

SKRIPSI

**UJI EFEKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK TANGKAI PINANG
(*Areca catechu* L.) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus***



Nama : Fadhillah Eka Rahmadani
NIM : 144820122006

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS PENDIDIKAN MUHAMMADIYAH SORONG

2026

HALAMAN SKRIPSI

**UJI EFEKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK TANGKAI PINANG
(*Areca catechu* L.) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus***

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Farmasi Pada Fakultas Farmasi
Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong**

**NAMA : Fadhillah Eka Rahmadani
NIM : 144820122006**

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS PENDIDIKAN MUHAMMADIYAH SORONG

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

**UJI EFEKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK TANGKAI PINANG
(*Areca catechu* L.) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus***

NAMA : Fadhillah Eka Rahmadani
NIM : 144820122006

Telah disetujui tim pembimbing
Pada 08 Juni 2026

Pembimbing I

Irwandi, M.Farm.
NUPTK. 0762773674130242



.....

Pembimbing II

apt. Marzella Dea Rossardy, M.Farm.
NUPTK. 7654775676230192



.....

LEMBAR PENGESAHAN
UJI EFEKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK TANGKAI PINANG
(*Areca catechu* L.) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus*

NAMA : Fadhillah Eka Rahmadani
NIM : 144820122006

Skripsi ini telah disahkan oleh Dekan Fakultas Farmasi
Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

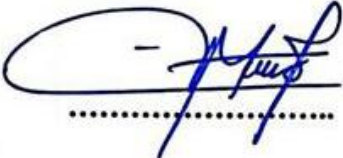
Pada : 08 Juli 2026

Dekan Fakultas Farmasi


Dr. apt. Lukman Hardia, M.Si.
NUPTK. 5931771672130282

Tim Penguji Skripsi

1. A.M. Muslihin, S. Farm., M.Si.
NUPTK. 6160773674130263


.....

2. apt. Marzella Dea Rossardy, M.Farm.
NUPTK. 7654775676230192


.....

3. Irwandi, M.Farm.
NUPTK. 0762773674130242


.....

PERNYATAAN

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

Sorong, 08 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Fadhillah Eka Rahmadani
NIM. 144820122006

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan (Q.S. Al- Insyirah: 5-6)
- ❖ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya (Q.S. Al-Baqarah :286)
- ❖ Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri (QS. Ar-Ra'd: 11)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, kasih sayang, kemudahan, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, suri teladan bagi seluruh umat.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Aji Suwandi dan Ibu Ambarwati, atas segala kasih sayang, doa, dukungan, semangat, dan pengorbanan yang telah diberikan. Terima kasih karena selalu menjadi sumber kekuatan dan alasan terbesar bagi penulis untuk terus berjuang menyelesaikan skripsi ini, sehat selalu bapak dan ibu yang selalu ada disetiap perjalanan dan pencapaian penulis. Kepada adik saya Muhammad Fikry Al-Miftah Dwipa yang selalu memberikan dukungan, semangat dan bantuan. Kepada diri saya sendiri, Fadhillah Eka Rahmadani. Terima kasih karena telah bertahan, terus berusaha, dan tidak menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini. Apa pun hasil yang diperoleh, ini adalah hasil terbaik dari setiap perjuangan yang telah dilakukan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, berkah, dan karunia-Nya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (*Areca catechu* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas Farmasi, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, doa, motivasi, serta bimbingan, baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Rustamadji, M.Si. selaku Rektor Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
2. Dr. apt. Lukman Hardia, M.Si. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
3. apt. Angga Bayu Budiyanto M.Farm. selaku Kepala Program Studi Farmasi Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
4. Dosen pembimbing 1 Bapak Irwandi, M.Farm., dan pembimbing 2 Ibu apt. Marzella Dea Rossardy, M.Farm. Terimakasih telah menjadi pembimbing yang luar biasa, yang telah meluangkan waktu dan tenaganya, memberikan motivasi, kritik, saran, arahan, untuk membimbing saya dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Ketua penguji Bapak A.M Muslih, S.Farm., M.Si. Terima kasih untuk semua bimbingan, motivasi yang telah diberikan serta kritik dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Program Studi Farmasi Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong. Terimakasih bapak dan ibu semoga jerih payahmu terbayarkan dan selalu dilimpahkan kesehatan
7. Teman seperjuangan dalam penelitian saya Fitriani Faidatul Hikmah, Meliani, Arum Pramitha Sari dan Nurul Arsy Yasin terimakasih selalu ada dan membantu pada saat proses penelitian saya, melewati suka duka dan segalanya bersama, saling mengingatkan dan sama - sama berjuang dalam menyusun skripsi, serta selalu mensupport selama masa perkuliahan.
8. Teman – teman angkatan 2022 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terimakasih sudah baik selama 4 tahun di kampus ini.
9. Kakak- kakak tingkat yang telah memberikan arahan dan bantuan pada saat proses penelitian saya.
10. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Farmasi (HIMAFAR) yang telah memberikan dukungan, pengalaman, serta motivasi selama proses perkuliahan.

