

**APLIKASI EKSTRAK AKAR PISANG MULI (*Musa acuminata* Colla.)
BERBASIS HEKSANA SEBAGAI AGEN ANTIBIOTIK DAN
ANTISEPTIK TERHADAP *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli***

(Skripsi)

Oleh

**TITA MELYANA
2217061073**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**APLIKASI EKSTRAK AKAR PISANG MULI (*Musa acuminata* Colla.)
BERBASIS HEKSANA SEBAGAI AGEN ANTIBIOTIK DAN
ANTISEPTIK TERHADAP *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli***

Oleh

TITA MELYANA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Program Studi S1 Biologi Terapan
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

APLIKASI EKSTRAK AKAR PISANG MULI (*Musa acuminata* Colla.) BERBASIS HEKSANA SEBAGAI AGEN ANTIBIOTIK DAN ANTISEPTIK TERHADAP *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*

Oleh

Tita Melyana

Resistensi antimikroba (AMR) terhadap antibiotik sintetis kini menjadi ancaman serius bagi kesehatan global, terutama pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang menunjukkan tingkat resistensi tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak heksana akar pisang muli (*Musa acuminata* Colla.) yang diduga berperan dalam aktivitas antibakteri, serta mengidentifikasi potensinya sebagai agen antibiotik terhadap *Escherichia coli* dan antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus*, sekaligus menentukan konsentrasi yang paling efektif. Proses ekstraksi akar pisang muli dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut heksana. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode sumuran pada media *Nutrient Agar* (NA) menggunakan variasi konsentrasi 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% dengan empat kali ulangan. Sebagai pembanding, penelitian ini menggunakan chloramphenicol sebagai kontrol positif antibiotik, dettol sebagai kontrol positif antiseptik dan heksana sebagai kontrol negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 100% memberikan efektivitas optimal, baik sebagai antibiotik terhadap *Escherichia coli* ATCC 25922 dengan diameter zona hambat 26,56 mm, maupun sebagai antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan diameter zona hambat sebesar 17,49 mm. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa ekstrak heksana akar pisang muli memiliki potensi signifikan sebagai agen antimikroba alami yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

Kata kunci: heksana, akar pisang muli, antibiotik, antiseptik, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

ABSTRACT

APPLICATION OF MULI BANANA ROOT EXTRACT (*Musa acuminata* Colla.) HEKSANA BASED AS AN ANTIBIOTIC AND ANTISEPTIC AGENT AGAINST *Staphylococcus aureus* AND *Escherichia coli*

By

Tita Melyana

Antimicrobial resistance (AMR) to synthetic antibiotics is now a serious threat to global health, especially in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria that show high levels of resistance. This study was conducted to identify the phytochemical compounds present in the hexane extract of muli banana roots (*Musa acuminata* Colla.) that are presumed to contribute to antibacterial activity, as well as to evaluate its potential as an antibiotic agent against *Escherichia coli* and an antiseptic agent against *Staphylococcus aureus*, and to determine the most effective concentration. The muli banana root extraction process was carried out using the maceration method with hexane as a solvent. Antibacterial activity testing was carried out using the well method on *Nutrient Agar* (NA) media using concentration variations of 60%, 70%, 80%, 90% and 100% with four replications. As a comparison, this study used chloramphenicol as a positive antibiotic control, dettol as a positive antiseptic control and hexane as a negative control. The results showed that a 100% concentration provided optimal effectiveness, both as an antibiotic against *Escherichia coli* ATCC 25922 with an inhibition zone diameter of 26.56 mm, and as an antiseptic against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 with an inhibition zone diameter of 17.49 mm. Based on these results, it can be concluded that the hexane extract of muli banana roots has significant potential as a natural antimicrobial agent that is effective in inhibiting the growth of pathogenic bacteria.

Keywords: hexane, muli banana roots, antibiotic, antiseptic, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

Judul Skripsi : Aplikasi Ekstrak Akar Pisang Muli (*Musa acuminata* Colla.) Berbasis Heksana Sebagai Agen Antibiotik dan Antiseptik Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Nama Mahasiswa : Tita Melyana

Nomor Pokok Mahasiswa : 2217061073

Program Studi : Biologi Terapan

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing I

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Kusuma Handayani".

Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si.
NIP 197808192008012018

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Nindya Sekar Mayuri".

Nindya Sekar Mayuri, S.Pd., M.Si.
NIP 0424019101

2. Ketua Jurusan Biologi

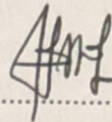
A handwritten signature in black ink, appearing to be "Jani Master".

Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP 198301312008121001

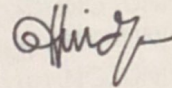
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

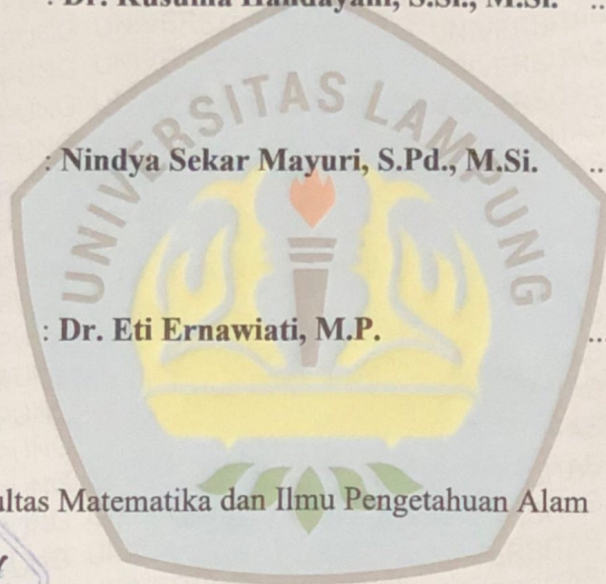
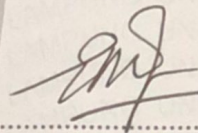
Ketua : Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si.



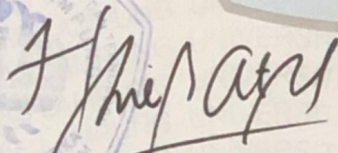
Sekretaris : Nindya Sekar Mayuri, S.Pd., M.Si.



Anggota : Dr. Eti Ernawati, M.P.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 April 2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tita Melyana
NPM : 2217061073
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“Aplikasi Ekstrak Akar Pisang Muli (*Musa acuminata* Colla.) Berbasis Heksana Sebagai Agen Antibiotik dan Antiseptik Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*”

Baik data, hasil analisis dan kajian ilmiah adalah hasil karya yang saya susun sendiri dengan berpedoman pada etika akademik dan penulisan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 28 April 2026

Yang Menyatakan,



Tita Melyana
NPM. 2217061073

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Gisting, Kabupaten Tanggamus, pada tanggal 06 Mei 2004. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Ahmad Kodimullah dan Ibu Sri Wahyuni. Penulis bertempat tinggal di Perumahan Nuansa Mekarsari II, Kecamatan Rajeg, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. Penulis menempuh pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Istiqomah pada tahun 2008–2010. Penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) pada tahun 2010–2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Sepatan pada tahun 2016–2019. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Mutiara Insan Nusantara pada tahun 2019–2022. Pada tahun 2022, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi, penulis pernah menjadi asisten praktikum Mikrobiologi Lingkungan pada tahun 2025 dan Teknik Pengujian Mikroba pada tahun 2026 di Laboratorium Mikrobiologi. Selain kegiatan akademik, penulis pernah mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Klub Selam Anemon pada periode 2022–2025 dengan menjabat sebagai Sekretaris. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Besar Pengujian Penerapan Produk Kelautan dan Perikanan (BBP3KP) Jakarta Timur pada bulan Desember 2024 hingga Januari 2025 dengan judul “Uji Kontaminasi *Staphylococcus aureus*

pada Produk Perikanan di Balai Besar Pengujian Penerapan Produk Kelautan dan Perikanan (BBP3KP) Jakarta Timur”. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bumi Kedamaian, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung pada bulan Juni hingga Agustus 2025. Penulis menyusun skripsi pada bulan Mei 2025 sampai dengan April 2026 dengan judul “Aplikasi Ekstrak Akar Pisang Muli (*Musa acuminata* Colla.) Berbasis Heksana sebagai Agen Antibiotik dan Antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*”.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, kasih, dan karunia-Nya, penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai ungkapan rasa terima kasih kepada:

Kedua orang tua tercinta, Bapak Ahmad Kodimullah dan Ibu Sri Wahyuni, yang senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, dukungan, serta pengorbanan yang tiada henti sejak awal hingga terselesaikannya pendidikan ini. Serta Kakak tercinta, Qodimah Alfiana, S.K.M., yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis.

Keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat, doa, dan motivasi kepada penulis dalam menjalani proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta arahan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini dengan baik.

Sahabat-sahabat terdekat yang telah kebersamai penulis selama masa perkuliahan, memberikan dukungan, kebersamaan, serta pengalaman berharga yang tidak terlupakan.

Almamater tercinta yang menjadi tempat penulis menimba ilmu dan berkembang.

Universitas Lampung

MOTTO

“Allah tidak menjanjikan hidup ini akan selalu mudah, tetapi Allah menegaskan dua kali bahwa ‘FA INNA MA‘AL ‘USRI YUSRĀ’ (sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan)”
(QS. Al-Insyirah 94: 5-6).

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda.cuma sekiranya kalau teman teman merasa gagal dalam mencapai mimpi.
jangan khawatir mimpi mimpi lain bisa di ciptakan”
(Windah Basudara).

“Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah”
(Buya Hamka).

“Tidak ada usaha yang sia-sia selama dilakukan dengan sungguh-sungguh”
(Penulis).

