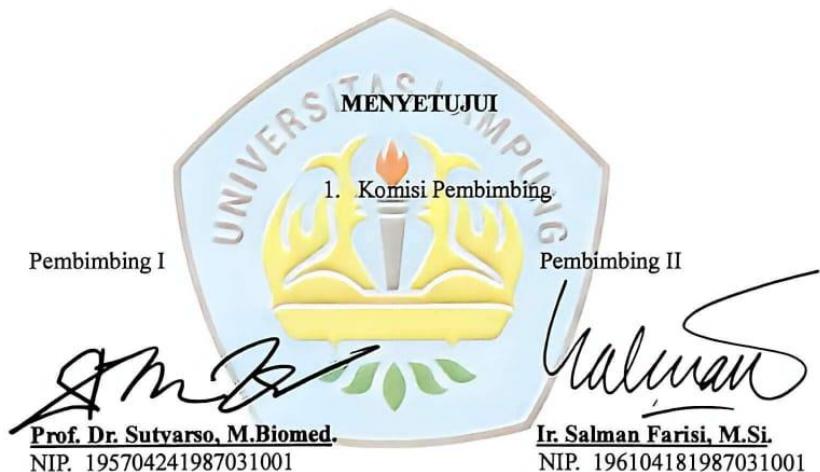
Judul Skripsi : PERBEDAAN DAYA HAMBAT EKSTRAK
ETIL ASETAT KULIT BUAH PISANG MULI
(*Musa acuminata Colla*) TERHADAP
PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus* dan
Escherichia coli

Nama Mahasiswa : Reyhana Putri Zulfikar

Nomor Pokok Mahasiswa : 2217061110

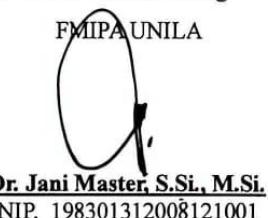
Program Studi : S1 Biologi Terapan

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Biologi



MENGESAHKAN

1. Tim Pengaji

Ketua

: Prof. Dr. Sutyarso, M.Biomed.



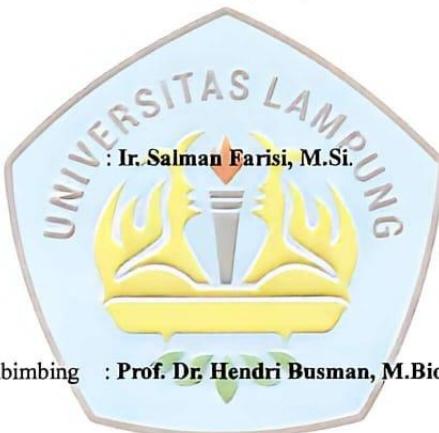
Sekretaris

: Ir. Salman Farisi, M.Si.



Pengaji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Hendri Busman, M.Biomed.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Hendri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 19710012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **27 Januari 2026**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul "**PERBEDAAN DAYA HAMBAT EKSTRAK ETIL ASETAT KULIT BUAH PISANG MULI (*Musa acuminata Colla*) TERHADAP PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*"** adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung

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

Bandar Lampung, 25 Januari 2026

Pembuat Pernyataan,



Reyhana Putri Zulfikar

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 28 September 2003, sebagai anak ketiga dari Bapak Zulfikar dan Ibu Yuliana AS. Penulis memiliki dua orang kakak perempuan bernama Vicarlian Rinjanie S.P dan Vita Inaya Azzahra serta satu orang adik laki-laki Bernama Ahmad Kausar Zulfikar.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di Sekolah Al-Ichsan Bandar Lampung pada tahun 2010, Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 01 Sukajawa Bandar Lampung pada tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 07 Bandar Lampung pada tahun 2019 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 16 Bandar Lampung pada tahun 2022.

Pada tahun 2022, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Biologi Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) pada bulan Desember tahun 2024 sampai dengan bulan Januari tahun 2025 di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung dan telah menyelesaikan laporan praktik kerja lapangan dengan judul “Kultur dan Sensitivitas Bakteri Terhadap Antibiotik Pada Sampel Darah Pasien dari RS Hermina di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung”. Kemudian, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Juni-Agustus 2025 di Kelurahan Durian Payung, Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur yang tak terhingga atas berkat rahmat Allah yang Maha Kuasa, kupersembahkan skripsi ini yang kukerjakan dengan sepenuh hati kepada:

Kedua Orang Tua, Bapak Zulfikar dan Ibu Yuliana AS., kedua kakak tercinta, Vicarlian Rinjanie S.P. dan Vita Inaya Azzahra serta adikku Ahmad Kausar Zulfikar yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang, motivasi dan memberikan dukungan kepada penulis.

Kepada Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya, semangat, saran dan membimbingku serta membantu dalam proses penelitian hingga penulisan skripsi ini selesai dengan tepat waktu.

Saudara, Sahabat dan teman yang ikut membantu, memberi semangat, canda tawa dan pengalaman yang berharga di dunia perkuliahan ini.

Serta Almamaterku tercinta, **Universitas Lampung**.

MOTTO HIDUP

“Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Dia sebaik-baik pelindung”

(QS. Ali Imron : 173)

“*Less tears no fears*”

“*Ad Maiora Natus Sum*”

“ *Your dreams must exceed your current capacity to achieve them. If your dream doesn't scare you, it means they are not big enough*”

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. sehingga penulis memiliki segala kesehatan, kesempatan, kenikmatan, kemudahan, kekuatan, dan kesabaran dalam menyelesaikan skripsi yang judul “ **PERBEDAAN DAYA HAMBAT EKSTRAK ETIL ASETAT KULIT BUAH PISANG MULI (*Musa acuminata Colla*) TERHADAP PERTUMBUHAN *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli***” yang menjadi syarat kelulusan dalam menyelesaikan kuliah dan memperoleh gelar sarjana di Program Studi Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Selama proses penyusunan dan penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan, dukungan, motivasi, saran, bimbingan, dan kritik dari berbagai pihak kepada penulis. Untuk itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN Eng. selaku rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Gina Dania Pratami, M.Si. selaku Kepala Program Studi S1 Biologi Terapan.
5. Bapak Prof. Dr. Sutyrso, M.Biomed. selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta memberikan arahan, kritik dan saran yang bermanfaat bagi penulis selama menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.

6. Bapak Ir. Salman Farisi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta memberikan arahan, bimbingan dan nasihat kepada penulis selama menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Dr. Hendri Busman, M.Biomed. selaku Pembahas yang telah memberikan banyak kritik dan saran serta nasihat yang bermanfaat bagi penulis agar lebih berkembang menjadi pribadi yang lebih baik.
8. Bapak Dr. Mahfut S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, kritik dan saran yang bermanfaat bagi penulis.
9. Seluruh staf dosen dan staf karyawan Program Studi Biologi Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang telah berjasa selama ini.
10. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Zulfikar dan Ibu Yuliana AS. Kedua kakak ku, Vicarlian Rinjanie S.P dan Vita Inaya Azzahra serta adikku Ahmad Kausar Zulfikar yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, kasih sayang, memberikan masukan dan motivasi terbaiknya, serta pengorbanan tanpa henti untuk penulis untuk mencapai keberhasilan.
11. Sahabat-sahabat penulis, Alfia, Lila, Yurisca, Khairunnisa, Septi, Lutfi, Rena, Aliya dan kelas Bioter C angkatan 2022.
12. Seluruh pihak yang telah memberikan doa dan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat di kemudian hari.

Bandar Lampung, 25 Januari 2026
Penulis,

Reyhana Putri Zulfikar

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO HIDUP	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pikir	5
1.5 Hipotesis	6

II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Staphylococcus aureus</i>	7
2.1.1 Klasifikasi <i>Staphylococcus aureus</i>	7
2.1.2 Karakteristik dan Morfologi <i>Staphylococcus aureus</i>	7
2.1.3 Patogenitas <i>Staphylococcus aureus</i>	12
2.1.4 Resistensi <i>Staphylococcus aureus</i>	9
2.2 <i>Escherichia coli</i>	10
2.2.1 Klasifikasi <i>Escherichia coli</i>	10
2.2.2 Karakteristik dan Morfologi <i>Escherichia coli</i>	11
2.2.3 Patogenitas <i>Escherichia coli</i>	11
2.2.4 Resistensi <i>Escherichia coli</i>	12
2.3 Tanaman Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	13
2.3.1 Klasifikasi Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>).....	13
2.3.2 Karakteristik Tanaman Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	13
2.3.3 Morfologi Tanaman Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	14
2.3.4 Kandungan Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	15
2.4 Pelarut Etil Asetat.....	18
2.5 Metode Ekstraksi Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	19
2.6 Uji Aktivitas Antibakteri.....	20
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat.....	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat-Alat Penelitian	22
3.2.2 Bahan-Bahan Penelitian	22
3.3 Desain dan Rancangan Penelitian	23
3.4 Variabel Penelitian	25
3.4.1 Variabel Bebas	25
3.4.2 Variabel Terikat.....	25
3.5 Variabel Operasional	26

3.6 Prosedur Penelitian.....	27
3.6.1 Sterilisasi Alat.....	27
3.6.2 Identifikasi Sampel Pisang Muli di Laboratorium Botani	27
3.6.3 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	27
3.6.4 Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	28
3.6.5 Uji FTIR (<i>Fourier-transform Infrared Spectroscopy</i>)	29
3.6.6 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	30
3.6.7 Bakteri Uji.....	30
3.6.8 Pembuatan Standar Kekeruhan Larutan <i>McFarland</i>	31
3.6.9 Teknik Pembuatan Suspensi Bakteri.....	31
3.6.10 Teknik Pembuatan Media Agar MHA (<i>Muller Hinton Agar</i>).....	31
3.6.11 Uji Daya Hambat Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	32
3.6.12 Perhitungan Diameter Zona Hambat	32
3.7 Analisis Data	34
3.8 Diagram Penelitian.....	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Pengamatan.....	36
4.1.1 Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	36
4.1.2 Uji FTIR Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>).....	37
4.1.3 Daya Hambat Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) Terhadap <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	38
4.1.4 Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) Terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	43
4.1.5 Pengaruh Jenis Bakteri dan Perlakuan (Tingkat Konsentrasi) Dalam Perbedaan Daya Hambat	46
4.2 Pembahasan	48