Dalam penulisan skripsi ini walaupun penulis telah berusaha semaksimal mungkin, tentunya masih banyak kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki, oleh karena itu penulis berharap ada saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan khususnya pada bidang farmasi.

ABSTRAK

Fadhillah Eka Rahmadani/144820122006. UJI EFEKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK TANGKAI PINANG (*Areca catechu* L.) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus*

Skripsi. Fakultas Farmasi. Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong, April, 2026. Pembimbing: Irwandi, M. Farm. dan apt. Marzella Dea Rossardy, M. Farm.

Infeksi bakteri masih menjadi masalah kesehatan yang serius, salah satunya disebabkan oleh *Staphylococcus aureus*. Penggunaan antibiotik yang tidak rasional dapat menimbulkan resistensi, sehingga diperlukan alternatif antibakteri dari bahan alam. Tangkai pinang (*Areca catechu* Lam.) diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan steroid yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas antibakteri ekstrak tangkai pinang terhadap bakteri *S. aureus* serta pengaruh variasi konsentrasi terhadap zona hambat yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratorium kuantitatif yang melibatkan ekstraksi maserasi menggunakan pelarut etanol 70% dan pengujian antibakteri menggunakan metode difusi cakram. Ekstrak tangkai pinang dibuat dalam konsentrasi 3%, 4%, dan 5%. Parameter yang diamati adalah diameter zona hambat pada media *Nutrient Agar* setelah inkubasi 24 jam pada suhu 37°C. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji normalitas *Shapiro–Wilk*, uji homogenitas, uji *One Way* ANOVA, serta uji lanjut Games-Howell. Hasil penelitian menunjukkan terbentuknya zona hambat pada semua konsentrasi yaitu 1,3 mm; 1,6 mm; dan 5,41 mm, yang meningkat seiring kenaikan konsentrasi. Analisis *One Way* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$), sehingga konsentrasi ekstrak berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* Lam.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*.

Kata Kunci: Antibakteri, Tangkai pinang, *S. aureus*, Difusi cakram

ABSTRAK

Fadhillah Eka Rahmadani/144820122006. ANTIBACTERIAL EFFECTIVENESS TEST OF ARECA PALM STALK EXTRACT (*Areca catechu* L.) AGAINST *Staphylococcus aureus* BACTERIA

Thesis. Faculty of Pharmacy, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong, April 2026. Supervisors: Irwandi, M. Farm. and apt. Marzella Dea Rossardy, M. Farm.

*Bacterial infections remain a serious health problem, one of which is caused by *Staphylococcus aureus*. Irrational use of antibiotics can lead to resistance; therefore, alternative antibacterial agents from natural sources are needed. Areca palm stalk (*Areca catechu* Lam.) is known to contain secondary metabolites such as flavonoids, alkaloids, tannins, and steroids that have potential antibacterial activity. This study aimed to determine the antibacterial effectiveness of areca palm stalk extract against *S. aureus* and to evaluate the effect of concentration variations on the inhibition zones produced. The research method used was a quantitative laboratory experimental study involving maceration extraction using 70% ethanol solvent and antibacterial testing using the disc diffusion method. Areca palm stalk extract was prepared at concentrations of 3%, 4%, and 5%. The observed parameter was the diameter of the inhibition zone on Nutrient Agar medium after 24 hours of incubation at 37°C. The obtained data were analyzed using the Shapiro–Wilk normality test, homogeneity test, One Way ANOVA, and Games-Howell post hoc test. The results showed inhibition zones at all concentrations, namely 1.3 mm, 1.6 mm, and 5.41 mm, which increased with higher extract concentrations. One Way ANOVA analysis indicated a significant difference ($p < 0.05$), meaning that extract concentration affected bacterial growth. Based on the results, it can be concluded that areca palm stalk extract *A. catechu* Lam.) has antibacterial activity against *S. aureus*.*