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah *rabbi'l'alamin*, penulis mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Aplikasi Ekstrak Akar Pisang Muli (*Musa acuminata* Colla.) Berbasis Heksana sebagai Agen Antibiotik dan Antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*””. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh berbagai bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan penuh kerendahan hati dan rasa terima kasih yang mendalam menyampaikan penghargaan kepada:**

1. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
3. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi Terapan.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing I yang dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dukungan, serta motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Nindya Sekar Mayuri, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan, serta motivasi kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

6. Ibu Dr. Eti Ernawati, M.P., selaku Pembahas yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Primasari Pertiwi, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Bapak Yayan Maryana, S.Si., M.Si., dan Ibu Dr. Alfi Rumidatul, S.Hut., M.Si., yang telah memberikan bimbingan, bantuan, serta motivasi kepada penulis dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
9. Ibu Oni Mastuti, S.Si., selaku Laboran Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan, arahan, dan perhatian kepada penulis selama penelitian.
10. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ahmad Kodimullah dan Ibu Sri Wahyuni, yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat, dukungan, serta kasih sayang kepada penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.
11. Kakak tercinta, Qodimah Alfiana, S.K.M., yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
12. Mbah tercinta, bulek, om, serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan do'a, dukungan, perhatian dan semangat kepada penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini
13. Teman-teman seperjuangan selama masa perkuliahan: Dwi Simatupang, Aprila Mutia, Putri Agustina, Team Pisang Muli (Filla, Ibren, Fatah, Ammara, Firda dan Kimi) dan teman-teman peneliti Lab. Mikro 22 yang telah memberikan dukungan, semangat, kebersamaan, serta membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian skripsi.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
15. Diri penulis sendiri, Tita Melyana, yang telah berjuang, bertahan, dan berusaha menyelesaikan skripsi ini dengan penuh semangat dan ketekunan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik, saran, dan masukan yang membangun sebagai bahan evaluasi untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 28 April 2026

Tita Melyana
NPM. 2217061073

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	4
1.4 Kerangka Pikir	4
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Deskripsi Tanaman Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i> Colla.).....	6
2.2 Mekanisme Kerja Senyawa Aktif Pisang Muli.....	9
2.3 Deskripsi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	10
2.4 Deskripsi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	13
2.5 Antibiotik	17
2.6 Antiseptik.....	17
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.4.1 Pengambilan Sampel	23
3.4.2 Pembuatan Simplisia dan Proses Ekstraksi	23
3.4.2.1 Pembuatan Simplisia Akar Pisang Muli	23
3.4.2.2 Proses Ekstraksi dengan Pelarut Heksana	24
3.4.3 Uji Fitokimia	25
3.4.4 Sterilisasi dan Pembuatan Media.....	26
3.4.4.1 Sterilisasi Alat.....	26
3.4.4.2 Pembuatan Media Uji	26

3.4.5 Uji Aktivitas Antibiotik dan Antiseptik	26
3.4.5.1 Peremajaan Kultur Mikroba	27
3.4.5.2 Pembuatan Larutan Stok, Variasi Konsentrasi dan Larutan Kontrol	27
3.4.5.3 Uji Antibiotik dan Antiseptik	29
3.4.6 Penentuan Diameter Zona Hambat.....	30
3.5 Analisis Data.....	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil	32
4.1.1. Uji Fitokimia Ekstrak Hexana Akar Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i> Colla.).....	33
4.1.2. Zona Hambat Uji Antibiotik dan Uji Antiseptik.....	34
4.1.3. Pengujian Hipotesis Penelitian	39
4.1.3.1. Uji Antibiotik	39
4.1.3.2. Uji Antiseptik	41
4.2. Pembahasan.....	44
4.2.1. Kandungan Fitokimia dalam Ekstrak Heksana Akar Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i> Colla.).....	44
4.2.2. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Akar Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i> Colla.) terhadap Aktivitas Antibakteri	45
V. SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. Simpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kelompok Perlakuan Uji Antibiotik dan Antiseptik	21
2. Tata Letak Rancangan Acak Lengkap (RAL)	21
3. Prosedur Uji Fitokimia	25
4. Perhitungan Kebutuhan Ekstrak Perlakuan Uji Antibiotik dan Uji Antiseptik	28
5. Ketentuan Daya Antibakteri (Davis dan Stout, 1971).....	31
6. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Heksana Akar Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i> Colla.)	33
7. Dokumentasi Hasil Uji Antibiotik dan Uji Antiseptik	34
8. Data Rata-Rata Diameter Zona Hambat Uji Antibiotik (<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922) dan Uji Antiseptik (<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923).....	37
9. Perbandingan Berpasangan Uji Antibiotik: Analisis Post Hoc LSD	40
10. Perbandingan Berpasangan Uji Antiseptik: Analisis Post Hoc LSD	42
11. Karakteristik Ekstrak Akar Pisang Muli	56
12. Uji Normalitas Data Antibiotik	56
13. Uji Homogenitas Data Antibiotik.....	56
14. Uji One Way Anova Data Antibiotik	57
15. Uji Normalitas Data Antiseptik	57
16. Uji Homogenitas Data Antiseptik	57
17. Uji One Way Anova Data Antiseptik.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Akar Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i> Colla.) (Dokumentasi Pribadi).....	7
2. Morfologi <i>Staphylococcus aureus</i> (Beards, 2021).....	11
3. Pemindaian mikrograf elektron pada bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> (Yirka, 2015).....	12
4. Morfologi <i>Escherichia coli</i> (Almansour dkk., 2022).....	14
5. Pemindaian mikrograf elektron pada bakteri <i>Escherichia coli</i> (Carr, 2008) ..	15
6. Diagram Alir Penelitian.....	22
7. Skema uji metode sumuran	30
8. Rumus Perhitungan Diameter Zona Hambat (Rahmah dkk., 2024).....	31
9. Hasil uji Fitokimia Ekstrak Hexana Akar Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i> Colla.) (A) Alkaloid, (B) Flavonoid, (C) Triterpenoid, (D) Saponin, (E) Tanin	34
10. Data Rata-Rata Diameter Zona Hambat Uji Antibiotik (<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922).....	38
11. Data Rata-Rata Diameter Zona Hambat Uji Antiseptik (<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923).....	38
12. Sampling akar pisang muli	59
13. Proses pencucian akar	59
14. Proses pengeringan akar	59
15. Maserasi akar.....	59
16. Penyaringan maserasi akar	59
17. Remaserasi akar.....	59
18. Penyaringan remaserasi akar	59

19. Evaporasi akar	59
20. Uji Fitokimia	59
21. Pembuatan larutan stok	60
22. Pembuatan variasi konsentrasi ekstrak.....	60
23. Sterilisasi alat	60
24. Cek pH variasi konsentrasi ekstrak	60
25. Subkultur bakteri uji.....	60
26. Cek pH media NA	60
27. Pembuatan media NA.....	60
28. Resting media NA	60
29. Inokulasi bakteri ke media uji	60
30. Uji Antibakteri.....	61
31. Pengamatan uji antibakteri 24 jam	61
32. Pengukuran diameter zona hambat.....	61

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Resistensi antimikroba (AMR) menjadi tantangan global yang semakin mengancam kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan AMR sebagai salah satu dari sepuluh ancaman terbesar bagi kesehatan global yang harus segera ditangani. Resistensi ini terjadi ketika mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur atau parasit mengalami perubahan genetik atau fisiologis yang menyebabkan obat-obatan antimikroba tidak lagi efektif dalam membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Akibat dari perubahan genetik tersebut, infeksi yang sebelumnya dapat diobati dengan antibiotik menjadi lebih sulit untuk disembuhkan karena mikroorganisme telah menjadi kebal terhadap efek obat. Kondisi ini menyebabkan durasi penyakit lebih lama, biaya pengobatan meningkat dan angka kematian menjadi lebih besar. Situasi ini menimbulkan kekhawatiran serius, terutama di negara-negara berkembang yang memiliki keterbatasan dalam sistem pemantauan dan pengendalian penggunaan antibiotik. Haindongo dkk. (2023) menyatakan bahwa infeksi yang disebabkan oleh bakteri resisten terhadap antibiotik menjadi penyebab utama kematian, terutama pada kasus infeksi darah (*sepsis*) yang sulit ditangani secara klinis.

Bakteri patogen yang sering dikaitkan dengan kasus infeksi serius adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Kedua bakteri tersebut telah menunjukkan resistensi terhadap berbagai antibiotik penting yang umumnya digunakan dalam praktik medis. *Staphylococcus aureus*, khususnya strain

yang resisten terhadap metisilin (*Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*/MRSA), merupakan patogen oportunistik yang dapat menyebabkan berbagai jenis infeksi, mulai dari infeksi kulit ringan hingga infeksi sistemik seperti pneumonia, sepsis dan endokarditis. Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk membentuk biofilm, yaitu struktur pelindung yang meningkatkan ketahanannya terhadap sistem imun tubuh dan pengobatan antibiotik. Sementara itu, beberapa strain *Escherichia coli* mampu menghasilkan enzim *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL) yang dapat merusak atau menetralkan kerja antibiotik, terutama jenis sefalosporin dan fluoroquinolon yang digunakan untuk infeksi berat. Akibatnya, infeksi yang disebabkan oleh strain *Escherichia coli* tersebut menjadi sangat sulit diobati, dan sering kali memerlukan penggunaan antibiotik cadangan yang lebih kuat, namun tidak selalu tersedia atau memiliki efek samping yang lebih besar (Michalik dkk., 2025).

Melihat kondisi tersebut, diperlukan upaya serius untuk menemukan agen antimikroba alternatif yang lebih aman, efektif dan berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang kini tengah dikembangkan adalah pemanfaatan senyawa bioaktif dari tanaman pisang. Tanaman pisang diketahui mengandung berbagai senyawa fitokimia, seperti flavonoid, saponin, tanin dan alkaloid, yang telah banyak diteliti karena kemampuannya menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Pemanfaatan bagian tanaman pisang sebagai sumber bahan alami tidak hanya menawarkan solusi terhadap permasalahan resistensi antimikroba, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap keberlanjutan lingkungan dan ekonomi masyarakat lokal. Efektivitas antibakteri dari senyawa-senyawa tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti metode ekstraksi, jenis pelarut serta bagian tanaman pisang yang digunakan (Zouine dkk., 2024).

Tanaman pisang memiliki potensi besar sebagai sumber senyawa antibakteri alami karena tanaman ini tersebar luas di wilayah tropis, termasuk Indonesia, serta relatif mudah untuk dibudidayakan. Selama ini, pemanfaatan tanaman

pisang lebih berfokus pada bagian buahnya, sedangkan bagian vegetatif seperti batang, bonggol dan akar masih jarang dimanfaatkan secara optimal. Padahal, bagian-bagian tersebut menyimpan kandungan senyawa bioaktif yang penting. Nugraha dkk. (2023) menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat dari bonggol pisang kepok mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* melalui metode difusi agar. Temuan tersebut memperkuat dugaan bahwa tanaman pisang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber agen antimikroba alami yang efektif.