4.2.1 Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	48
4.2.2 Uji FTIR Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>).....	50
4.2.3 Mekanisme Aktivitas Senyawa Antibakteri pada Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i>)	51
4.2.4 Daya Hambat Ekstrak terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	53
4.2.5 Perbedaan Daya Hambat Ekstrak terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	54
4.2.6 Analisis Pengaruh Jenis Bakteri dan Perlakuan (Tingkat Konsentrasi) Dalam Daya Hambat	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kelompok Perlakuan Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	24
Tabel 2. Kelompok Perlakuan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	25
Tabel 3. Definisi Operasional.....	26
Tabel 4. Volume Esktrak Etil Asetat pada Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) yang Dibutuhkan	30
Tabel 5. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	36
Tabel 6 . Hasil Spektra FTIR Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>).....	38
Tabel 7. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat yang Terbentuk Terhadap Pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i>	40
Tabel 8. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat yang Terbentuk Terhadap Pertumbuhan <i>Escherichia coli</i>	42
Tabel 9. Hasil Pengukuran Rata-rata Diameter Zona Hambat yang Terbentuk Terhadap Pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	43
Tabel 10. Hasil Uji <i>Independent T-test</i> Zona Hambat pada <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> pada Masing-masing Perlakuan.....	45
Tabel 11. Hasil Uji <i>Two Way ANOVA</i>	46
Tabel 12. Hasil Uji <i>Post Hoc Tukey</i> Perlakuan Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>).....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bentuk Mikroskopis <i>Staphylococcus aureus</i>	8
Gambar 2. <i>Escherichia coli</i>	11
Gambar 3. Ilustrasi Perhitungan Zona Hambat Bakteri	33
Gambar 4. Diagram Alir	35
Gambar 5. Hasil Uji FTIR Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	37
Gambar 6. Zona Hambat yang Terbentuk Terhadap Pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i>	39
Gambar 7. Zona Hambat yang Terbentuk Terhadap Pertumbuhan <i>Escherichia coli</i>	41
Gambar 8. Proses Pengambilan Sampel Kulit Pisang	79
Gambar 9. Proses Pemotongan Sampel Kulit Pisang.....	79
Gambar 10. Proses Penjemuran Sampel Kulit Pisang.....	79
Gambar 11. Proses Penjemuran Sampel Kulit Pisang	79
Gambar 12. Proses Penimbangan Simplisia sampel Kulit Pisang	79
Gambar 13. Proses Maserasi Hari Pertama	79
Gambar 14. Proses Maserasi Hari Kedua	79
Gambar 15. Proses Maserasi Hari Ketiga	79
Gambar 16. Proses Penyaringan Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli.....	80
Gambar 17. Proses Remaserasi	80
Gambar 18. Hasil Maserasi.....	80
Gambar 19. Proses Pengentalan Ekstrak	80
Gambar 20. Hasil Pengentalan Ekstrak	80
Gambar 21. Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli	80
Gambar 22. Isolat Bakteri Uji	80
Gambar 23. Larutan Standar Kekeruhan	80

Gambar 24. Proses Inkubasi	81
Gambar 25. Proses Setelah Inkubasi Selama 24 Jam.....	81
Gambar 26. Proses Pengukuran Diameter Zona Hambat yang Terbentuk	81

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat pada Masing-masing Perlakuan Terhadap Pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	67
Lampiran 2. Uji Statistik	68
Lampiran 3. Hasil Determinasi.....	73
Lampiran 4. Hasil Skrining Fitokimia.....	74
Lampiran 5. Hasil Uji FTIR Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>).....	75
Lampiran 6. Sertifikat Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	76
Lampiran 7. Sertifikat Bakteri <i>Escherichia coli</i>	77
Lampiran 8. Surat Izin Penelitian	78
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	79

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi bakteri merupakan masalah kesehatan serius yang sering terjadi di masyarakat di berbagai belahan dunia termasuk Indonesia. Infeksi bakteri terus meningkat beberapa dekade terakhir dan menyebabkan jutaan kematian setiap tahunnya. Menurut Srikacha dan Ratanikom (2020) infeksi bakteri menyebabkan sekitar 30 % kematian pada anak-anak maupun dewasa. Bakteri dapat masuk kedalam tubuh dan menjadi patogen sehingga dapat menyebabkan infeksi, hal ini sangat berbahaya karena jika dibiarkan dapat mengganggu fungsi organ-organ vital bahkan kematian. Bakteri yang sering ditemukan menjadi penyebab infeksi adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Pada tahun 2006 prevalensi infeksi *Staphylococcus aureus* di Asia mencapai 70 % dan 23,5 % di Indonesia, sedangkan *Escherichia coli* mencapai angka 84 % (Apriliana dkk., 2018).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif yang termasuk flora normal pada manusia. Menurut *World Health Organization* (WHO) tahun 2012, *Staphylococcus aureus* dapat ditemukan pada kulit, selaput lendir manusia dan berbagai tempat yang bersifat patogen opportunistik, berkOLONI pada kulit dan permukaan mukosa manusia. *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan berbagai infeksi seperti infeksi saluran kemih (ISK), pneumonia, meningitis, gangguan pernapasan, dermatitis, dan infeksi nosokomial. Selain itu, *Staphylococcus aureus* juga sering ditemukan menjadi penyebab keracunan makanan dan sindrom syok (Kusuma, 2009). *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram positif yang sering menyebabkan diare, infeksi saluran kemih, meningitis pada bayi baru lahir dan infeksi luka

(Carrol dkk., 2016). Menurut *World Health Organization (WHO)* tahun 2013 penyakit diare yang disebabkan oleh *Escherichia coli* menyentuh angka kematian sebanyak 760.000 pada anak setiap tahun serta terdapat 1,7 miliar kasus diare tiap tahunnya. Selain itu, *E. coli* digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi feses dan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, dan minuman (Apriliana dkk., 2018).

Upaya penanganan infeksi akibat bakteri ini sudah banyak dilakukan yaitu dengan pemberian antibiotik. Namun penggunaan antibiotik yang tidak tepat, baik karena penggunaan yang berlebihan maupun penggunaan yang tidak sesuai dengan dosis atau jenis antibiotik yang dibutuhkan dapat menimbulkan efek samping yaitu resistensi antibiotik. Resistensi dapat terjadi ketika bakteri mengembangkan kemampuannya untuk bertahan hidup terhadap antibiotik tertentu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muttaqien dan Soleha (2014) *Staphylococcus aureus* memiliki tingkat resistensi yang meningkat terhadap penisilin setiap tahunnya. Resistensi对抗生素非常危险因为可以限制治疗选择对于患者，使情况更糟，并增加死亡风险。

Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah ini yaitu dengan memanfaatkan bahan alam sebagai pengganti obat antibakteri yang memiliki sedikit efek samping dan harga yang lebih ekonomis. Tumbuhan merupakan bahan alam yang memiliki khasiat dan berpotensi sebagai antibakteri. Diketahui kurang lebih 80 % obat-obatan yang digunakan oleh masyarakat Indonesia berasal dari tumbuhan (Supardi dan Sukanto, 1999). Tanaman pisang merupakan salah satu jenis tanaman yang diketahui memiliki potensi sebagai antibakteri. Tanaman pisang memiliki kandungan senyawa aktif (metabolit sekunder) seperti saponin, tanin, alkaloid, flavonoid dan fenol yang berperan sebagai senyawa antimikroba (Saraswati, 2015). Tanaman pisang banyak dijumpai di beberapa wilayah Indonesia termasuk provinsi Lampung. Salah satu jenis pisang yang cukup terkenal di

provinsi Lampung yaitu pisang muli (*Musa acuminata Colla*) (Ulmillah dkk., 2023).

Pisang muli (*Musa acuminata Colla*) banyak dimanfaatkan oleh masyarakat khususnya di bidang kesehatan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bagian-bagian pisang muli seperti jantung pisang dan batang pisang memiliki kandungan-kandungan bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Namun, bagian kulit buah pisang muli belum dimaksimalkan pemanfaatannya dan sering dianggap sebagai limbah karena tidak memiliki nilai. Padahal, kulit buah pisang muli mengandung senyawa-senyawa aktif seperti alkaloid, tanin, flavonoid, saponin, steroid dan triterpenoid yang memiliki aktivitas sebagai antimikroba (Ulmillah dkk., 2023).

Berdasarkan hasil penelitian Lulu Wilda Nurani (2018) menyatakan bahwa ekstrak etil asetat kulih buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) memiliki daya hambat terhadap MRSA (*Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*) pada konsentrasi 6,25 % terdapat zona hambat dengan diameter 11,07 mm, sedangkan pada konsentrasi 100 % terdapat zona hambat sebesar 23,96 mm. Sementara itu, hasil penelitian Dewi Sartika dkk (2019) menyatakan bahwa ekstrak kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* sebesar $6,45 \text{ mm} \pm 0,66$ dengan kategori aktivitas daya hambat sedang.

Ekstraksi menggunakan pelarut etil asetat diketahui mampu mengisolasi senyawa-senyawa aktif. Pelarut etil asetat merupakan pelarut yang bersifat semi-polar dengan tingkat kepolaran 4,4 (Anova dan Yeni, 2020) dan berpotensi meningkatkan aktivitas antibakteri. Akan tetapi, belum banyak penelitian yang secara spesifik membedakan daya hambat ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli terhadap pertumbuhan bakteri Gram Positif seperti *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram negatif *Escherichia coli*.

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini penting untuk dilakukan guna memaksimalkan potensi kulit buah pisang muli sebagai agen antibakteri dan mengetahui efektivitas ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli terhadap pertumbuhan bakteri yang memiliki dinding sel berbeda dengan mengetahui perbedaan daya hambatnya terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengidentifikasi golongan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) yang berpotensi sebagai antibakteri.
2. Untuk mengetahui perbedaan daya hambat ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
3. Untuk mengetahui pengaruh jenis bakteri dan perlakuan (tingkat konsentrasi) serta interaksi keduanya dalam perbedaan daya hambat ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*).

1.3 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini bermanfaat bagi peneliti untuk menambah wawasan dan pengalaman dalam melakukan uji aktivitas antibakteri dari ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *E. coli*.

2. Bagi Institusi Pendidikan

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi ilmu pengetahuan.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat menambah wawasan tentang manfaat kulit pisang muli sebagai antibakteri.

1.4 Kerangka Pikir

Infeksi yang disebabkan oleh bakteri terus meningkat di berbagai belahan dunia termasuk Indonesia. Dua bakteri patogen yang sering ditemukan menyebabkan infeksi adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram Positif yang dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti infeksi saluran kemih, pneumonia, meningitis serta infeksi nosokomial. Sedangkan *Escherichia coli* adalah bakteri Gram negatif yang sering menyebabkan diare, infeksi luka bahkan meningitis. Upaya penanganan infeksi akibat bakteri ini sudah banyak dilakukan dengan pemberian antibiotik, namun penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat menimbulkan adanya resistensi antibiotik.

Resistensi antibiotik sangat berbahaya karena dapat membatasi pilihan pengobatan dan memperburuk keadaan serta meningkatkan risiko kematian sehingga diperlukan alternatif bahan antibakteri yang memiliki sedikit efek samping yaitu dengan memanfaatkan bahan alam sebagai pengganti obat antibakteri yang memiliki sedikit efek samping. Bagian kulit buah pisang diketahui memiliki senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid yang berpotensi sebagai antibakteri. Akan tetapi, kulit buah pisang muli sering dianggap sebagai limbah sehingga pemanfaatannya belum dimaksimalkan. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ekstrak kulit pisang muli dapat menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Etil asetat merupakan salah satu pelarut yang diketahui efektif dalam mengekstraksi senyawa aktif dari tumbuhan karena sifatnya yang semi polar dan kemampuannya dalam mengisolasi berbagai senyawa bioaktif.

Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan etil asetat sebagai pelarut dalam proses ekstraksi kulit buah pisang muli. Selanjutnya ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli diuji sebagai antibakteri pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram (*Kirby-Baurer*). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 7 perlakuan yaitu kontrol positif, kontrol negatif, ekstrak etil asetat kulit buah pisang dengan konsentrasi 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 % dengan masing-masing 4 pengulangan.

Data dikumpulkan secara deskriptif dengan cara menghitung zona hambat yang terbentuk pada masing-masing perlakuan. Data dianalisis menggunakan uji *independent t-test*, *Two-Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji *Tukey*. Penelitian ini diharapkan dapat memaksimalkan potensi kulit buah pisang muli sebagai agen antibakteri.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu:

1. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam daya hambat ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
2. Terdapat pengaruh jenis bakteri dan perlakuan (tingkat konsentrasi) serta interaksi keduanya dalam perbedaan daya hambat ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 *Staphylococcus aureus*

1.1.1 Klasifikasi *Staphylococcus aureus*

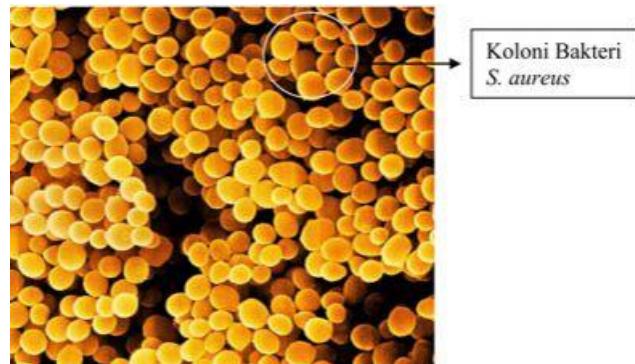
Menurut Whitman dkk., (2012) *Staphylococcus aureus* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Bacillota
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Family : Staphylococcaceae
Genus : *Staphylococcus*
Spesies : *Staphylococcus aureus*

1.1.2 Karakteristik dan Morfologi *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri berbentuk sferis yang bergerombol seperti buah anggur. Bakteri ini termasuk bakteri Gram positif, fakultatif anaerob dan tumbuh pada suhu optimum 37 ° C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25 ° C). Pada pembenihan padat koloni yang tumbuh bewarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol, dan berkilau (Jawetz dkk., 2013). *Staphylococcus aureus* termasuk jenis bakteri yang paling kuat daya tahannya, hal ini berdasarkan bakteri yang tidak membentuk spora. Dalam suhu lemari es maupun suhu kamar, bakteri ini tetap hidup sampai berbulan-bulan. Sedangkan

dalam keadaan kering seperti pada benang, kertas, dan kain bakteri ini tetap hidup selama 6-14 minggu (Dewi, 2013).



Gambar 1. Bentuk Mikroskopis *Staphylococcus aureus* (Todar, 2008)

Staphylococcus aureus termasuk bakteri koagulase positif dan memfermentasi manitol, hal ini yang membedakan *Staphylococcus aureus* dengan spesies *Staphylococcus* lainnya (Widhiastuti, 2019). Koloni *Staphylococcus aureus* pada lempeng agar berbentuk bulat, diameter 1-2 mm, cembung, buram, mengkilat, dan konsistensinya lunak. Sedangkan pada lempeng darah, koloni yang tumbuh berukuran lebih besar dan pada varietas tertentu koloninya di kelilingi oleh zona hemolisis (Karimela dkk., 2017).

Staphylococcus mengandung polisakarida antigenik, protein dan substansi penting lainnya di dalam struktur dinding sel. Dinding sel ini disusun oleh peptidoglikan, asam teikoat dan protein A. Peptidoglikan merupakan polimer polisakarida yang tersusun dari subunit-subunit eksoskelet pada dinding sel. Asam teikoat merupakan polimer gliserol atau ribitol fosfat yang memiliki hubungan dengan peptidoglikan dan dapat bersifat antigenik. Protein A merupakan komponen dinding sel pada banyak strain *Staphylococcus* dan menjadi reagen penting dalam imunobiologi dan teknologi laboratorium diagnostik (Brooks dkk., 2010).

1.1.3 Patogenitas *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan flora normal yang dapat ditemukan pada kulit, saluran pernapasan, dan saluran pencernaan pada manusia. *Staphylococcus aureus* dapat berkembang biak dan menyebar di jaringan dengan menghasilkan berbagai substansi ekstraselular seperti katalase, hyaluronidase, stafilokinase, proteinase, lipase, β laktamase, eksotoksin, leukosidin, toksin eksfoliatif, toksin sindrom syok toksik, dan enterotoksin (Brooks dkk., 2010). Selain itu, *Staphylococcus aureus* merupakan patogen yang bersifat invasif, menyebabkan hemolisis, membentuk koagulase, dan mampu memfermentasikan manitol.

Staphylococcus aureus dapat menyebabkan berbagai infeksi seperti pneumonia, meningitis, empyema, mastitis, infeksi kulit, osteomyelitis, endokarditis, dan sepsis. Bakteri ini dapat menyebabkan berbagai infeksi kulit pada kondisi hangat atau lembab atau saat kulit terbuka akibat penyakit ekstrim, luka pembedahan, atau akibat intravena. Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat menyebar dan menyebabkan bakteremia sehingga menyebabkan endokarditis, osteomyelitis, hematogenous akut, meningitis, dan infeksi paru-pari (Dayanara dkk., 2019).

1.1.4 Resistensi *Staphylococcus aureus*

Sensitivitas *Staphylococcus* terhadap antibiotik berbeda-beda. Pada tahun 1950-an strain *Staphylococcus aureus* resisten terhadap antibiotik golongan β -laktam yaitu benzil penisilin. *Staphylococcus aureus* memproduksi β -laktamase sehingga menyebabkan inaktivasi β -laktam. Plasmid mengendalikan produksi β -laktamase dimana plasmid ditransmisikan melalui transduksi dan juga melalui konjugasi (Stapleton dan Taylor, 2007).

Strain *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) diketahui telah menyebar di seluruh dunia dan Asia menjadi daerah dengan prevalensi paling tinggi (Lee dkk., 2018). Di Indonesia tepatnya di Jawa dan Bali prevalensi MRSA mencapai 3,1% (Santosaningsih dkk., 2018). Menurut penelitian yang dilakukan Bierowiec dkk., (2016) menyebutkan bahwa prevalensi strain *Staphylococcus aureus* pada kucing peliharaan yang resisten terhadap penisilin 58,33 %, oksasillin 8,33 %, gentamisin 4,17 %, eritromisin 4,17 % dan tetrasiklin mencapai 4,17 %.

Menurut penelitian Widianingrum dkk., (2016) tentang resistensi antibiotik pada *Staphylococcus aureus* asal sapi perah di Jawa Tengah dan Riau hasilnya yaitu sebanyak 80 % isolat resisten ampisilin, 30 % isolat resisten gentamisin, 50 % isolat resisten 16 oksasillin, 40 % isolat resisten tetrasiklin dan 40% isolat resisten eritomisin.

1.2 *Escherichia coli*

1.2.1 Klasifikasi *Escherichia coli*

Menurut Whitman dkk., (2012) *Escherichia coli* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Filum : Pseudomonadota

Kelas : Gammaproteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

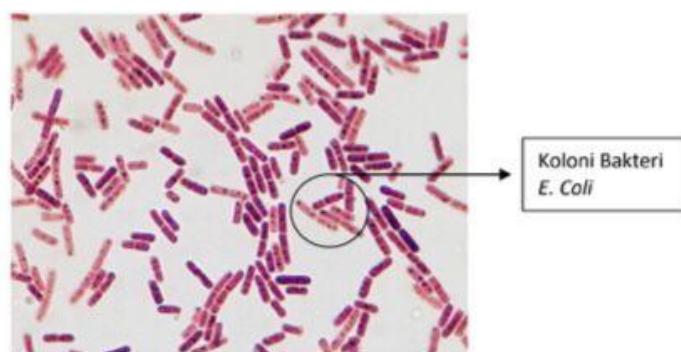
Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Escherichia*

Spesies : *Escherichia coli*

1.2.2 Karakteristik dan Morfologi *Escherichia coli*

Escherichia coli termasuk bakteri Gram negatif yang memiliki batang pendek dengan ukuran $2 \mu\text{m}$, memiliki diameter $0,7 \mu\text{m}$, memiliki lebar $0,4\text{-}0,7 \mu\text{m}$ dan bersifat anaerob fakultatif. Koloni *Escherichia coli* berbentuk bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata (Carrol dkk., 2016).



Gambar 2. *Escherichia coli* (Todar, 2008)

Bakteri ini mampu bertahan hidup dalam medium sederhana yang menghasilkan gas dan asam dari glukosa serta memfermentasi laktosa. *Escherichia coli* dapat bergerak secara motil, tidak motil, peritrikus dan bersifat aerobik dan anaerobik fakultatif (Wahyuningsih, 2019). Suhu optimum pertumbuhan *E. coli* yaitu 37°C sedangkan pH optimum pertumbuhannya sekitar $7,0\text{-}7,5$. Tingkat sensitif *E. coli* terhadap panas cukup tinggi dan dapat diinaktivkan pada suhu pasterurisasi. Namun, *E. coli* dapat tumbuh pada suhu $15\text{-}45^\circ\text{C}$ (Suprihatin dan Suparno, 2013).

1.2.3 Patogenitas *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri patogen penyebab diare. *E. coli* merupakan spesies utama bakteri Gram negatif flora normal pada saluran pencernaan manusia dan hewan.

E. coli dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti diare, muntaber dan masalah pencernaan lainnya (Titiek, 2007). *Escherichia coli* dapat bersifat patogen apabila jumlahnya meningkat secara signifikan di saluran pencernaan atau ketika berada di luar usus. Bakteri ini diklasifikasikan berdasarkan karakteristik virulensinya, yang masing-masing golongan memiliki cara berbeda dalam menimbulkan penyakit. Gejala klinis infeksi *E. coli* tergantung pada lokasi infeksi dan sering kali tidak dapat dibedakan hanya berdasarkan tanda-tanda klinisnya. Namun, beberapa strain *E. coli* memiliki faktor virulensi khusus yang memungkinkannya untuk bertahan dan menyesuaikan diri dengan lingkungan baru secara efektif (Carrol dkk., 2016).