Keywords: Antibacterial, Areca palm stalk, S. aureus, Disc diffusion

DAFTAR ISI

HALAMAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Definisi Operasional Variabel	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Kajian Teori.....	9
B. Kerangka Konsep	50
C. Penelitian Terdahulu.....	51
BAB III METODE PENELITIAN	53
A. Jenis Penelitian.....	53
B. Waktu dan Tempat Penelitian	53
C. Desain Penelitian.....	53
D. Populasi dan Sampel	54
E. Teknik Pengumpulan Sampel	54
F. Determinasi Tanaman.....	56
G. Instrumen Penelitian.....	56
H. Pengujian Efektivitas Antibakteri.....	57
I. Teknik Analisis Data	60
J. Kerangka Alur Penelitian	61
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	62
A. Hasil Penelitian	62
B. Pembahasan.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
A. Kesimpulan.....	79
B. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pinang	9
Gambar 2. 2 Struktur Alkaloid	14
Gambar 2. 3 Struktur Dasar Flavanoid	15
Gambar 2. 4 Struktur Saponin	16
Gambar 2. 5 Struktur Tanin	17
Gambar 2. 6 Struktur Terpenoid	19
Gambar 2. 7 Struktur Steroid.....	20
Gambar 2. 9 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	23
Gambar 2. 10 Kerangka Konsep Penelitian.....	50
Gambar 3. 1 Kerangka Alur Penelitian.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	51
Tabel 4. 1 Rendemen Ekstrak Tangkai Pinang (<i>A. catechu</i> L)	62
Tabel 4. 2 Diameter Zona Hambat Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (<i>A. catechu</i> L.) Terhadap Bakteri <i>S. aureus</i> dan uji lanjut <i>Post Hoc</i> (Games-Howell)	63
Tabel 4. 3 Uji Normalitas (<i>Saphiro-Wilk</i>)	64
Tabel 4. 4 Uji Homogenitas Variansi (Levene Test)	65
Tabel 4. 5 Uji <i>One Way</i> ANNOVA	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Determinasi Tanaman Pinang (<i>A. catechu</i> L.).....	90
Lampiran 2. Skema Ekstraksi Tangkai Pinang (<i>A . catechu</i> L.).....	91
Lampiran 3. Skema Kerja Uji Efektivitas Antibakteri	92
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen (%)	93
Lampiran 5. Perhitungan Larutan Konsentrasi.....	93
Lampiran 6. Perhitungan Media <i>Nutrient Agar</i> (NA)	93
Lampiran 7. Perhitungan Zona Hambat	94
Lampiran 8. Prosedur Kerja	95
Lampiran 9. Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (<i>A. catechu</i> L.) Terhadap Bakteri <i>S. aureus</i>	100
Lampiran 10. Hasil Analisis Data SPSS.....	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit infeksi merupakan salah satu masalah kesehatan yang masih menjadi penyebab tingginya angka kesakitan dan kematian, terutama di negara berkembang. Infeksi dapat ditularkan melalui kontak langsung, udara, makanan, maupun vektor tertentu, serta disebabkan oleh berbagai mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur (Niswah *et al.*, 2023). Di antara berbagai mikroorganisme patogen tersebut, *Staphylococcus aureus* adalah salah satu bakteri yang banyak menimbulkan infeksi pada manusia. Berdasarkan laporan epidemiologis, prevalensi infeksi bakteri yang melibatkan *S. aureus* menunjukkan variasi angka yang cukup tinggi di berbagai wilayah dunia berkisar antara 25–65%, sedangkan secara nasional mencapai sekitar 38%. Tingginya angka tersebut menunjukkan bahwa *S. aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab infeksi yang penting dan memerlukan perhatian dalam upaya pencegahan, pengobatan, serta pengendaliannya (Safutri *et al.*, 2024).