Sebagian besar penelitian yang telah dilakukan masih berfokus pada batang dan bonggol, sedangkan bagian akar belum banyak dieksplorasi. Akar tanaman, yang berinteraksi langsung dengan lingkungan tanah, kemungkinan besar mengandung metabolit sekunder sebagai bentuk pertahanan alami terhadap mikroorganisme patogen. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi potensi antibakteri dari ekstrak akar pisang, khususnya pisang muli (*Musa acuminata* Colla.), guna memperoleh informasi yang lebih mendalam. Dengan pendekatan ilmiah yang tepat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan bahan antibiotik dan antiseptik alami yang efektif terhadap bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bagian dari solusi dalam menghadapi permasalahan resistensi antimikroba.

1.2 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu.

1. Mengidentifikasi senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak tersebut yang diduga berperan dalam aktivitas antibakteri.
2. Menentukan konsentrasi ekstrak heksana akar pisang muli yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

3. Mengidentifikasi potensi ekstrak heksana akar pisang muli sebagai agen antibiotik terhadap *Escherichia coli* dan antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus*.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi ilmiah mengenai potensi ekstrak heksana akar pisang muli (*Musa acuminata* Colla.) sebagai agen antibiotik terhadap *Escherichia coli* dan antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus*, serta sebagai dasar pengembangan pemanfaatan bahan alam sebagai sumber antimikroba alami yang ramah lingkungan.

1.4 Kerangka Pikir

Meningkatnya resistensi antimikroba terhadap antibiotik sintetis telah menjadi ancaman serius dalam dunia kesehatan global, terutama pada infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Kedua bakteri ini telah menunjukkan resistensi terhadap berbagai kelas antibiotik, sehingga diperlukan agen antimikroba alternatif yang efektif, aman dan berkelanjutan.

Tanaman pisang khususnya varietas muli, merupakan tanaman tropis yang berpotensi sebagai sumber senyawa antibakteri alami. Bagian akar tanaman ini diduga mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, alkaloid, saponin dan terpenoid yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme kerusakan membran sel dan gangguan metabolisme.

Untuk mengoptimalkan senyawa aktif dari akar pisang muli, pemilihan pelarut ekstraksi menjadi faktor penting. Pelarut nonpolar seperti heksana diketahui mampu melarutkan senyawa lipofilik yang berpotensi memiliki aktivitas biologis tinggi, termasuk aktivitas antibiotik dan antiseptik. Oleh

karena itu, ekstrak akar pisang muli yang diperoleh dengan pelarut heksana perlu dikaji lebih lanjut terhadap efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi aktivitas antibiotik dan antiseptik dari ekstrak heksana akar pisang muli terhadap dua bakteri patogen tersebut, serta untuk mengidentifikasi senyawa fitokimia yang terkandung di dalamnya sebagai dasar pengembangan agen antimikroba alami.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu.

1. Ekstrak akar pisang muli mengandung senyawa fitokimia seperti flavonoid, tanin, alkaloid, saponin dan terpenoid yang berperan dalam aktivitas antibakteri.
2. Terdapat satu konsentrasi ekstrak heksana akar pisang muli yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
3. Ekstrak heksana akar pisang muli memiliki aktivitas antibiotik terhadap *Escherichia coli* dan antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Pisang Muli (*Musa acuminata Colla.*)

Tanaman pisang (*Musa* sp.) merupakan tanaman tropis dari keluarga Musaceae yang banyak dibudidayakan di berbagai negara, terutama di wilayah Asia Tenggara. Tanaman ini tumbuh secara herba dengan batang semu yang terbentuk dari pelepah daun serta memiliki daun besar dan buah berbentuk tandan. Selain sebagai bahan pangan, hampir seluruh bagian tanaman pisang, seperti buah, kulit, daun, batang dan akar, telah dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi berbagai penyakit seperti luka, diare, infeksi saluran kemih, hipertensi dan gangguan pencernaan (Ajijolakewu dkk., 2021). Tanaman ini mengandung senyawa fitokimia seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid dan fenol yang berperan dalam aktivitas biologis termasuk sebagai antimikroba.

Pisang muli (*Musa acuminata Colla.*) merupakan salah satu jenis pisang lokal yang banyak dikenal di Indonesia. Buahnya berukuran kecil, berwarna kuning saat matang, dan memiliki rasa manis yang khas. Pisang ini sering dikonsumsi sebagai buah segar maupun diolah menjadi berbagai makanan tradisional. Selain buahnya, bagian lain seperti kulit dan batang juga memiliki potensi untuk dimanfaatkan secara fungsional. Beberapa bagian tanaman pisang diketahui mengandung metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, dan saponin, yang berfungsi sebagai senyawa antibakteri alami. Meskipun berasal dari bagian tanaman yang berbeda, tanaman pisang masih berada dalam satu genus sehingga diduga memiliki kandungan metabolit sekunder yang serupa (Ishak dkk., 2022).

Akar merupakan bagian penting dari sistem perakaran tanaman pisang yang berfungsi dalam penyerapan air dan unsur hara serta menopang pertumbuhan tanaman. Pada pisang muli (*Musa acuminata* Colla.), sistem akar bersifat serabut dan terdiri atas akar utama serta akar lateral yang menyebar di dalam tanah. Selain fungsi fisiologisnya, akar pisang juga mengandung metabolit sekunder yang berperan dalam mekanisme pertahanan terhadap stres lingkungan dan mikroorganisme patogen. Hal ini didukung oleh perubahan ekspresi gen yang signifikan pada jaringan akar dalam kondisi stres, sehingga mencerminkan adanya aktivitas biokimia kompleks dan potensi sebagai sumber senyawa bioaktif (Xu dkk., 2019). Akar pisang muli (*Musa acuminata* Colla.) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Akar Pisang Muli (*Musa acuminata* Colla.)
(Dokumentasi Pribadi)

Menurut Cronquist, (1981), klasifikasi pisang muli adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Phylum : Magnoliophyta

Class : Liliopsida

Ordo : Zingiberales

Family : Musaceae

Genus : *Musa*

Species : *Musa acuminata* Colla.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa tanaman pisang mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, fenolik, terpenoid, steroid dan saponin (Fitri dkk., 2021). Senyawa-senyawa tersebut bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti merusak membran sel, menghambat

sintesis protein, serta meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri. Mekanisme ini menyebabkan terganggunya fungsi sel sehingga mampu menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri (Wahyuni dkk., 2019).

Aktivitas antibakteri dari senyawa tersebut telah dibuktikan pada berbagai bagian tanaman pisang, termasuk akar. Penelitian oleh Kanedi dkk. (2023) menunjukkan bahwa ekstrak akar pisang mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Oleh karena itu, akar pisang berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri alami. Berdasarkan aktivitas tersebut, ekstrak akar pisang muli berpotensi dimanfaatkan sebagai agen antibiotik terhadap *Escherichia coli* dan agen antiseptik terhadap *Staphylococcus aureus*. Pemanfaatan ini didukung oleh kandungan senyawa aktif yang bersifat alami dan ramah lingkungan, meskipun efektivitasnya masih dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan konsentrasi senyawa aktif.

Ekstraksi merupakan tahap penting dalam mengisolasi senyawa aktif dari bahan alam. Fauzi (2021) melakukan penelitian terhadap kulit pisang mas (*Musa paradisiaca*) yang diekstraksi menggunakan pelarut non-polar heksana dengan metode refluks. Penggunaan pelarut heksana bertujuan untuk memperoleh senyawa-senyawa non-polar seperti minyak atsiri, pigmen karotenoid dan senyawa lipid lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelarut heksana menghasilkan rendemen yang lebih rendah dibandingkan dengan pelarut semi-polar atau polar seperti etil asetat dan etanol. Hal ini terjadi karena sebagian besar senyawa aktif dalam kulit pisang mas bersifat polar atau semi-polar, misalnya flavonoid, tanin dan saponin. Meskipun daya antibakteri ekstrak heksana terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* tergolong rendah, penelitian ini tetap memberikan kontribusi penting dalam memahami selektivitas pelarut terhadap jenis senyawa yang diekstrak serta kaitannya dengan aktivitas biologis dari ekstrak tersebut.

2.2 Mekanisme Kerja Senyawa Aktif Pisang Muli

Senyawa antibakteri alami yang terkandung dalam tumbuhan telah lama dikenal memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan dan aktivitas berbagai mikroorganisme, baik yang bersifat patogen maupun pembusuk pangan. Berbagai mekanisme kerja senyawa ini telah diidentifikasi, mulai dari merusak struktur membran sel bakteri yang menyebabkan kebocoran komponen intraseluler esensial, mengganggu osmoregulasi, hingga menghambat proses respirasi dan transportasi nutrisi (Gonelimali dkk., 2018). Selain itu, senyawa aktif dari tumbuhan juga dapat menghambat sintesis dinding sel, protein, dan asam nukleat yang berperan penting dalam replikasi dan pertumbuhan bakteri (Pérez-Flores dkk., 2025). Senyawa tersebut juga mampu mengganggu pembentukan biofilm, yaitu struktur pelindung koloni bakteri terhadap tekanan lingkungan dan agen antimikroba. Efektivitas antibakteri tumbuhan sangat bergantung pada jenis senyawa, konsentrasi, spesies bakteri target, serta faktor lain seperti metode ekstraksi dan bagian tanaman yang digunakan.

Sejalan dengan mekanisme tersebut, ekstrak tanaman, termasuk pisang muli, mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, terpenoid, dan senyawa fenolik yang berperan sebagai agen antimikroba alami.

Senyawa-senyawa ini bekerja dengan merusak struktur membran sel bakteri sehingga menyebabkan keluarnya komponen penting dari dalam sel, serta menghambat proses vital seperti sintesis protein, replikasi DNA, dan aktivitas enzim (Li dkk., 2024). Kerusakan struktur dan fungsi sel ini mengganggu keseimbangan sel dan pada akhirnya menyebabkan kematian bakteri.