Kemampuan ini memungkinkan bakteri tersebut menyebabkan berbagai jenis penyakit. Faktor-faktor virulensi tersebut umumnya dikodekan oleh elemen genetik yang dapat berpindah antar strain, sehingga menghasilkan kombinasi virulensi baru. Hanya kombinasi faktor virulensi yang paling efektif yang mampu bertahan dan berkembang menjadi “*pathotypes*” *E. coli*, yaitu kelompok *E. coli* penyebab penyakit pada individu sehat, seperti diare, infeksi saluran kemih, sepsis, dan meningitis (Carrol dkk., 2016).

1.2.4 Resistensi *Escherichia coli*

Salah satu mekanisme utama resistensi terhadap antibiotik β - laktam yaitu dengan memproduksi *Extended Spectrum* β -laktamase (ESBL) oleh beberapa strain bakteri *E. coli* termasuk sefatosporin generasi ketiga dan monobaktam. ESBL dapat menghidrolisis dan dapat menyebabkan resistensi terhadap banyak antibiotik lini pertama yang umum digunakan, meskipun tidak efektif terhadap karbapenem dan sefamisin. Aktivitas ESBL ini dapat dihambat oleh asam klavulanat, tetapi resistensi terhadap antibiotik lain seperti aminoglikosida,

trimetoprim sulfametoksasol, dan kuinolon tetap menjadi masalah besar (Safitri dkk., 2024).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Agustin dkk., (2022) menunjukkan bahwa uji resistensi terhadap *Escherichia coli* yang diisolasi dari swab kloaka ayam layer, di peternakan ayam petelur di desa Sesaot Kabupaten Lombok Barat menunjukkan bahwa antibiotik dikategorikan sensitif Tetracycline (0.0 %), Penicillin G (0.0 %), dan Oxytetracycline (0.0 %). Antibiotik dikategorikan intermediet terdiri dari Tetracycline (33.3 %), Penicillin G (0.0 %), dan Oxytetracycline (0.0 %). Kemudian antibiotik dikategorikan resisten terdiri dari Tetracycline (66.6 %), Penicillin G (100 %), dan Oxytetracycline (100 %).

1.3 Tanaman Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

1.3.1 Klasifikasi Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

Menurut Cronquist (1981) secara taksonomi, pisang muli diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Zingiberales
Famili : Musaceae
Genus : *Musa* L.
Species : *Musa acuminata*

1.3.2 Karakteristik Tanaman Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

Pisang muli memiliki ukuran yang kecil dengan panjang 9 cm dan diameter 10,5 cm. Tandanya terdiri dari 6-8 sisir dan setiap sisir

terdiri dari 18-20 buah. Warna kulit buah yaitu kuning penuh, rasa buahnya manis dan beraroma harum (Suyanti dan Supriyadi 2007).

1.3.3 Morfologi Tanaman Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

a. Akar

Pohon pisang muli memiliki sistem perakaran rimpang dan tidak disertai akar tunggang. Akar ini tumbuh dari bagian umbi batang dan sebagian besar tersebar di bawah permukaan tanah. Akar-akar ini menjalar ke bawah hingga mencapai kedalaman antara 75-150 cm, sementara akar yang tumbuh dari sisi umbi batang menyebar secara horizontal. Dalam proses pertumbuhannya, akar yang menyamping dapat memanjang hingga sejauh 4-5 m.

b. Batang

Batang sejati pada tanaman pisang berada di dalam tanah dan berbentuk umbi batang. Di atas umbi batang terdapat titik tumbuh yang akan menghasilkan daun dan kemudian berkembang menjadi bunga pisang atau jantung pisang. Bagian tanaman yang tampak menjulang ke atas dan sering dianggap sebagai batang sebenarnya adalah batang semu. Tinggi batang semu ini dapat mencapai 3,5-7,5 m tergantung varietas pisangnya.

c. Daun

Daun pisang tersebar dan memiliki helaihan daun yang panjang dan berbentuk lanset. Permukaan bawah daun dilapisi oleh lapisan lilin. Daun pisang sangat mudah robek karena struktur daunnya.

d. Bunga

Bunga pisang bersifat unisexual (berkelamin satu) namun terdapat dalam satu individu (berumah satu) dan tumbuh dalam bentuk tandan. Bunga-bunganya tersusun padat secara spiral.

Daun pelindung bunga bewarna merah tua, dilapisi lilin, mudah gugur, dan panjangnya antara 1 cm hingga 25 cm.

e. Buah

Setelah bunga muncul, sisir buah pertama akan terbentuk, kemudian berkembang kearah atas membentuk sisir kedua, ketiga dan seterusnya secara bertahap.

1.3.4 Kandungan Kulit Buah Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

Kulit pisang mengandung berbagai metabolit sekunder yang berfungsi untuk melindungi tanaman tersebut dari patogen, stress abiotik dan sebagai komunikasi tanaman dengan organisme lainnya. Sifat toksik yang dimiliki metabolit sekunder berfungsi sebagai pertahanan terhadap patogen (Mazid dkk., 2011). Menurut hasil penelitian Ulmillah dkk., (2023) hasil uji fitokimia ekstrak ethanol tepung kulit pisang muli positif mengandung senyawa-senyawa aktif seperti alkaloid, tanin, flavonoid, saponin, steroid dan triterenoid. Sementara, hasil penelitian Aristina dkk., (2024) menunjukkan hasil ekstraksi kulit pisang muli menggunakan pelarut aseton positif mengandung senyawa saponin, terpenoid, tanin, flavonoid dan fenolik.

Alkaloid merupakan senyawa sekunder memiliki atom nitrogen terbanyak dan banyak ditemukan di jaringan tumbuhan (Gusmiarni dkk., 2021). Alkaloid mempunyai struktur kimia berupa sistem lingkar heterosiklis dengan nitrogen sebagai hetero atomnya. Alkaloid terdiri dari beberapa unsur yaitu karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Namun, terdapat beberapa alkaloid yang tidak mengandung oksigen. Keberadaan nitrogen dalam lingkar pada struktur kimia alkaloid menyebabkan alkaloid bersifat alkali (Sumardjo, 2009). Alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan menganggu komponen pembentukan dinding sel

bakteri sehingga dapat menyebabkan kematian pada sel bakteri (Nurhasanah dan Endang, 2020).

Tanin merupakan senyawa aktif yang memiliki manfaat sebagai antidiare, antibakteri dan antioksidan. Senyawa tanin terdiri dari dua jenis yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis (Makatamba dkk., 2020). Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri yaitu melalui sellisis. Hal ini dapat terjadi karena tanin memiliki target pada polipeptida dinding sel bakteri sehingga pembentukan dinding sel tidak sempurna dan sel bakteri tersebut akan mati. Selain itu, tanin memiliki kemampuan untuk menginaktifkan enzim bakteri serta mengganggu jalannya protein pada lapisan dalam sel (Ngajow dkk., 2013).

Flavonoid merupakan senyawa aktif yang mempunyai kemampuan sebagai antibakteri. Flavonoid dapat memberikan efek bakteriolitik, menghambat sintesis protein, sintesis DNA, RNA dan membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri yang diikuti dengan keluarnya senyawa intarseluler (Nababan dkk., 2020). Kerusakan membran sel bakteri dapat mengakibatkan bocornya metabolit penting dan menginaktifkan sistem enzim bakteri. Kerusakan ini dapat mengakibatkan nukleotida dan asam amino keluar sehingga bahan-bahan aktif dicegah masuk kedalam sel (Sujana dkk., 2024).

Saponin merupakan metabolit sekunder yang memiliki karakteristik yaitu kemampuannya membentuk busa dan mengandung aglikon polisiklik yang berikatan dengan satu atau lebih gula (Majinda, 2012). Saponin bekerja dengan meningkatkan permeabilitas membran sel sehingga sel akan mengalami hemolisis. Jika saponin berinteraksi dengan sel bakteri, bakteri tersebut akan pecah atau lisis (Poeloengan dan Praptiwi, 2012). Saponin dibagi menjadi steroid

dan triterpenoid. Steroid tersusun atas inti steroid (C-27) dengan molekul karbohidrat, dan dapat terhidrolisis menghasilkan saponin yang digunakan sebagai antijamur dan dapat berkonjugasi dengan asam glukoronida (Liem dkk., 2013).

Triterpenoid (C-30) tersusun dari inti triterpenoid dengan molekul karbohidrat dan dapat dihidrolisis menghasilkan sapogenin. Sapogenin bersifat mudah dikristalkan melalui reaksi asetilasi sehingga dapat dimurnikan (Liem dkk., 2013). Saponin steroid secara farmakologi berperan dalam mengobati penyakit reumatik, anemia, diabetes, syphilis, impotensi, dan antifungi. Saponin triterpenoid memiliki kemampuan sebagai antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan ekspetoran (Darma dan Marpaung, 2020).

Terpenoid merupakan metabolit sekunder yang mempunyai kemampuan sebagai antibakteri. Terpenoid bekerja dengan melibatkan kerusakan membrane oleh senyawa lipofilik. Terpenoid dapat bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat dan merusak porin, mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri sehingga sel bakteri kekurangan nutrisi, pertumbuhan bakteri terhambat atau mati (Retnowati, 2011).

Fenolik merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatik (Vermeris dan Nicholson, 2006). Fenol mempunyai aktivitas antibakteri berspektrum luas terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif. Dalam konsentrasi tinggi, fenol dapat menembus dan mengganggu dinding sel bakteri dan mempresipitasi protein dalam sel bakteri. Sedangkan dalam konsentrasi yang lebih rendah, fenol mampu menginaktifkan sistem enzim penting dalam sel bakteri (Oliver dkk, 2001).

1.4 Pelarut Etil Asetat

Etil asetat adalah senyawa organik dengan rumus $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$.

Senyawa ini merupakan ester dari etanol dan asam asetat. Senyawa ini berwujud cairan tak berwarna, memiliki aroma khas. Senyawa ini sering disingkat EtOAc, dengan Et mewakili gugus etil dan OAc mewakili asetat. Etil asetat diproduksi dalam skala besar sebagai pelarut. Etil asetat adalah pelarut polar menengah yang volatil (mudah menguap), tidak beracun, dan tidak higroskopis. Etil asetat merupakan penerima ikatan hidrogen yang lemah, dan bukan suatu donor ikatan hidrogen karena tidak adanya proton yang bersifat asam yaitu hidrogen yang terikat pada atom elektron negatif seperti flor, oksigen, dan nitrogen.

Etil asetat dapat melarutkan air hingga 3 % dan larut dalam air hingga kelarutan 8 % pada suhu kamar. Kelarutannya meningkat pada suhu yang lebih tinggi. Namun, senyawa ini tidak stabil dalam air yang mengandung basa atau asam (Carey, 1993). Etil asetat adalah cairan jernih, tak bewarna, berbau khas yang biasa digunakan sebagai penambah cita rasa.

Dibandingkan dengan etanol, etil asetat memiliki koefisien distribusi yang lebih tinggi dibanding etanol termasuk kelarutannya dalam gasoline. Selain dari penggunaannya sebagai pelarut, etil asetat dapat berfungsi sebagai bahan aditif untuk meningkatkan bilangan oktan pada bensin serta dapat berguna sebagai bahan baku kimia serba guna (Hart, 1983).