Berdasarkan mekanisme tersebut, ekstrak tanaman memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen antibiotik maupun antiseptik. Sebagai antibiotik, senyawa aktif dapat bekerja menghambat atau membunuh bakteri penyebab infeksi di dalam tubuh, sedangkan sebagai antiseptik digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan tubuh atau luka. Pemanfaatan ini dinilai menjanjikan karena bersifat alami, ramah lingkungan, serta memiliki tingkat toksisitas yang relatif rendah terhadap jaringan tubuh manusia. Aplikasi antiseptik berbahan dasar tanaman dapat berupa

penggunaan langsung pada luka maupun dalam produk kebersihan seperti sabun herbal dan antiseptik tangan. Namun, efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh jenis tanaman, bagian yang digunakan, metode ekstraksi, serta konsentrasi senyawa aktif, sehingga diperlukan formulasi yang tepat dalam pengembangannya.

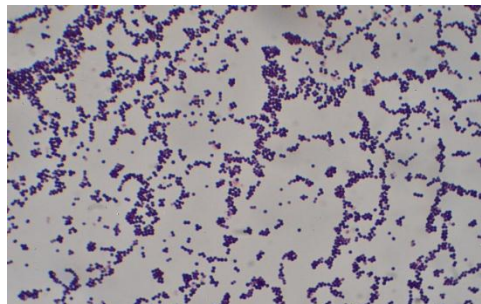
2.3 Deskripsi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri yang hidup sebagai flora normal pada kulit dan mukosa manusia, namun juga berperan sebagai patogen klinis yang penting. Bakteri ini dapat menyebabkan berbagai jenis infeksi, mulai dari infeksi ringan seperti abses hingga infeksi berat seperti pneumonia dan endokarditis. Faktor-faktor virulensi yang dimiliki *Staphylococcus aureus* meliputi kemampuannya memproduksi toksin, menghasilkan enzim proteolitik, dan membentuk biofilm, yang membuat bakteri ini tahan terhadap tekanan lingkungan maupun agen antimikroba. Keberadaan strain *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) yang resisten terhadap antibiotik β -laktam turut meningkatkan tantangan dalam pengendalian infeksi. Karena kemampuannya bertahan hidup di kondisi ekstrem seperti kadar garam tinggi dan variasi pH yang luas, *Staphylococcus aureus* menjadi bakteri yang sangat relevan untuk diuji efektivitas antibakterinya (Tong dkk., 2015).

Secara morfologi, *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram positif berbentuk kokus yang tersusun dalam kelompok menyerupai buah anggur (*grape-like clusters*). Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob, tidak membentuk spora dan berukuran antara 0,5 hingga 1,5 μm . Secara fisiologis dan biokimiawi, *Staphylococcus aureus* mampu tumbuh pada media dengan kandungan NaCl 7,5%, menunjukkan aktivitas katalase dan koagulasi positif serta dapat memfermentasi manitol dengan menghasilkan asam. Pertumbuhan optimum bakteri ini terjadi pada suhu 35–37°C dengan rentang suhu 7–45,5°C, serta pH optimum 7,0–7,5 dalam kisaran pH 4,5–9,8. Selain bersifat mesofilik, *Staphylococcus aureus* juga mampu hidup dalam kondisi aerob maupun anaerob fakultatif. Beberapa strain menunjukkan toleransi tinggi

terhadap konsentrasi garam dan gula serta dapat tumbuh pada aktivitas air (a_w) rendah hingga 0,83 dengan a_w optimum di atas 0,99. Karakter fisiologis ini menjadikan *Staphylococcus aureus* sebagai patogen oportunistik yang resisten dan relevan untuk diuji efektivitas agen antibakterinya (Imelda dkk., 2023).

Dinding sel *Staphylococcus aureus* tersusun atas lapisan peptidoglikan tebal yang berfungsi melindungi sel terhadap tekanan osmotik dan menjaga bentuk sel, terutama pada lingkungan yang tidak stabil. Struktur dinding sel bakteri Gram positif ini terdiri atas rantai glikan dan jembatan peptida yang dimodifikasi secara kimia untuk memperkuat kestabilannya. Ketebalan peptidoglikan memungkinkan bakteri mempertahankan warna ungu kristal violet selama proses pewarnaan Gram. Pewarnaan ini menjadi metode penting untuk membedakan struktur dinding sel antara bakteri Gram positif dan Gram negatif (Rohde, 2019). Morfologi bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi *Staphylococcus aureus* (Beards, 2021).

Staphylococcus aureus merupakan salah satu spesies bakteri yang telah dikaji secara mendalam dalam ilmu mikrobiologi. Bakteri ini memiliki peran signifikan sebagai flora normal pada tubuh manusia sekaligus sebagai patogen oportunistik yang dapat menyebabkan berbagai infeksi. Berdasarkan “*Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology*”, klasifikasi taksonomi *Staphylococcus aureus* telah disusun secara sistematis untuk mempermudah identifikasi dan pemahaman karakteristiknya.

Klasifikasi *Staphylococcus aureus*:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Firmicutes

Class : Bacilli

Ordo : Bacillales

Family : Staphylococcaceae

Genus : *Staphylococcus*

Species : *Staphylococcus aureus* (Vos dkk., 2009).

Morfologi *Staphylococcus aureus* dapat diamati melalui mikrograf elektron seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemindaian mikrograf elektron pada bakteri *Staphylococcus aureus* (Yirka, 2015).

Sebagai patogen, *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan berbagai infeksi mulai dari infeksi kulit ringan hingga penyakit sistemik seperti pneumonia, sepsis dan endokarditis. Kemampuan infeksi bakteri ini dipengaruhi oleh produksi berbagai faktor virulensi, termasuk protein adhesi, toksin dan enzim yang berperan dalam proses adhesi, penyebaran serta kerusakan jaringan inang (Gherardi, 2023). Selain itu, *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap antibiotik maupun antiseptik, salah satunya melalui pembentukan biofilm yang melindungi sel dari penetrasi agen antimikroba dan sistem imun tubuh. Mekanisme ini memperkuat ketahanan bakteri terhadap berbagai zat antimikroba dan menjadikannya patogen yang sulit dikendalikan (Gherardi, 2023).

Resistensi *Staphylococcus aureus* terhadap antiseptik menjadi perhatian karena dapat mengurangi efektivitas agen antimikroba dalam menekan pertumbuhan bakteri. Menurut Sarwar dkk. (2023), salah satu mekanisme utama resistensi ini adalah aktivitas *efflux pump*, yaitu sistem transport aktif yang mengeluarkan molekul antiseptik dari dalam sel bakteri. Mekanisme tersebut menyebabkan konsentrasi antiseptik di dalam sel tidak mencapai tingkat optimal untuk menghambat maupun membunuh bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* memiliki strategi pertahanan yang kompleks dan memungkinkan bakteri bertahan meskipun terpapar antiseptik. Oleh karena itu, pemahaman terhadap mekanisme resistensi ini penting untuk mendukung penggunaan antiseptik yang lebih efektif serta mencegah berkembangnya strain *Staphylococcus aureus* yang resisten.

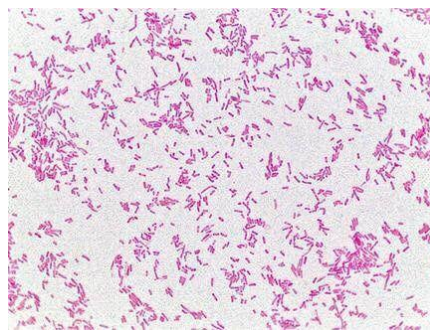
2.4 Deskripsi Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri yang umum ditemukan sebagai bagian dari flora normal di saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas. Bakteri ini berperan penting dalam sintesis vitamin K, membantu proses pencernaan serta menjaga keseimbangan mikrobiota usus. Selain itu, *Escherichia coli* sering digunakan sebagai indikator biologis untuk menilai kualitas air dan pangan karena keberadaannya mengindikasikan potensi kontaminasi fekal (Basavaraju dan Gunashree, 2022). Genom *Escherichia coli* yang stabil dan mudah dimodifikasi secara genetik menjadikannya organisme model dalam berbagai riset bioteknologi, termasuk produksi insulin, vaksin, dan protein rekombinan. Meskipun sebagian besar strain bersifat non-patogenik, beberapa strain patogen seperti *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC), *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC) dan *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC) dapat menyebabkan penyakit mulai dari diare hingga infeksi saluran kemih dan sepsis.

Escherichia coli termasuk bakteri Gram negatif berbentuk batang (basil) dengan ukuran sel sekitar 1,1–1,5 μm lebar dan 2,0–6,0 μm panjang. Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob, sehingga dapat hidup baik dalam kondisi aerob

maupun anaerob serta mampu memfermentasi berbagai karbohidrat seperti glukosa dan laktosa. Sebagian besar strain *Escherichia coli* bersifat motil dengan flagela peritrik, meskipun terdapat juga strain non-motil. Koloni *Escherichia coli* pada media agar nutrisi umumnya tampak bulat, halus, putih keabu-abuan dan mengkilap. Secara biokimia, bakteri ini menunjukkan hasil uji indole positif, *methyl red* positif, *Voges-Proskauer* negatif, citrate negatif, katalase positif, dan oksidase negatif, sehingga mudah diidentifikasi melalui pengujian laboratorium. Karakteristik-karakteristik tersebut menjadikan *Escherichia coli* penting tidak hanya sebagai flora usus, tetapi juga sebagai indikator mikrobiologi dalam analisis kualitas lingkungan dan keamanan pangan (Garrity, 2005).

Escherichia coli tergolong sebagai bakteri Gram negatif yang memiliki lapisan peptidoglikan tipis di antara membran dalam dan membran luar. Bakteri ini tidak mempertahankan pewarna kristal violet setelah proses pelarutan dengan alkohol, sehingga tampak berwarna merah muda akibat pewarnaan ulang menggunakan safranin. Lapisan peptidoglikan tipis tersebut berfungsi menjaga bentuk sel dan integritas struktural, terutama saat terjadi gangguan pada penyusunan membran luar. Dalam kondisi stres membran, *Escherichia coli* melakukan remodeling peptidoglikan melalui aktivitas enzim spesifik agar dapat bertahan di lingkungan yang menekan. Oleh karena itu, meskipun lapisan peptidoglikan tipis, struktur tersebut tetap dibutuhkan oleh *Escherichia coli* sebagai komponen penting untuk perlindungan sel dan kelangsungan hidupnya (Morè dkk., 2019). Morfologi *Escherichia coli* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi *Escherichia coli* (Almansour dkk., 2022).