Etil asetat disintesis melalui reaksi esterifikasi *Fischer* dari asam asetat dan etanol, biasanya disertai katalis asam seperti asam sulfat. Katalis asam sulfat dapat menghambat hidrolisis karena berlangsungnya reaksi kebalikan hidrolisis yaitu esterifikasi *Fischer* (Clark, 2007).

1.5 Metode Ekstraksi Kulit Buah Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan aktif dari tumbuhan atau hewan menggunakan pelarut tertentu. Terdapat tiga metode kovensional yang dapat digunakan untuk mendapatkan bahan aktif dari tumbuhan yaitu ekstraksi soxhlet, maserasi, dan hidrodistilasi (Azmir dkk., 2013). Maserasi adalah metode perendaman bahan dengan pelarut yang sesuai dengan senyawa aktif yang akan diambil dengan pemanasan rendah atau tanpa adanya pemanasan. Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi antara lain waktu, suhu, jenis pelarut, perbandingan bahan dan pelarut serta ukuran partikel (Chairunnisa dkk., 2019).

Metode maserasi memiliki kelebihan yaitu terjaminnya zat aktif yang diekstrak tidak akan rusak (Pratiwi, 2010). Pada proses perendaman bahan akan terjadi pemecahan dinding sel dan membran sel yang diakibatkan oleh perbedaan tekanan antara luar sel dengan bagian dalam sel sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan pecah dan terlarut pada pelarut organik yang digunakan (Novitasari dan Putri, 2016). Selain itu, faktor lain yang perlu diperhatikan yaitu waktu maserasi. Semakin lama waktu maserasi yang diberikan maka semakin lama kontak antara pelarut dengan bahan yang akan memperbanyak jumlah sel yang pecah dan bahan aktif yang terlarut (Wahyuni dan Widjarnako, 2015).

1.6 Uji Aktivitas Antibakteri

Metode utama pada uji aktivitas antimikroba adalah metode difusi dan dilusi (Brooks dkk., 2010). Metode difusi terdiri dari beberapa cara diantaranya yaitu cakram, metode gradien antimikroba (*Etest*) dan metode sumuran. Sedangkan metode dilusi terdiri dari dilusi broth dan dilusi agar (Balouiri dkk., 2016).

a. Difusi cakram (*Kirby-Bauer*)

Difusi cakram didasarkan pada penentuan zona hambat yang ditandai dengan zona jernih disekitar cakram. Besarnya zona hambat sebanding dengan daya hambat antibakteri pada cakram. Diameter zona hambat berbanding terbalik dengan konsentrasi hambat minimal, sehingga semakin besar zona hambat maka semakin rendah konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Namun, hal ini tergantung pada konsentrasi dan kemampuan berdifusi antibakteri yang terdapat dalam cakram (OIE, 2012).

b. Metode Gradien

Prinsip metode ini adalah pembentukan konsentrasi antibakteri dalam medium agar sebagai alat untuk menentukan kerentanan bakteri. Alat ini menggunakan strip plastik tipis pada uji yang pada bagian bawahnya terdapat antibakteri kering dengan gradien konsentrasi. Hasil uji dapat dibaca setelah inkubasi selama 24 jam dengan melihat bagian strip yang berpotongan dengan zona hambat antibakteri (Jorgensen dan Ferraro, 2009).

c. Difusi sumuran

Metode ini dilakukan dengan membuat lubang secara aseptik pada media agar dengan diameter kurang lebih 5 mm. Sebanyak 20-100 µl agen antibakteri atau larutan ekstrak kemudian dimasukkan kedalam sumuran sehingga dapat menyebar secara difusi. Hasil uji ditentukan dengan mengukur diameter zona jernih disekitar sumuran. Media yang digunakan adalah agar *Muller Hinton* setebal 3-4 mm yang telah ditambahkan inokulum bakteri. Metode ini telah digunakan secara luas untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri tumbuhan atau ekstrak mikroba (Yadav dkk., 2015).

d. Dilusi Broth

Metode dilusi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kadar hambat minimal (KHM). KHM merupakan salah satu pengukuran aktivitas antibakteri secara kuantitatif. KHM ditentukan dari konsentrasi terendah yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri

pada media broth. Metode dilusi broth terdiri dari makrodilusi dan mikrodilusi (Jorgensen dan Ferraro, 2009).

e. Dilusi Agar

Metode ini melibatkan pencampuran bahan antimikroba dengan konsentrasi yang diinginkan dengan media agar. Biasanya digunakan dilusi bertingkat dua kali lipat pada konsentrasi bahan antibakteri yang kemudian diikuti dengan aplikasi pada permukaan agar yang telah ditambahkan inokulum bakteri. Kelebihan metode ini adalah kemampuannya untuk menguji beberapa bakteri dalam satu waktu dan potensinya untuk mengidentifikasi kadar hambat minimal (OIE, 2012).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-November 2025 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung sebagai tempat pembuatan ekstrak kulit pisang muli (*Musa acuminata Colla*) dan Laboratorium Mikrobiologi UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Lampung sebagai tempat pengujian daya hambat antibakteri ekstrak etil asetat kulit pisang muli (*Musa acuminata Colla*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu tabung reaksi, rak tabung reaksi, Erlenmeyer, beker glass, gelas ukur, pipet ukur, cawan petri, ose, lidi kapas steril, alat pengaduk, kertas saring *Whatman No. 1, autoclave, waterbath, vacuum rotary evaporator*, jangka sorong, *disk paper*, mikropipet dan inkubator

3.2.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli dengan konsentrasi 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 %, bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia*

coli, media *Nutrient Agar*, media *Muller Hinton Agar* (MHA), NaCl fisiologis 0,9 % , aquades steril, kloramfenikol, dan Alkohol 70 %.

3.3 Desain dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian jenis eksperimental laboratorik menggunakan metode difusi agar (*Kirby-Bauer*), yaitu dengan menggunakan kertas disk yang sudah terlebih dahulu direndam ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli lalu diletakkan ke dalam media kultur, dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan konsentrasi 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 % serta kontrol positif yaitu kloramfenikol dan kontrol negatif yaitu aquades steril.

Untuk menentukan besar sampel pada penelitian ini digunakan rumus Federer (Sastroamoro dan Sofyan, 2014).

$$(n - 1)(k - 1) > 15$$

$$(n - 1)(7 - 1) > 15$$

$$(n - 1) 6 > 15$$

$$(6n - 6) > 15$$

$$n > 3,5$$

Keterangan:

n = banyaknya sampel (pengulangan)

k = banyaknya perlakuan

Berdasarkan rumus diatas maka besar sampel yang digunakan adalah 3,5 Untuk menghindari terjadinya kesalahan, maka banyaknya pengulangan dibulatkan ke atas menjadi 4. Besar sampel yang digunakan sebagai acuan dilakukannya pengulangan pada penelitian ini adalah 4 kali pengulangan. Kelompok perlakuan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada **Tabel 1** dan kelompok perlakuan bakteri *Escherichia coli* dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Kelompok Perlakuan Bakteri *Staphylococcus aureus*

Kelompok	Perlakuan
K(+)	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan kloramfenikol sebagai kontrol (+)
K(-)	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan aquades steril sebagai kontrol (-)
P1	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 20 %.
P2	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 40 %.
P3	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 60 %.
P4	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 80 %.
P5	Kelompok <i>Staphylococcus aureus</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 100 %.

Tabel 2. Kelompok Perlakuan Bakteri *Escherichia coli*

Kelompok	Perlakuan
K (+)	Kelompok <i>Escherichia coli</i> yang diberikan kloramfenikol sebagai kontrol (+)
K (-)	Kelompok <i>Escherichia coli</i> yang diberikan aquades steril sebagai kontrol (-)
P1	Kelompok <i>Escherichia coli</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 20 %.
P2	Kelompok <i>Escherichia coli</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 40 %.
P3	Kelompok <i>Escherichia coli</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 60 %.
P4	Kelompok <i>Escherichia coli</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 80 %.
P5	Kelompok <i>Escherichia coli</i> yang diberikan ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (<i>Musa acuminata Colla</i>) dengan konsentrasi 100 %.

3.4 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan variabel bebas dan variabel terikat yaitu:

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli dengan konsentrasi 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 %.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perbedaan zona hambat (mm) pada pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang dipengaruhi oleh ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*)

3.5 Definisi Operasional

Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian dan agar penelitian tidak menjadi terlalu luas maka dibuat definisi operasional sebagai berikut.

Tabel 3. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Dependen					
Ekstrak Etil Asetat	Ekstrak kulit	Mikropipet	Menggunakan persamaan;	N2=80 %	Rasio
Kulit Buah Pisang	pisang muli		N1 x V1 = N2 x V2	V1=8 mL	
Muli (<i>Musa acuminata Colla</i>)	yang diperoleh dengan metode maserasi		Keterangan N1 = Konsentrasi awal	N2=60 %	
			V1 = Volume awal	V1=6 mL	
			N2 = Konsentrasi akhir	N2=40 %	
			V2 = Volume akhir	V1=4 mL	
				N2=20 %	
				V1=2 mL	
Variabel Independen					
Perbedaan zona hambat (mm) Pada Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	Pertumbuhan mikroba yang terbentuk setelah <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> diberikan variabel dependen dan kontrol	Jangka Sorong Digital	Dengan menggunakan metode <i>kirby bauer</i>	Zona hambat (mm)	Rasio

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu kemudian dibungkus dengan kertas pembungkus. Selanjutnya sterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121 ° C dan tekanan 1 atm selama 15-20 menit.

3.6.2 Identifikasi Sampel Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*) di Laboratorium Botani

Identifikasi sampel pisang muli (*Musa acuminata Colla*) dilakukan di Laboratorium Botani. Sampel yang telah didapatkan dibersihkan dari kontaminan lalu diamati secara morfologi dan dicatat ciri-ciri khusus seperti ukuran pisang, bentuk dan warna pisang. Hasil pengamatan dibandingkan dengan literatur untuk memastikan identifikasi yang akurat.

3.6.3 Pembuatan Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang (*Musa acuminata Colla*)

Langkah awal pembuatan ekstrak kulit buah pisang muli adalah dengan mencuci bersih sampel kulit pisang muli, kemudian dikeringkan selama beberapa hari. Sampel yang sudah kering selanjutnya dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi simplisia, kemudian disimpan dalam tempat penyimpanan kedap udara. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi atau perendaman selama 3x24 jam (Suryani dan Wulandari, 2023). Beaker glass disiapkan dan 400 gr simplisia kulit buah pisang muli dicampurkan dengan 4000 ml etil asetat untuk dimaserasi, hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya dilakukan proses remaserasi selama 1x24 jam. Hasil ekstrak yang didapatkan

selanjutnya dipekatkan dengan alat *vacuum rotary evaporator* sampai didapatkan ekstrak kental kulit pisang muli.