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri Gram negatif yang tergolong dalam kelompok Enterobacteriaceae. Bakteri ini umumnya dikenal sebagai flora normal yang hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas. Namun, beberapa strain *Escherichia coli* bersifat patogen dan dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti diare, infeksi saluran kemih, dan meningitis. Berdasarkan “*Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology*,” klasifikasi taksonomi *Escherichia coli* dijelaskan secara sistematis untuk mendukung identifikasi dan pemahaman terhadap karakteristik bakteri ini.

Klasifikasi *Escherichia coli*:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

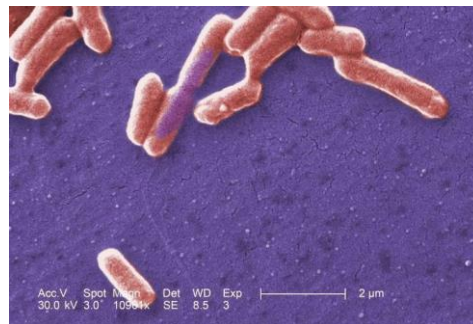
Ordo : Enterobacterales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Escherichia*

Species : *Escherichia coli* (Garrity, 2005).

Morfologi *Escherichia coli* dapat diamati melalui mikrograf elektron seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pemindaian mikrograf elektron pada bakteri *Escherichia coli* (Carr, 2008).

Sebagai flora normal, sebagian besar *Escherichia coli* hidup secara komensal, namun beberapa strain bersifat patogen dan mampu menyebabkan infeksi pada manusia. Strain-strain patogen tersebut terbagi menjadi dua kelompok besar, yaitu *Enteric Pathogenic Escherichia coli* (seperti EPEC, EHEC,

EPEC dan EAEC) dan *Extraintestinal Pathogenic Escherichia coli* (ExPEC). Menurut Pakbin dkk. (2021), kemampuan patogenik *Escherichia coli* berkaitan erat dengan keberadaan faktor-faktor virulensi seperti kemampuan menempel pada sel epitel inang, melakukan invasi jaringan, memproduksi toksin, serta menghindari sistem imun inang. Misalnya, EHEC dapat menyebabkan kolitis hemoragik dan sindrom uremik hemolitik (HUS), sedangkan ExPEC dapat menimbulkan infeksi saluran kemih, sepsis dan meningitis neonatal. Gen-gen virulensi yang khas pada setiap patotipe memberikan *Escherichia coli* kemampuan beradaptasi di berbagai lingkungan dan menyebabkan penyakit dengan tingkat keparahan yang bervariasi.

Selain faktor virulensi, *Escherichia coli* juga dikenal memiliki kemampuan tinggi untuk beradaptasi terhadap tekanan antibiotik. Zhang dkk. (2024) menjelaskan bahwa resistensi pada *Escherichia coli* terjadi melalui berbagai mekanisme, seperti produksi enzim β -laktamase yang mampu menonaktifkan antibiotik, perubahan struktur target akibat mutasi genetik, peningkatan aktivitas pompa efluks, serta penurunan permeabilitas membran terhadap senyawa antimikroba. Resistensi juga dapat menyebar dengan cepat melalui mekanisme transfer gen horizontal, misalnya melalui plasmid dan transposon yang membawa gen resistensi seperti blaTEM, blaCTX-M, qnr dan mcr-1. Gen-gen ini berperan dalam resistensi terhadap berbagai golongan antibiotik penting, termasuk β -laktam, kuinolon hingga kolistin. Penyebaran strain *Escherichia coli* yang multiresisten menimbulkan masalah serius karena menyebabkan keterbatasan pilihan pengobatan dan meningkatkan risiko kegagalan terapi. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat, baik di bidang klinis maupun pertanian, menjadi faktor utama yang mempercepat munculnya resistensi. Oleh karena itu, pengawasan ketat, kebijakan penggunaan antibiotik yang bijak, serta pengembangan alternatif terapi sangat diperlukan dalam mengendalikan resistensi *Escherichia coli*.

2.5 Antibiotik

Antibiotik adalah senyawa antimikroba yang dapat berasal dari sumber alami maupun sintetis, serta memiliki mekanisme kerja serupa dalam menargetkan struktur penting sel bakteri. Antibiotik termasuk salah satu kelompok utama dari agen antibakteri. Menurut Halawa dkk. (2024), antibiotik bekerja dengan mengganggu dinding sel, sintesis protein, replikasi DNA atau jalur metabolisme spesifik seperti sintesis asam folat. Setiap kelas antibiotik memiliki mekanisme kerja yang khas, misalnya β -laktam menghambat sintesis dinding sel, aminoglikosida menargetkan ribosom dan kuinolon bekerja pada enzim DNA girase. Antibiotik digunakan secara luas dalam praktik medis untuk mengobati berbagai infeksi bakteri, mulai dari infeksi ringan hingga infeksi sistemik. Namun demikian, penggunaan antibiotik harus dilakukan secara rasional dan berdasarkan diagnosis yang tepat, karena penggunaan yang tidak tepat atau berlebihan dapat memicu resistensi antimikroba.

2.6 Antiseptik

Antiseptik adalah senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada jaringan hidup, seperti kulit dan selaput lendir, dengan tujuan mencegah terjadinya infeksi. Menurut Maillard dan Pascoe (2024), antiseptik bekerja dengan menargetkan beberapa bagian penting sel mikroba, antara lain membran sel, protein, enzim, dan asam nukleat. Mekanisme kerja antiseptik bersifat luas (non-spesifik) dan bergantung pada jenis senyawa yang digunakan. Sebagai contoh, Klorheksidin dan senyawa kationik seperti QACs merusak struktur membran sel bakteri melalui ikatan elektrostatis sehingga menyebabkan kebocoran isi sel dan akhirnya kematian sel, Senyawa oksidatif seperti hidrogen peroksida menghasilkan radikal bebas yang dapat merusak protein dan DNA bakteri, Alkohol sebagai antiseptik bekerja dengan cepat melalui pelarutan lipid membran dan menyebabkan denaturasi protein. Karena antiseptik menargetkan berbagai bagian penting dalam sel mikroorganisme secara bersamaan, maka antiseptik efektif melawan berbagai jenis bakteri, virus dan

jamur. Namun, penggunaan antiseptik juga perlu diperhatikan karena dapat menimbulkan resistensi mikroba dan iritasi pada jaringan tubuh, terutama jika digunakan secara tidak tepat atau berlebihan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 hingga Januari 2026. Proses ekstraksi dilaksanakan di Laboratorium Botani Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Uji Fitokimia, uji antibiotik dan antiseptik dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu timbangan analitik, gunting, oven, belender, toples 5L, erlenmeyer 50 mL, 250 mL dan 500 mL, kertas saring, *rotary evaporator*, gelas ukur, *beaker glass*, aluminium foil, spatula, pipet tetes, tabung reaksi, rak tabung reaksi, BSC (*Biological Safety Control*), cawan Petri diameter 9 cm, Ose bulat, mikropipet, mikrotip, *autoclave*, inkubator suhu $37\pm 1^{\circ}\text{C}$, *magnetic stirrer*, *vortex*, *waterbath*, batang pengaduk, pH meter, pembakar spirtus, jangka sorong dan mikroskop.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel akar pisang muli, pelarut heksana, Dragendroff, HCl 2N, asam klorida (HCl), asam sulfat pekat (H_2SO_4), asam asetat glasial $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$, serbuk logam magnesium, FeCl_3 , media *Nutrient Agar* (NA), NaCl Fisiologis 0,9%, isolat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *cottonbud* steril, *chloramphenicol*, dettol antiseptik, alkohol 70% dan aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran (*well diffusion*) dengan media *Nutrient Agar* (NA). Parameter yang diamati berupa zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran sebagai indikator aktivitas antibiotik dan antiseptik dari ekstrak terhadap bakteri uji. Dua jenis bakteri digunakan pada penelitian ini, yaitu *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri Gram positif dan *Escherichia coli* sebagai bakteri Gram negatif. Setiap bakteri uji diberi perlakuan dengan variasi konsentrasi ekstrak heksana akar pisang muli, yaitu 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%. Dalam penelitian ini digunakan beberapa jenis kontrol, yaitu kontrol positif antibiotik berupa Chloramphenicol, kontrol positif antiseptik berupa Dettol antiseptik, serta kontrol negatif berupa pelarut heksana.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nainggolan dkk., (2025), peningkatan konsentrasi ekstrak diketahui berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat terhadap bakteri uji. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% untuk menentukan efektivitas optimal ekstrak akar pisang muli terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Penelitian ini menggunakan dua bakteri uji dengan variasi konsentrasi ekstrak serta kontrol pembandingan sebagai kelompok perlakuan. Rincian pembagian kelompok perlakuan dan jumlah pengulangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Perlakuan Uji Antibiotik dan Antiseptik

Bakteri Uji	Perlakuan	Variasi		
		Konsentrasi (%)	Pengulangan	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Dettol Antiseptik (+)	-	4	
	Ekstrak Akar Pisang Muli	60%		
		70%		
		80%		
		90%		
		100%		
	Heksana (-)	-		
	<i>Escherichia coli</i>	Chloramphenicol (+)		-
		Ekstrak Akar Pisang Muli		60%
				70%
80%				
90%				
100%				
Heksana (-)		-		

Setiap perlakuan dilakukan sebanyak empat kali ulangan yang ditentukan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus Federer untuk memastikan konsistensi data. Perhitungan rumus Federer tersebut disajikan pada Lampiran halaman 59. Selanjutnya, berdasarkan jumlah perlakuan dan ulangan yang telah ditentukan, tata letak perlakuan dalam penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Adapun tata letak perlakuan dan ulangan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tata Letak Rancangan Acak Lengkap (RAL) uji aktivitas antibiotik dan Antiseptik

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
P0 (Kontrol +)	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4
P1 (60%)	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4
P2 (70%)	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4
P3 (80%)	P4-1	P4-2	P4-3	P4-4
P4 (90%)	P5-1	P5-2	P5-3	P5-4
P5 (100%)	P6-1	P6-2	P6-3	P6-4
P6 (Kontrol -)	P7-1	P7-2	P7-3	P7-4

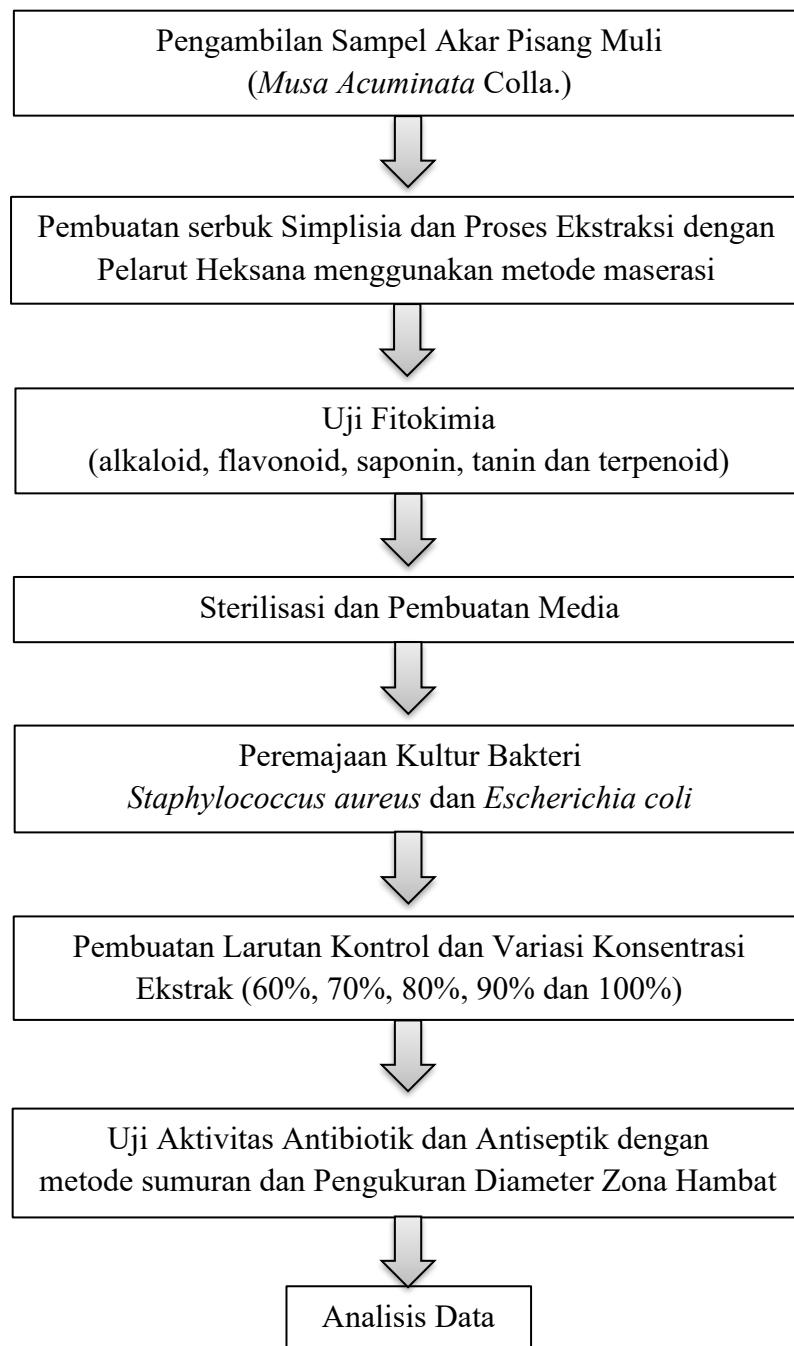
Keterangan:

P0 = Kontrol positif

P1-P5 = Konsentrasi ekstrak akar pisang muli

P6 = Kontrol negatif

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tahapan penelitian yang dilakukan, disajikan diagram alir penelitian pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah akar tanaman pisang muli (*Musa acuminata* Colla.) yang berasal dari tanaman yang sudah tidak berbuah, dengan kondisi akar tidak busuk maupun kering. Jumlah akar pisang muli yang diambil dalam penelitian ini sebanyak 6 kg. Pengambilan sampel dilakukan di wilayah Gisting, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Akar yang digunakan merupakan akar sehat, tidak busuk dan tampak segar yang diambil dari area sekitar pangkal batang tanaman. Setelah itu, akar dipotong menggunakan pisau, kemudian dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam plastik bersih.

3.4.2 Pembuatan Simplisia dan Proses Ekstraksi

Pembuatan simplisia akar pisang muli dan proses ekstraksi dilakukan dengan mengacu pada metode yang telah digunakan oleh Aristina dkk. (2024), yang telah dimodifikasi dengan kondisi penelitian ini untuk memperoleh hasil ekstrak yang optimal.

3.4.2.1 Pembuatan Simplisia Akar Pisang Muli

Akar pisang muli yang digunakan terlebih dahulu dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan sisa tanah yang menempel. Akar yang telah bersih dipotong menjadi bagian-bagian kecil berukuran $\pm 2-3$ cm, kemudian akar dikeringanginkan selama satu minggu pada suhu ruang. Sampel yang telah dikeringanginkan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 37°C hingga benar-benar kering. Kondisi kering ditandai dengan tekstur akar yang keras dan mudah dihancurkan. Akar pisang muli yang telah kering dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus. Dari total 6 kg akar pisang muli segar yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh simplisia sebanyak 400 gram. Serbuk akar kering sebanyak 400 gram disimpan dalam wadah tertutup rapat dan

kering serta diletakkan di tempat yang terlindung dari cahaya hingga siap digunakan..

3.4.2.2 Proses Ekstraksi dengan Pelarut Heksana

Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi. Sebanyak 400 gram serbuk simplisia akar pisang muli dimasukkan ke dalam toples kaca bertutup, kemudian ditambahkan pelarut heksana dengan perbandingan simplisia : pelarut sebesar 1:10 (b/v). Total pelarut heksana yang digunakan dari hasil maserasi dan remaserasi sebanyak 7 liter. Campuran didiamkan selama 3×24 jam pada suhu ruang sambil sesekali diaduk untuk memaksimalkan proses penarikan senyawa aktif. Setelah itu, campuran disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan ekstrak cair dari ampasnya.

Ampas hasil penyaringan kemudian diekstraksi ulang dengan pelarut segar menggunakan metode dan volume yang sama sebanyak satu kali (remaserasi I), guna memastikan seluruh senyawa aktif tertarik secara maksimal. Semua hasil ekstraksi kemudian digabung dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40–50°C hingga diperoleh ekstrak kental. Setelah proses penguapan, diperoleh ekstrak kental sebanyak ±8 mL. Ekstrak kental yang dihasilkan disimpan dalam botol kaca dan ditempatkan di lemari pendingin suhu 4°C hingga siap digunakan untuk pengujian.

3.4.3 Uji Fitokimia

Prosedur uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder dalam sampel ekstrak dengan beberapa jenis pengujian, yaitu uji alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin dan tanin. Untuk mengetahui keberadaan masing-masing golongan senyawa tersebut, dilakukan pengujian secara kualitatif dengan prosedur dan indikator yang berbeda. Rincian metode pengujian dan indikator hasil positif disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Prosedur Uji Fitokimia.

Uji Fitokimia	Prosedur	Indikator
Alkaloid	1 mL ekstrak + 1 mL HCl + 2-3 tetes pereaksi Dragendorff (Nursyafirtri dkk., 2021).	Terbentuk endapan jingga kecoklatan.
Flavonoid	1 mL ekstrak + 0,5 mL HCl pekat + serbuk Mg, kocok perlahan (Elu dkk., 2023).	Terbentuk warna merah, jingga atau ungu.
Terpenoid	1 mL ekstrak + 10 tetes asam asetat glasial + 3 tetes asam sulfat pekat + kocok perlahan (Elu dkk., 2023).	Terbentuknya warna kuning atau merah.
Saponin	0,5 mL ekstrak + air panas dan dinginkan + kocok kuat selama 10 detik + HCl (Elu dkk., 2023).	Terbentuk busa dengan tinggi sekitar 1–10 cm yang bertahan >10 menit.
Tanin	1 mL ekstrak + 12 mL air panas + panaskan selama 15 menit + saring + filtrat ditambah 1 mL larutan FeCl ₃ (Elu dkk., 2023).	Terbentuk warna biru tua atau hijau kehitaman.

3.4.4 Sterilisasi Alat dan Pembuatan Media

3.4.4.1 Sterilisasi Alat

Seluruh alat yang digunakan dicuci bersih kemudian bilas dengan air mengalir hingga benar-benar bersih. Setelah itu, alat dikeringkan dan disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Untuk alat logam atau alat yang digunakan dalam proses inokulasi, seperti jarum Ose atau pinset juga dilakukan sterilisasi dengan pemijaran menggunakan pembakar spirtus sebelum digunakan guna menjaga kondisi alat tetap steril selama proses kerja.

3.4.4.2 Pembuatan Media Uji

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nutrient Agar* (NA). Sebanyak 28 gram NA dilarutkan dalam 1 liter aquades lalu dipanaskan sambil diaduk hingga larut sempurna dan mendidih. Setelah larut, media dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah sterilisasi, media didinginkan hingga mencapai suhu 45–50°C, kemudian dituangkan ke dalam cawan Petri steril berdiameter 9 cm sebanyak ± 30 mL per cawan. Penuangan dilakukan di dalam *Biological Safety Cabinet* (BSC), kemudian media dibiarkan hingga memadat.

3.4.5 Uji Aktivitas Antibiotik dan Antiseptik

Dalam pengujian aktivitas antibiotik dan antiseptik, prosedur dilakukan dengan mengacu pada metode yang digunakan oleh Zaini dkk. (2024) dan Fitri dkk. (2021), kemudian dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan kondisi penelitian ini.