3.6.4 Uji Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

Uji fitokimia ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) dilakukan terhadap senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, saponin, tanin, dan fenol menggunakan metode uji fitokimia yang diadaptasi dari Harbone (1996), yaitu sebagai berikut:

a. Uji Flavonoid

Ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) Sebanyak 1 ml dan 5 ml serbuk magnesium HCL pekat dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna hitam kemerah, kuning atau jingga.

b. Uji Alkaloid

Ekstrak etil asetat kuli buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) sebanyak 1 ml dan 5 tetes HCL dimasukkan kedalam 3 tabung reaksi berbeda, dengan masing-masing tabung reaksi ditambahkan pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorf dan pereaksi Wagner. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan putih pada pereaksi Mayer, endapan jingga pada pereaksi Dragendorf dan endapan cokelat pada pereaksi Wagner.

c. Uji Terpenoid/Steroid

Ekstrak etil asetat kuli buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) sebanyak 1 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml kloroform diikuti dengan 1 ml H_2SO_4 pekat. Hasil uji positif ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi merah keunguan yang mengindikasikan keberadaan terpenoid.

d. Uji Saponin

Ekstrak etil asetat kuli buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) sebanyak 1 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 10 ml aquades dan dikocok dengan kuat selama 30 detik. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya busa stabil di dalam tabung reaksi.

e. Uji Tanin

Ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) sebanyak 1 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 ml aquades, kemudian didihkan. Setelah itu, ditambahkan dengan beberapa tetes FeCl₃. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna hijau kehitaman.

f. Uji Fenol

Ekstrak etil asetat kuli buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) sebanyak 1 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml FeCl₃. Uji hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna hijau kehitaman.

3.6.5 Uji FTIR (*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*)

FTIR (*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*) adalah metode analisis yang digunakan untuk karakterisasi bahan polimer dan gugus fungsi menggunakan spektroskopi inframerah. Metode ini melibatkan pemancaran cahaya inframerah ke suatu sampel. Tujuan dari analisis gugus fungsi FTIR yaitu untuk memahami proses yang terjadi selama pencampuran fisik atau kimia dari sampel yang diuji. Hasil analisis yang diperoleh berupa difraktogram yang menggambarkan antara bilangan gelombang dan intensitas. (Thermo, 2011).

Ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli diambil 2 ml dan dimasukkan ke dalam wadah. Ekstrak etil asetat kulit buah pisang

muli dicampurkan dengan serbuk KBr dan digerus dimortar hingga halus dan tercampur. Identifikasi spektrofotometer FTIR pada rentang bilangan gelombang 4000-500 cm⁻¹.

3.6.6 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang muli (*Musa acuminata Colla*)

Ekstrak kulit buah pisang muli yang terbentuk (kadar konsentrasi 100 %) akan diencerkan menggunakan akuades steril dengan tingkat konsentrasi 100 %, 80 %, 60 %, 40 % dan 20 % menggunakan rumus berikut pengenceran (Taufiqurahman, 2008):

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

Keterangan :

N1 = Konsentrasi awal (%)

V1 = Volume awal (mL)

N2 = Konsentrasi akhir (%)

V2 = Volume akhir (mL)

Konsentrasi dan volume ekstrak etil asetat kulit buah pisang muli (*Musa acuminata Colla*) yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Volume Esktrak Etil Asetat pada Kulit Buah Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*) yang Dibutuhkan.

N1 (%)	V2 (ml)	N2 (%)	<u>V₁= V₂.N₂</u>
N1 (%)			
100 %	10 ml	80 %	8 ml
100 %	10 ml	60 %	6 ml
100 %	10 ml	40 %	4 ml
100 %	10 ml	20 %	2 ml

3.6.7 Bakteri Uji

Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diperoleh dari UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung.

3.6.8 Pembuatan Standar Kekeruhan Larutan *McFarland*

Larutan baku *McFarland* terdiri atas larutan BaCl₂ 1 % dan H₂SO₄ 1 %. Larutan BaCl₂ 1 % sebanyak 0,05 ml dicampur dengan larutan H₂SO₄ 1 % sebanyak 9,95 ml dan dikocok homogen. Nilai absorban larutan baku *McFarland* 0,5 ekuivalen dengan suspensi sel bakteri konsentrasi $1,5 \times 10^8$ CFU/ml. Larutan harus dikocok terlebih dahulu hingga homogen setiap akan digunakan untuk membandingkan suspensi bakteri (Taufiqurahman, 2008).

3.6.9 Teknik Pembuatan Suspensi Bakteri

Bakteri strain murni *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dibuat suspensi dengan menambahkan larutan NaCl 0,9 % di dalam tabung yang berbeda, sampai didapatkan kekeruhan yang disesuaikan dengan standar kekeruhan *McFarland* 0,5 untuk mendapatkan bakteri sebanyak 108 (CFU)/mL. Cara untuk membandingkannya adalah dengan cara memegang tabung secara berdampingan, satu tabung standar dan satu tabung suspensi bakteri. Kekeruhan dilihat dan dibandingkan dengan latar belakang kertas putih yang diberi garis tebal dengan spidol berwarna. Jika kurang keruh, suspensi ditambahkan koloni sedangkan jika lebih keruh ditambahkan NaCl 0,9 % (Taufiqurahman, 2008).

3.6.10 Teknik Pembuatan Media *Muller Hinton Agar* (MHA)

Timbang 16,5 gr *Muller Hinton Agar* (MHA) (38 gr/L) dengan komposisi medium (*Beef infusion* 300 gr, *Casamino acid* 17,5 gr, Starch 1,5 gr, dan agar) dilarutkan dalam 500 mL akuades lalu dipanaskan hingga mendidih kemudian disterilkan dalam autoklaf selama 20 menit dengan tekanan udara 1 atm suhu 121°C (Taufiqurahman, 2008).

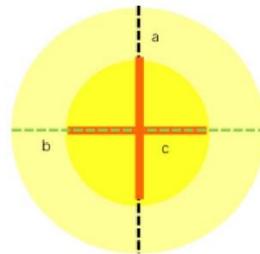
3.6.11 Uji Daya Hambat Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Pisang Muli (*Musa acuminata Colla*)

- a. Pada lempeng *Muller Hinton Agar* (MHA), diusapkan biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan lidi kapas steril (media 1).
- b. Pada lempeng *Muller Hinton Agar* (MHA), diusapkan biakan bakteri *Escherichia coli* dengan menggunakan lidi kapas steril (media 2).
- c. Diletakkan cakram yang telah direndam selama \pm 15 menit dengan ekstrak etil asetat kulit buah pisang *muli* (*Musa acuminata Colla*) dengan konsentrasi 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 % pada media 1 dan media 2 dengan jarak \pm 15 mm
- d. Sebagai kontrol positif, digunakan kertas cakram antibiotik kloramfenikol.
- e. Sebagai kontrol negatif, digunakan kertas cakram yang direndam dalam akuades steril selama \pm 15 menit.
- f. Kedua media (media 1 dan media 2) diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam.
- g. Diukur zona hambat yang terbentuk disekitar cakram menggunakan jangka sorong.
- h. Prosedur dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali

3.6.12 Perhitungan Diameter Zona Hambat

Pengukuran diameter zona hambat dilakukan di sekitar cakram kertas pada masing-masing kelompok perlakuan dengan menggunakan rasio perbandingan antara besar diameter terluar zona hambat dengan diameter kertas cakram menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan dengan menghitung diameter rata-rata zona hambat dengan rumus hasil pengurangan diameter vertical (a) dan diameter kertas cakram (c) dijumlahkan dengan hasil pengurangan diameter horizontal (b) dan diameter kertas cakram (c) lalu dibagi 2 maka akan diperoleh

diameter zona hambat dengan satuan milimeter (mm). Ilustrasi perhitungan zona hambat bakteri disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Ilustrasi perhitungan zona hambat bakteri
(Tjipitoningsih, 2020)

Keterangan:

- = Zona hambat / zona terang
- = Kertas cakram
- - = a = Diameter vertikal
- - = b = Diameter horizontal
- = c = Diameter kertas cakram

$$\text{Rumus} = \frac{(a-c)+(b-c)}{2}$$

Keterangan:

- a = Diameter vertikal
- b = Diameter horizontal
- c = Diameter kertas cakram

Hasil perhitungan zona hambat kemudian ke dalam kriteria klasifikasi efektivitas zat antibakteri (Davis dan Stout, 1971) sebagai berikut:

- a. Diameter < 5 mm : Daya hambat lemah
- b. Diameter 5-10 mm : Daya hambat sedang
- c. Diameter 11-20 mm : Daya hambat kuat
- d. Diameter > 20 mm : Daya hambat sangat kuat