3.4.5.1 Peremajaan Kultur Mikroba

Peremajaan dilakukan untuk memastikan bahwa bakteri uji berada dalam kondisi aktif dan optimal untuk pengujian. Biakan murni *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* masing-masing diambil sebanyak satu ose steril, kemudian diinokulasikan secara aseptik ke dalam media *Nutrient Agar* (NA) miring dengan metode gores. Media tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Zaini dkk., 2024).

Setelah proses inkubasi, dibuat suspensi bakteri dengan cara mengambil biakan bakteri sebanyak satu Ose bulat steril, kemudian mensuspensikannya ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL larutan NaCl 0,9%. Suspensi tersebut dihomogenkan hingga diperoleh tingkat kekeruhan yang setara dengan standar 0,5 McFarland (Primadiamanti dkk., 2022). Apabila kekeruhan suspensi bakteri uji telah sama dengan kekeruhan standar, maka konsentrasi suspensi bakteri setara dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL (Badan Standardisasi Nasional, 2016).

3.4.5.2 Pembuatan Larutan Stok, Variasi Konsentrasi Ekstrak dan Larutan Kontrol

a. Larutan Stok

Larutan stok dibuat dengan mengambil ekstrak kental akar pisang muli sebanyak 8 mL, kemudian di tambahkan pelarut heksana hingga mencapai volume akhir 35 mL. Larutan tersebut ditetapkan sebagai konsentrasi 100% dan digunakan sebagai larutan induk dalam pembuatan variasi konsentrasi. Penentuan volume akhir 35 mL disesuaikan dengan kebutuhan pengujian yang akan dilakukan.

b. Konsentrasi Ekstrak

Konsentrasi ekstrak akar pisang muli dibuat dalam variasi 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%. Pembuatan variasi konsentrasi ekstrak akar pisang muli dilakukan dengan metode pengenceran menggunakan rumus:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

Keterangan:

M_1 = konsentrasi sebelum pengenceran (%)

V_1 = volume sebelum pengenceran (mL)

M_2 = konsentrasi setelah pengenceran (%)

V_2 = volume setelah pengenceran (mL) (Saridewi dkk., 2017).

Pada penelitian ini dibuat variasi konsentrasi ekstrak 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% dengan volume akhir masing-masing 5 mL. Perhitungan kebutuhan variasi konsentrasi ekstrak disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Kebutuhan Ekstrak Perlakuan Uji Antibiotik dan Uji Antiseptik

Konsentrasi (%)	M_1 (%)	V_1 (mL)	M_2 (%)	V_2 (mL)	$(M_2 \times V_2) / M_1$	Penambahan Pelarut Heksana (mL)
60	100	0	60	5	3	2
70	100	0	70	5	3,5	1,5
80	100	0	80	5	4	1
90	100	0	90	5	4,5	0,5
100	100	0	100	5	5	0

c. Kontrol Negatif Antibiotik dan Antiseptik

Kontrol negatif menggunakan heksana murni tanpa penambahan ekstrak yang berfungsi sebagai pembanding untuk memastikan bahwa pelarut tidak memberikan aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji.

d. Kontrol Positif Antibiotik

Kontrol positif antibiotik dibuat dengan menimbang chloramphenicol sebanyak 0,003 gram menggunakan neraca analitik. Serbuk chloramphenicol kemudian dilarutkan dalam 10 mL aquades steril hingga diperoleh konsentrasi 300 ppm. Kemudian larutan dihomogenkan menggunakan *vortex* sampai tercampur merata sebelum digunakan dalam pengujian (Ningsih dkk., 2013).

e. Kontrol Positif Antiseptik

Kontrol positif antiseptik menggunakan larutan Dettol antiseptik sesuai dengan konsentrasi sediaan produk.

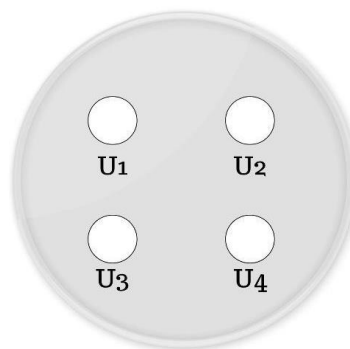
3.4.5.3 Uji Antibiotik dan Antiseptik

Uji aktivitas antibiotik dan antiseptik dilakukan menggunakan metode sumuran pada media *Nutrient Agar* (NA). Suspensi bakteri uji yang telah disiapkan diinokulasikan secara merata pada permukaan media menggunakan metode *swab* dengan *cotton bud* steril. Sumuran dibuat pada media NA menggunakan sedotan kertas steril setelah permukaan media mengering. Larutan ekstrak akar pisang muli dengan variasi konsentrasi 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% dimasukkan ke dalam masing-masing sumuran sebanyak 0,1 mL menggunakan mikropipet.

Dettol antiseptik digunakan sebagai kontrol positif antiseptik, chloramphenicol 300 ppm digunakan sebagai kontrol positif antibiotik dan heksana digunakan sebagai kontrol negatif.

Masing-masing larutan kontrol tersebut dimasukkan ke dalam sumuran sebanyak 0,1 mL menggunakan mikropipet. Setelah seluruh larutan dimasukkan ke dalam sumuran, media uji diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran diamati dan diukur diameternya menggunakan jangka sorong setelah inkubasi. Diameter zona hambat tersebut digunakan sebagai indikator efektivitas antibiotik dan antiseptik dari masing-masing konsentrasi ekstrak akar pisang muli. Skema difusi sumuran dapat dilihat pada Gambar 7.

Konsentrasi 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%

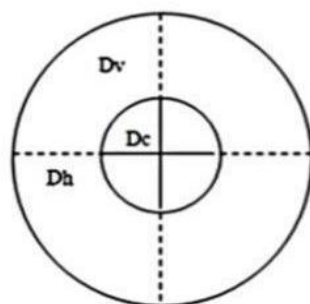


Gambar 7. Skema uji metode sumuran

3.4.6 Penentuan Diameter Zona Hambat

Pengukuran zona hambat dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Zona hambat merupakan daerah bening yang terbentuk di sekitar sumuran pada media agar karena terhambatnya pertumbuhan bakteri uji. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Jika zona hambat tidak simetris, pengukuran dilakukan secara vertikal dan horizontal lalu dihitung nilai rata-ratanya.

Rumus perhitungan diameter zona hambat:



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

Keterangan:

Dv : Diameter vertikal

Dh : Diameter horizontal

Dc : Diameter cakram/sumuran

Gambar 8. Rumus Perhitungan Diameter Zona Hambat (Rahmah dkk., 2024).

Untuk menentukan tingkat kekuatan daya antibakteri berdasarkan diameter zona hambat yang terbentuk, penelitian ini menggunakan kriteria penilaian menurut Davis dan Stout (1971) yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Ketentuan Daya Antibakteri (Davis dan Stout, 1971).

Diameter Zona Hambat (mm)	Ketentuan
≥ 20	Sangat Kuat
10-20	Kuat
5-10	Sedang
≤ 5	Lemah

3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan secara statistik menggunakan program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS). Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro–Wilk untuk mengetahui distribusi data. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (p-value) $> 0,05$ dan dinyatakan tidak berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (p-value) $< 0,05$.

Data yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji parametrik One Way ANOVA, sedangkan data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji non-parametrik Kruskal–Wallis. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut Post Hoc Tukey HSD untuk data parametrik atau uji Mann–Whitney untuk data non-parametrik.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak akar pisang muli (*Musa acuminata* Colla.) positif mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid dan terpenoid yang berperan dalam aktivitas antibiotik dan antiseptik
2. Ekstrak akar pisang muli memiliki aktivitas antibiotik dan antiseptik yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat pada metode sumuran terhadap bakteri uji. Konsentrasi 100% paling efektif karena kandungan senyawa aktif lebih tinggi, sehingga daya hambat terhadap bakteri semakin kuat.
3. Konsentrasi ekstrak yang menunjukkan efektivitas paling optimal sebagai antibiotik terdapat pada konsentrasi 100% dengan diameter zona hambat sebesar 26,56 mm, sedangkan efektivitas paling optimal sebagai antiseptik terdapat pada konsentrasi 100% dengan diameter zona hambat sebesar 17,49 mm.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis bakteri uji lain, baik Gram positif maupun Gram negatif, sehingga spektrum aktivitas antibiotik dan antiseptik ekstrak heksana akar pisang muli dapat diketahui secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajjolakewu, K. A., Ayoola, A. S., Agbabiaka, T. O., Zakariyah, F. R., Ahmed, N. R., Oyedele, O. J., and Sani, A. 2021. A review of the ethnomedicinal, antimicrobial, and phytochemical properties of *Musa paradisiaca* (plantain). *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1), 86.
- Almansour, A. A., Alkahtani, M. D. F., and Alzahrani, F. M. 2022. Biochemical expression of *E. coli* on agar and Gram staining. ResearchGate.
- Aristina, R., Chusniasih, D., dan Susanti, D. 2024. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Aseton Kulit Pisang Muli (*Musa acuminata* L.) Terhadap *Streptococcus mutans* Secara *In Vitro*. *Jurnal Medika Malahayati*, 8(1), 247-255.
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. *Uji Sensitivitas Bakteri yang diisolasi dari Ikan dan Lingkungan terhadap Antimikroba dengan menggunakan Metode Difusi Cakram*. SNI: 8234. Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Basavaraju, M., and Gunashree, B. S. 2022. *Escherichia coli*: an overview of main characteristics. *Escherichia coli-old and new insights*, 1-21.
- Beards, G. 2021. *Staphylococcus aureus* Gram stain. Wikipedia
- Carr, J. H. 2008. *Escherichia coli, scanning electron micrograph*. Centers for Disease Control and Prevention (CDC).
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press.
- Davis and Stout. 1971. Disc Plate Method Of Microbiological Antibiotic *Journal Of Microbiology*. 22(4): 659-665.
- Desmaria, A., Zulkifli, Z., dan Elyzarti, E. 2012. Pengaruh Perlakuan Gelap Terhadap Kandungan Klorofil Dan Karbohidrat Terlarut Total Buah Klimakterik Pisang Muli (*Musa acuminata*). In *Prosiding Seminar Nasional Sains, Matematika, Informatika dan Aplikasinya* (Vol. 3, No. 3).

- Elu, M. K., Obenu, N. M., dan Tea, M. T. D. 2023. Analisis Fitokimia Ekstrak Polar Kulit Akar Tumbuhan “At Anonse”(*Annona reticulata* L.). *Journal of Chemical Science and Application*, 1(2), 7-12.
- Fauzi, M. 2021. *Pengaruh Jenis Pelarut dan Solid-to-Solvent Ratio terhadap Ekstrak Kulit Pisang Mas dan Uji Daya Antibakteri Ekstrak Kulit Pisang Mas* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Fauziah, F., Safrida, Y. D., Azmi, M., dan Zarwinda, I. 2022. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Sains Dan Kesehatan Darussalam*, 2(2), 1-7.
- Fitri, I., Susilowati, D. T., dan Rohmah, I. N. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn. var. kepok) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Eduproxima (Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA)*, 3(1), 24-30.
- Garrity, G. M. (Ed.). 2005. *Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology: Volume Two: The Proteobacteria, Part B: The Gammaproteobacteria*. Springer: New York.
- Gherardi, G. 2023. *Staphylococcus aureus* infection: pathogenesis and antimicrobial resistance. *International journal of molecular sciences*, 24(9), 8182.
- Gonelimali, F. D., Lin, J., Miao, W., Xuan, J., Charles, F., Chen, M., and Hatab, S. R. 2018. Antimicrobial properties and mechanism of action of some plant extracts against food pathogens and spoilage microorganisms. *Frontiers in microbiology*, 9, 1639.
- Haindongo, E. H., Ndakolo, D., Hedimbi, M., Vainio, O., Hakanen, A., and Vuopio, J. 2023. Antimicrobial resistance prevalence of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* amongst bacteremic patients in Africa: a systematic review. *Journal of global antimicrobial resistance*, 32, 35-43.
- Halawa, E. M., Fadel, M., Al-Rabia, M. W., Behairy, A., Nouh, N. A., Abdo, M., and Abdeen, A. 2024. Antibiotic action and resistance: updated review of mechanisms, spread, influencing factors, and alternative approaches for combating resistance. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1305294.
- Imelda, F., Purwandani, L., dan Mustangin, A. 2023. *Uji Mikrobiologi*. Penerbit Politeknik Negeri Pontianak: Kalimantan Barat.
- Ishak, P., Buang, A., dan Jerana, J. 2025. Analisis Kandungan Kalium Pada Kulit dan Daging Buah Pisang Muli (*Musa acuminata*) Matang dengan

Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Pharmacology And Pharmacy Scientific Journals*, 3(2), 63-67.

- Jawetz, E., Melnick, J. L., and Adelberg, E. A. 2019. *Medical microbiology (28th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Kanedi, M., Handayani, K., dan Setiawan, W. A. 2023 Studies on the antimicrobial potential of plant extract of banana (Genus *Musa*) in Indonesia. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 17(02), 386-392.
- Lelario, F., Scrano, L., De Franchi, S., Bonomo, M. G., Salzano, G., Milan, S., and Bufo, S. A. 2018. Identification and antimicrobial activity of most representative secondary metabolites from different plant species. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 5(1), 1-12.
- Li, S., Jiang, S., Jia, W., Guo, T., Wang, F., Li, J., and Yao, Z. 2024. Natural antimicrobials from plants: Recent advances and future prospects. *Food Chemistry*, 432, 137231.
- Maillard, J. Y., and Pascoe, M. 2024. Disinfectants and antiseptics: mechanisms of action and resistance. *Nature Reviews Microbiology*, 22(1), 4-17.
- Michalik, M., Podbielska-Kubera, A., and Dmowska-Korobiewska, A. 2025. Antibiotic Resistance of *Staphylococcus aureus* Strains Searching for New Antimicrobial Agents. *Pharmaceuticals*, 18(1), 81.
- Morè, N., Martorana, A. M., Biboy, J., Otten, C., Winkle, M., Serrano, C. K. G., and Polissi, A. 2019. Peptidoglycan remodeling enables *Escherichia coli* to survive severe outer membrane assembly defect. *MBio*, 10(1), 10-1128.
- Nainggolan, R. D., Handayani, K., Mayuri, N. S., dan Rumidatul, A. 2025. Utilization of Roots of Muli Banana Plants (*Musa acuminata* Linn.) as Antibiotics and Antiseptics. *BIOEDUPAT: Pattimura Journal of Biology and Learning*, 5(2), 335-344.
- Ningsih, AP, dan Agustien, A. 2013. Uji aktivitas antibakteri ekstrak kental tanaman pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* Linn.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi UNAND*, 2 (3), 207-213.
- Nugraha, Y. R. N. Y. R., Erlinawati, N. A. E. N. A., dan Dewi, E. S. D. E. S. 2023. Antibacterial Activity Test Of Ethyl Acetate Extract Of Banana Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Against *Staphylococcus aureus* And *Escherichia coli* Bacteria By Agar Diffusion Method. *Jurnal Medika Farmaka*, 1(1), 40-53.

- Nursanti, A., Suparto, I. H., dan Kemala, T. 2018. Uji aktivitas antibakteri limbah kulit pisang kepok (*Musa acuminata* × *balbisiana*), kulit pisang uli (*Musa paradisiaca sapientum*), dan kulit pisang nangka (*Musa* sp. L.). *Al-Kimia: Jurnal Pendidikan dan Penelitian Kimia*, 1(1), 1–10.
- Nursyafitri, D., Ferdinan, A., dan Rizki, F. S. 2021. Skrining fitokimia dan parameter non spesifik ekstrak etanol akar bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk.). *Jurnal Farmasi IKIFA*, 1(1), 64-73.
- Pakbin, B., Brück, W. M., and Rossen, J. W. 2021. Virulence factors of enteric pathogenic *Escherichia coli*: A review. *International journal of molecular sciences*, 22(18), 9922.
- Pérez-Flores, J. G., García-Curiel, L., Pérez-Escalante, E., Contreras-López, E., Aguilar-Lira, G. Y., Ángel-Jijón, C., and Portillo-Torres, L. A. 2025. Plant antimicrobial compounds and their mechanisms of action on spoilage and pathogenic bacteria: A bibliometric study and literature review. *Applied Sciences*, 15(7), 3516.
- Primadiamanti, A., Elsyana, V., dan Savita, C. R. 2022. Aktivitas Antibakteri Pelepah Pisang Mas (*Musa acuminata* Colla), Pisang Kepok (*Musa x paradisiaca* L.), dan Pisang Kluthuk (*Musa balbisiana* Colla) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 9(1): 539-548.
- Rahmah, A. F., Arma, U., Lestari, C., Edrizal, E., dan Zia, H. K. 2024. Uji zona hambat ekstrak metanol teripang putih (*Holothuria scabra*) mentawai terhadap *Streptococcus sanguinis* pada Stomatitis Aftosa Rekuren secara in vitro: studi eksperimental. *Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students*, 8(1), 71-79.
- Rohde, M. 2019. The Gram-positive bacterial cell wall. *Microbiology spectrum*, 7(3), 10-1128.
- Saridewi, M. N., Bahar, M., dan Anisah. 2017. Uji Efektivitas Antibakteri Perasan Jus Buah Nanas (*Ananas comosus*) terhadap Pertumbuhan Isolat Bakteri Plak Gigi di Puskesmas Kecamatan Tanah Abang Periode April 2017. *Biogenesis Jurnal Ilmiah Biologi*. 5(2): 104-110.
- Sarwar, S., Saleem, S., Shahzad, F., and Jahan, S. 2023. Identifying and elucidating the resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from hospital environment to conventional disinfectants. *American Journal of Infection Control*, 51(2), 178-183.
- Singh, S. P., Qureshi, A., and Hassan, W. 2021. Mechanisms of action by antimicrobial agents: A review. *McGill Journal of Medicine*, 19(1).

- Tong, S. Y., Davis, J. S., Eichenberger, E., Holland, T. L., and Fowler Jr, V. G. 2015. *Staphylococcus aureus* infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clinical microbiology reviews*, 28(3), 603-661.
- Vos, P., Garrity, G., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., Schleifer, K. H., and Whitman, W. B. (Eds.). 2009. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Volume Three: The Firmicutes*. Springer, New York.
- Wahyuni, N. K. D. M. S., Rita, W. S., dan Asih, I. A. R. A. 2019. Aktivitas antibakteri ekstrak kulit pisang kepok kuning (*musa paradisiaca* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* serta penentuan total flavonoid dan fenol dalam fraksi aktif. *Jurnal kimia*, 13(1), 9-15.
- Willey, J. M., Sherwood, L. M., and Woolverton, C. J. 2017. *Prescott's microbiology (10th ed.)*. McGraw-Hill Higher Education.
- Xu, M., Zeng, C. B., He, R., Yan, Z., Qi, Z., Xiong, R., and Tang, H. 2019. Transcriptome analysis of banana (*Musa acuminata* L.) in response to low-potassium stress. *Agronomy*, 9(4), 169.
- Yirka, B. 2015. *Linking antibiotic to antibody found able to kill MRSA hiding in mice cells*. In Phys Org.
- Yulis, P. A. R., Sari, Y., dan Desti, D. 2020. Uji Efektivitas Beberapa Pelarut Pada Proses Identifikasi Metabolit Sekunder Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*) Secara Kualitatif. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 83-88.
- Zaini, N., Mayasari, U., dan Nasution, R. A. 2024. Uji Aktivitas Minyak Atsiri Daun Ekor Kucing (*Acalypha hispida*) Sebagai Disinfektan Alami Terhadap Bakteri *Bacillus Subtilis* dan *Klebsiella Pneumoniae* Secara In-Vitro. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 9(1), 87-96.
- Zhang, Z., Wei, M., Jia, B., and Yuan, Y. 2024. Recent Advances in Antimicrobial Resistance: Insights from *Escherichia coli* as a Model Organism. *Microorganisms*, 13(1), 51.
- Zouine, N., El Ghachtouli, N., Soumya, E. L., and Koraichi, S. I. 2024. A comprehensive review on medicinal plant extracts as antibacterial agents: Factors, mechanism insights and future prospects. *Scientific African*, e02395.