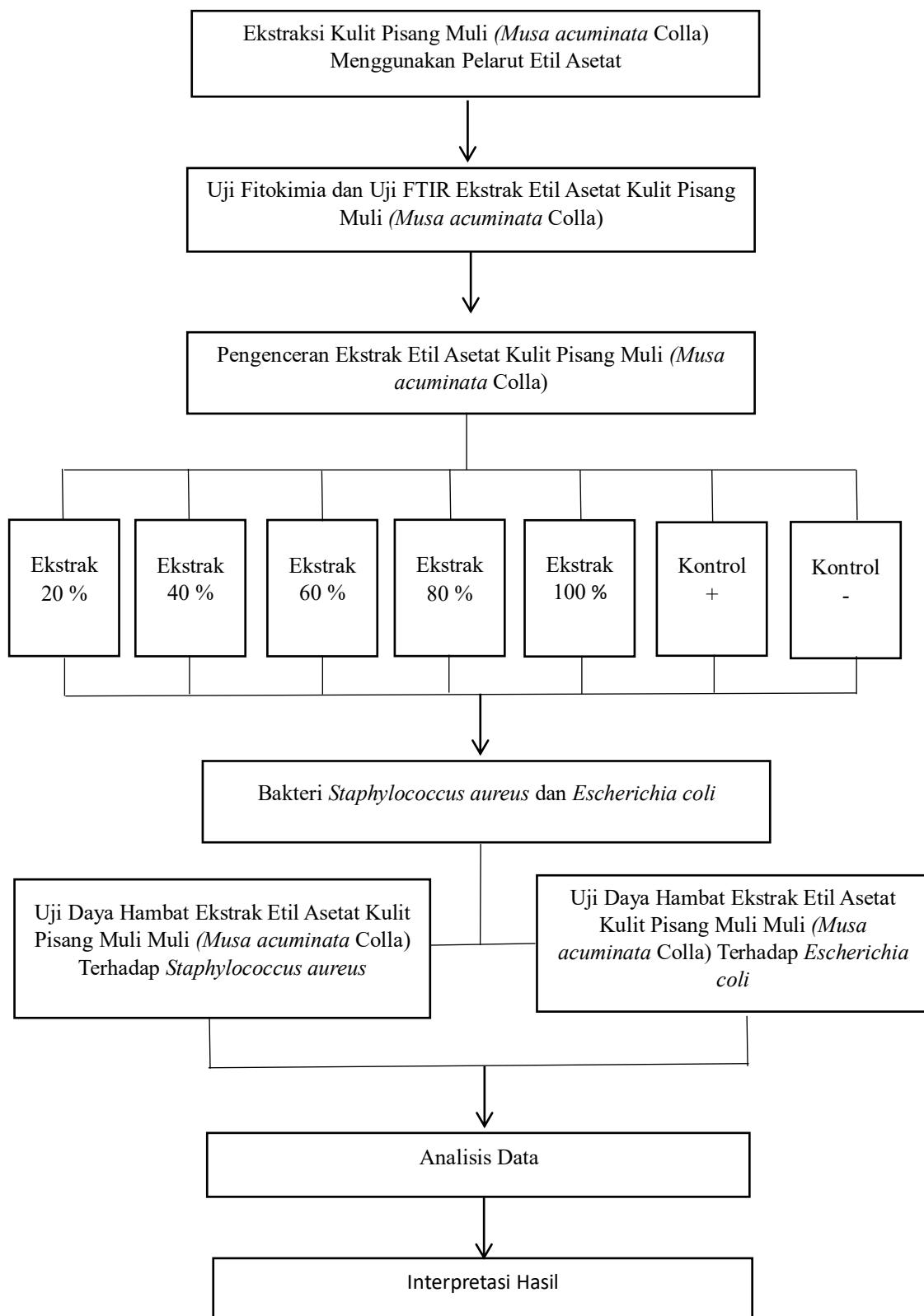
3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh secara deskriptif melalui pencatatan hasil pengukuran zona hambat yang terbentuk pada media *Muller Hinton Agar* (MHA) pada masing-masing pertumbuhan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram negatif *Escherichia coli* setelah diberikan perlakuan terhadap ekstrak etil asetat kulit pisang muli pada konsentrasi 20 %, 40 %, 60 %, 80 % dan 100 %, kontrol yaitu aquades steril dan juga kontrol positif (kloramfenikol).

Data dianalisis menggunakan aplikasi IBM SPSS Ver. 25 dilakukan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* dan uji homogenitas. Data yang terdistribusi normal dan homogen ($p > 0.05$) dilanjutkan dengan uji *independent t-test* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara diameter zona hambat pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada masing-masing perlakuan dan *Two Way ANOVA* untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis bakteri (*Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*) dan perlakuan (tingkat konsentrasi) serta interaksi keduanya dalam mempengaruhi daya hambat. Selanjutnya, dilakukan uji *Post Hoc Tukey* untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda signifikan.

3.8 Diagram Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 4**.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.3 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak etil asetat kulit pisang muli (*Musa acuminata Colla*) mengandung beberapa golongan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri antara lain alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenol dan terpenoid.
2. Ekstrak etil asetat kulit pisang muli (*Musa acuminata Colla*) memiliki perbedaan yang signifikan dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, dimana ekstrak lebih efektif menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dibandingkan *Escherichia coli*.
3. Jenis bakteri dan perlakuan (tingkat konsentrasi) berpengaruh nyata terhadap perbedaan daya hambat yang dihasilkan. Selain itu, terdapat interaksi jenis bakteri dan perlakuan (tingkat konsentrasi) yang menunjukkan bahwa respon daya hambat berbeda pada masing-masing jenis bakteri terhadap variasi konsentrasi yang diberikan.

5.4 Saran

1. Perlu dilakukan uji *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC).
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai daya hambat ekstrak kulit buah pisang muli terhadap bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif lainnya, seperti *Staphylococcus epidermidis* dan *Klebsiella pneumoniae*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin A. L. D., N. S. I. Ningtas, K. Tirtasari, dan T Mega. 2022. Resistensi Antibiotik Terhadap *Escherichia coli* yang Diisolasi dari Ayam Layer di Desa Sesao Kabupaten Lombok Barat. *E-Journal Universitas Airlangga*: 87-95.
- Aisyah L. S., Jasmansyah., Sari P., dan Temi R. 2019. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Fenol Ekstrak Etil Asetat Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale Roscoe var. sunti*). *Jurnal Kartika Kimia*, 2(1) : 44-50.
- Anova, I. T., dan G. Yeni . 2020. Rasio Pelarut Etanol dan Etil Asetat pada Proses Ekstraksi Terhadap Karakteristik Katekin dari Gambir. *Indonesia Journal of Industrial Research*, 10(2): 121-127.
- Apriliana, E., M. R Ramadhian, E. Warganegara, dan S. A. Hasuban. 2018. Perbandingan Daya Hambat Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara *In Vitro*. *Journal Agromedicine Unila*, 5(2): 556-561.
- Aristina, R., D. Chusniasih, dan Susanti D. 2024. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Aseton Kulit Pisang Muli (*Musa acuminata*) Terhadap *Streptococcus mutans* Secara *In Vitro*. *Jurnal Medika Malahayati*, 8(1): 247-255.
- Azhari, T. 2014. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Salam (*Eugenia polyantha*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Azmir J., I.S.M. Zaidul, M.M Rahman, K. M. Sharif, A. Mohamed, F. Sahena, dkk. 2013. Techniques for Extraction of Bioactive Compounds From Plant Materials : a review. *Journal of Food Engineering*. 117(4): 426–36.
- Balouiri , M., M. Sadiki ,dan S. Ibnsouda. 2016. Methods for In Vitro Evaluating Antimicrobial Activity : a review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2): 9.
- Bierowiec K., K. Płoneczka-Janeczko, K. Rypyła. 2016. *Is the Colonisation of Staphylococcus aureus in Pets Associated with Their Close Contact with Owners?* PLoS ONE 11(5): e0156052.
- Brooks G. F., K.C. Carrol, J.S. Butel, S.A. Morse, T. A. Mietzner. 2010. *Mikrobiologi kedokteran*.

- Carey, F. 1993. *Advance Organic Chemistry Part B : Reaction a Syntesis*. London : Plenum Press.
- Carrol K.C., J.A. Hobden, S. Miller and S. A. Morse. 2016. Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology. 27th ed. New York: McGraw-Hill Education. Pp 227-229.
- Chairunnisa, S., N. M. Wartini, dan L. Suhendra. 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(4): 551-560.
- Chan C. L., R. Y. Gan, N. P. Shah, H. Corke. 2018. *Polyphenols from Selected Dietary Spices and Medicinal Herbs Differentially Affect Common Food-Borne Pathogenic Bacteria and Lactic Acid Bacteria*. *Food Control*, 9(2):437–443.
- Clark. 2007. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Alkohol*. Jakarta : Erlangga.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York.
- Darma W., dan M. P. Marpaung. 2020. Analisis Jenis dan Kadar Saponin Ekstrak Akar Kuning secara Gravimetri. *Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 3(1), 51–59.
- Davis, W. W. and Stout, T. R. 1971. *Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay*. *Microbiology*. 22: 659-665.
- Dayanara I., R. Kawuri, dan D. A. Yulihastuti. 2019. Keberadaan Bakteri Patogen pada Sampel Pangan Jajanan Anak Sekolah Dasar di Pulau Sapeken, Sumenep, Jawa Timur. *Jurnal Biologi Udayana*, 23(2): 68.
- Dewi A. K. 2013. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sains Veteriner*, 31(2): 140-141.
- Djamal R. 2010. *Kimia Bahan Alam: Prinsip – Prinsip Dasar Isolasi dan Identifikasi*. Padang: Universitas Baiturrahmah.
- Firdausia, R. Z. 2021. *Perbandingan Dinding Sel Pada Bakteri Gram Negatif, Gram Positif, dan Sel Tumbuhan*. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo
- Gusminarni A. N., C. Moralita, dan M. Des. 2021. Efektivitas Antijamur Ekstrak Daun *Hyptis suaveolens* (L.) Poit Terhadap Koloni *Fusarium oxysporum*. In Prosiding Seminar Nasional Biologi, 1(2): 1619-1624.
- Harbone, J. B. (1996). *Metode Fitokimia Penuntun cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, diterjemahkan oleh Kosasih P. & Imam S. Edisi II, Hal, 4- 7.
- Hart, H. 1983. *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat*. Edisi V. Jakarta : Erlangga.

- Jawetz, E., J. L. Melnick, and E. A. Adelberg. 2013. *Mikrobiologi Kedokteran* Edisi 25. Jakarta: Salemba Medika.
- Jorgensen J. H., dan M. J. Ferraro. 2009. Antimicrobial susceptibility testing: a review of general principles and contemporary practices. *Clinical Infectious Diseases*. 49(1): 1749–1755.
- Karimela, E. J., F. F. Ijong, H. A. Dien. 2017. Karakteristik *Staphylococcus aureus* yang Diisolasi dari Ikan Asap Pinekuhe Hasil Olahan Tradisional Kabupaten Sangihe. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*, 20(1): 188-198.
- Kumoro, A.C. 2015. *Teknologi Ekstraksi Senyawa Bahan Aktif dari Tanaman Obat*. Plantaxia, Yogyakarta.
- Kusuma, M. S., Susilorini, T. E., dan Surjowardojo, P. 2017.. Pengaruh lama dan suhu penyimpanan ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* linn) dengan aquades terhadap daya hambat bakteri *Streptococcus agalactiae* penyebab mastitis pada sapi perah. *J of Tropical Animal Production*. 18(2): 14-21.
- Kusuma, S. A. F. 2009. *Makalah Staphylococcus aureus*. Jatinangor: Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran.
- Kusumastuti M. Y., Debi M. dan Suhendra T. 2021. Aktivitas Antibakteri Ekstrak, Fraksi Kloroform dan Fraksi n-Heksan Daun Kemangi terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Indah Sains dan Klinis*, 2(1): 17-22.
- Lee, A. S., H. de Lencastre, J. Garau, J. Kluytmans, S. Malhotra-Kumar, A. Peschel, dan S. Harbarth. 2018. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Disease Primers*, 4(18033): 1-23.
- Liem A. F., E. Holle, I. Y. Gemnafle dan S. Wakum. 2013. Isolasi Senyawa Saponin dari Mangrove Tanjang (*Bruguiera gymnorhiza*) Dan Pemanfaatannya sebagai Pestisida Nabati pada Larva Nyamuk, *Jurnal Biologi Papua*, 5(1): 29–36.
- Majinda, R. R. T. 2012. *Extraction and Isolation of Saponins, Methods in Molecular Biology*, 864: 415–426.
- Makatamba V., Fatimawali dan G. Rundengan. Analisis Senyawa Tanin dan Aktifitas Antibakteri Fraksi Buah Sirih (*Piper betle* L). *Jurnal MIPA*, 9(2) : 75-80.
- Mazid M., F. Mohamad dan T. A. Khan. 2011. *Role of Secondary Metabolites in Defense Mechanisms of Plants*. (232-249).
- Muttaqien E.Z dan T. U. Soleha. 2014. Pattern Sensitivity of *Staphylococcus aureus* to Antibiotic Penicillin Period of Year 2008-2013 in Bandar Lampung. *Jurnal Kedokteran*. 1 (1): 1-9.
- Nababan, H., H.A. Simajuntak dan K. Gurning. 2020. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Herba Tumbuhan Balsem (*Polygala paniculata* L.)

- Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologica Samudra*, 2(1): 60-65.
- Ngajow M., J. Abidjulu, V. S. Kamu. 2013. Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara *In Vitro*. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 2(9): 128–32.
- Najib A. 2018. *Ekstraksi Senyawa Bahan Alam Ed.1 Cet.1*. Yogyakarta: Deepublish
- Novitasari, A.E. dan D.Z. Putri. 2016. Isolasi dan Identifikasi Saponin pada Ekstrak Daun Mahkota Dewa dengan Ekstraksi Maserasi. *Jurnal Sains*, 6(12):10-14.
- Novita, W. 2016. Uji aktivitas antibakteri fraksi daun sirih (*Piper Betle L*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus Mutans* secara *in vitro*. *Jambi Medical Journal*, 4(2): 141-155.
- Nurani, L. W. 2018. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Pisang *Muli* (*Musa acuminata*) Terhadap *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran. Universitas Lampung.
- Nurhasanah dan S. Endang. 2020. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena adorata*) terhadap Bakteri *MDR* (*Multi Drug Resistant*) dengan Metode KLT Bioatografi. *Jurnal Biosains*, 6(2): 50-51.
- OIE. 2012. Laboratory methodologies for bacterial antimicrobial susceptibility testing. *OIE Terrestrial Manual*. 2(1): 1–11.
- Oliver, S. P., B. E. Gillespie, M. J. Lewis, S. J. Ivey, R. A. Almeida, D. A. Luther, D. L. Johnson, K. C. Lamar, H. D. Moorehead dan H. H. Dowlen. 2001. Efficacy Of A New Premilking Teat Disinfectant Containing A Phenolic Combination For The Prevention of Mastitis, *J. Dairy Sci*, 84 (3): 1545-1549.
- Poeloengan, M. dan P. Praptiwi. 2012. Uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn). *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 20(2).
- Pratiwi E. 2010. Perbandingan Metode Maserasi, Remaserasi, Perkolasi Dan Reperkolasi Dalam Ekstraksi Senyawa Aktif Andrographolide Dari Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nee). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Retnowati Y., N. Bialangi dan N. W. Posangi. 2011. Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Media Yang Diekspos Dengan Infus Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Saintek*, 6(2).
- Rohmawaty, E., Rosdianto, A. M., Usman, H. A., Saragih, W. A. M., Zuhrotun, A., Hendriani, R., Wardhana, Y. W., Ekawardhani, S., Wiraswati, H. L., Agustanti, N., Bestari, M. B., & Dewi, S. 2021. Antifibrotic effect of the ethyl acetate fraction of ciplukan (*Physalis angulata* Linn.) in rat liver

- fibrosis induced by CCI4. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 11(12), 175–182.
- Safitri, W., Irmayanti Haidir, K., Sodiqah, Y., dan Fujiko Said, M. M. 2022. Fakumi Medical Journal Daya Hambat Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Val) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(10).
- Safitri, Y., W. R. Gultom, D. Ardana, Tobing dan D.R. Sianturi. 2024. Potensi *Escherichia coli* Sebagai Resistensi Antibiotik. Algoritma: *Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa*, 2(5): 8-20.
- Sani, M. H. M., Zakaria, Z. A., Balan, T., Teh, L. K., & Salleh, M. Z. 2012. Antinociceptive Activity of Methanol Extract of *Muntingia calabura* Leaves and the Mechanisms of Action Involved. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine : ECAM*, 2012, 890361
- Santosaningsih D., S. Santoso, N. Setijowati, H. A. Rasyid, N. S. Budayanti, K. Suata , dkk. 2018. Prevalence and characterisation of *Staphylococcus aureus* causing community-acquired skin and soft tissue infections on Java and Bali, Indonesia. *Trop Med Int Health*, 23(1):34-44.
- Saraswati, N.F. 2015. Uji Aktifitas Ekstrak Methanol Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* dan *Proopinibacterium acne*) Skripsi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN.
- Sartika, D., N. Herdiana dan S. C. Kusuma. 2019. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit dan Jantung Pisang Muli (*Musa acuminata*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Agritech*, 39(4): 355-363.
- Sastroasmoro S., I. Sofyan. 2014. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Edisi 5. Jakarta: Sagung Seto.
- Sastrohamidjojo, H., 2013. *Dasar-Dasar Spektrokopi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Srikacha N. dan K. Ratanikom. 2020. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tumbuhan Dalam Pelarut Berbeda Terhadap Bakteri Patogen : Eksperimen *In Vitro*. *Jurnal Penyakit Akut*, 9(5):223-226.
- Stapleton P. D. dan P. W. Taylor. 2007. *Methicillin resistance in Staphylococcus aureus: mechanism and modulation*. Europe PMC Funders Group, 85(1): 1–14.
- Sujana K. V., D. G. Katja dan H. S. J. Koleangan. 2024. Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi Kulit Batang *Chisocheton* sp. Harms Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Chem. Prog*, 17(1): 87-96.

- Sulasmi, S., Okid P. Astirin, & Tetri Widiyani. 2020. Short Communication: The most active fraction of red turi flowers (*Sesbania grandiflora*) on the cytotoxic activity of HepG2 cells. *Nusantara Bioscience*, 12(1), 68–72.
- Supardi dan Sukanto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Alumni*, Bandung.
- Suprihatin dan Suparno. 2013. *Teknologi Proses Pengolahan Air untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri*. Bogor: IPB press.
- Supriyatno, Nurlelasari, Herlina, T., Harneti, D., Maharani, R., Hidayat, A.T., Mayanti, T., Supratman, U., Azmi, M.N. & Shiono, Y. 2018. A New Limonoid From Stem Bark of *Chisocheton pentandrus* (Meliaceae). *Natural Product Research*, 32(21), 10-16.
- Sumardjo D. 2009. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Fakultas Bioeksata*. 1st edition. Edited by A. Hanif, J. Marunung, and J. Simanjuntak. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Suryani T. dan D.Wulandari. 2023. Potensi esktrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dalam menghambat bakteri patogen (*E. sakazakii*, *S. typhi*, dan *L. monocytogenes*). *e-Jurnal Ilmiah Biosaintropis (BIOSCIENCE-TROPIC)*, 8(2): 18-31.
- Sumardjo D. 2009. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Fakultas Bioeksata*. 1st edition. Edited by A. Hanif, J. Marunung, and J. Simanjuntak. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Sylvianingrum T., Bayu D. R., Freddy A., dan Shinta P. A. 2024. Potensi Pelarut Etil Asetat Pada Ekstraksi Flavonoid dari Tanaman Ciplukan (*Physalis angulata L.*) *Medical and Health Journal*, 3(2) : 232-239.
- Suyanti dan A. Supriyadi. 2008. *Pisang Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta. 124 hlm.
- Tanyela, B. N., F. A. Lailatul, dan A. Ilmiawati. 2023. Qualitative and Quantitative Characterization of Secondary Metabolites of Qust' Al-Hindi (*Saussurea lappa*) Plants. *Jurnal Ilmiah Berkala: Sains dan Terapan Kimia*, 17(2).
- Taufiqurahmna A., 2008. *Pengantar Metodologi Penelitian untuk Ilmu Kesehatan*. Surakarta : UNS (UNS Press). Pp 38-9.
- Theodora, C. T., Gunawan, I. W. G., & Swantara, I. M. D. 2019. Isolasi Dan Identifikasi Golongan Flavonoid Pada Ekstrak Etil Asetat Daun Gedi (*Abelmoschus manihot L.*). *Jurnal Kimia*, 131.
- Thermo N. 2011. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Madison: Corporation.

- Tjiptoningsih, U. G. 2020. Uji Daya Hambat Air Perasan Buah Lemon (Citrus limon L.) BURM. F.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi FKU UPDM (B)*. 16 (2): 86-89.
- Titiek. 2007. Cemaran mikroba pada produk pertanian, penyakit yang ditimbulkan dan pencegahannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 26(2).
- Todar, K. 2008. *Staphylococcus aureus and Staphylococcal disease*. USA: Madison.
- Ulfah M., Like E. dan Malkhatul A. 2022. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aseton Kulit Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Medikal Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian* 7(4) : 925-934.
- Ulmillah A., L. D. Astuti dan E. Kuswanto. 2023. Uji Kelompok Senyawa Antioksidan Ekstrak Ethanol Tepung Kulit Pisang Lokal Lampung. *Jurnal Biology Science & Education*, 12(1)-19-26.
- Vermerris W. dan R. Nicholson. 2006. *Phenolic Compound Biochemistry, The Springer*, Netherlands.
- Wahyuni D.T. dan S.B. Widjanarko. 2015. Pengaruh jenis pelarut dan lama ekstraksi terhadap ekstrak karotenoid labu kuning dengan metode gelombang ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2):390-401.
- Wahyuningsih S. 2019. *Buku Ajar Asuhan Keperawatan Post Partum dilengkapi dengan Panduan Persiapan Praktikum Mahasiswa Keperawatan*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Whitman, W. B., Rainey, F. A., & Kämpfer, P. (Eds.). 2012. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (2nd ed., Vol. 5: The Gammaproteobacteria). Springer.
- Whitman, W. B., Rainey, F. A., & Kämpfer, P. (Eds.). 2012. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (2nd ed., Vol. 5: The Actinobacteria). Springer.
- Widhiastuti, P. W. 2019. Uji Angka Lempeng Total dan Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada Ikan Tuna Asap di Pasar Kedongan. *Skripsi*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar.
- Widianingrum D. C. S. Windria dan S. I. O. Salasia. 2016. Antibiotic Resistance and Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine, Crossbred Etawa Goat and Human. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11: 122-129.
- World Health Organization (WHO). 2012. *Initiative for Vaccine Research (IVR): Bacterial Infections*.
- World Health Organization (WHO). 2013. *Diarrhoeal disease*.

- Yadav S., N. A. Trivedi dan J. D. Bhatt. 2015. Antimicrobial activity of fresh garlic juice: an in vitro study. *An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda*, 36(2): 203–7.
- Yulis P. A. R dan Yelfia S. 2020. Aktivita Antioksidan dari Limbah Kulit Pisang Muli (*Musa acuminata* Linn) dan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*). *Jurnal Al-Kimia*, 189-200.
- Zhou, K., & Yu, L. (2004). Effects of extraction solvent on wheat bran antioxidant activity estimation. *Lwt*, 37(7), 717–721.