Secara morfologi, *S. aureus* dikenal sebagai bakteri gram positif berbentuk kokus yang berkelompok menyerupai buah anggur. Bakteri ini dapat berperan sebagai flora normal pada kulit, membran mukosa, dan saluran pencernaan, namun dapat menjadi patogen oportunistik yang menyebabkan infeksi ketika daya tahan tubuh menurun atau terjadi kerusakan jaringan (Niswah *et al.*, 2023). Infeksi *S. aureus* dapat menimbulkan berbagai gejala, mulai dari ringan hingga berat. Gejala yang sering muncul meliputi demam, mual, muntah, dan

diare (Safutri *et al.*, 2024). Pada kulit, infeksi *S. aureus* bisa muncul dalam bentuk bisul, selulitis, impetigo, dan lain-lain. Infeksi ini pada usia remaja dapat berdampak pada kesehatan individu di masa dewasa (Hanina *et al.*, 2022). Jika tidak ditangani, infeksi *S. aureus* dapat menyebar ke berbagai organ dan menyebabkan kerusakan jaringan, peradangan, serta komplikasi serius yang berpotensi fatal (Safutri *et al.*, 2024).

Untuk mengatasi infeksi bakteri, termasuk *S. aureus*, antibiotik hingga saat ini masih menjadi terapi utama (Niswah *et al.*, 2023). Antibiotik merupakan senyawa kimia yang dihasilkan oleh bakteri atau jamur dan memiliki kemampuan untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Nuryanti & Rahmayanti, 2025). Antibiotik bekerja dengan menghambat pertumbuhan dan perkembangan bakteri sehingga membantu proses penyembuhan infeksi. Efektivitasnya dipengaruhi oleh pemilihan jenis obat, dosis, dan kepatuhan pasien, sehingga penggunaannya sebaiknya didasarkan pada hasil uji sensitivitas bakteri agar terapi lebih efektif dan tepat sasaran (Niswah *et al.*, 2023).

Namun, tantangan besar dunia medis saat ini adalah meningkatnya kasus resistensi *S. aureus* terhadap berbagai antibiotik. Resistensi antibiotik didefinisikan sebagai kemampuan bakteri bertahan hidup dan berkembang meskipun terpapar obat yang seharusnya mampu membunuh atau menghambat pertumbuhannya. Kondisi ini menurunkan efektivitas terapi, meningkatkan risiko komplikasi, dan memperpanjang waktu penyembuhan pasien. Upaya terapi kombinasi antibiotik memang telah diterapkan, tetapi tidak selalu

memberikan hasil optimal, bahkan berpotensi memperburuk resistensi jika tidak diawasi ketat (Niswah *et al.*, 2023).

Tingkat resistensi bakteri di Indonesia menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Berdasarkan data Komite Pengendalian Resistensi Antimikroba, persentase bakteri resisten mengalami kenaikan bertahap, yaitu sekitar 40% pada tahun 2013, meningkat menjadi 60% pada tahun 2016, dan mencapai 60,4% pada tahun 2019 (Marsudi *et al.*, 2021). Resistensi antibiotik pada anak di Indonesia terus mengalami peningkatan dan telah menjadi masalah kesehatan masyarakat yang memerlukan perhatian yang lebih serius. Berdasarkan laporan tim peneliti dari *University of Sydney* pada tahun 2023, tingkat resistensi antibiotik pada populasi anak di Indonesia dilaporkan mencapai 67%, dengan pola resistensi yang didominasi terhadap antibiotik spektrum luas yang selama ini banyak digunakan dalam praktik klinik. Kondisi ini mengindikasikan adanya penggunaan antibiotik yang kurang rasional serta meningkatnya kemampuan adaptasi bakteri terhadap agen antimikroba (Arbaini *et al.*, 2024).

Data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menunjukkan bahwa resistensi bakteri patogen terhadap antibiotik masih cukup tinggi. Salah satu yang menjadi perhatian adalah *S. aureus*, dengan tingkat resistensi terhadap metisilin mencapai 36,3%. Tingginya angka resistensi ini dapat menurunkan efektivitas pengobatan, meningkatkan risiko kegagalan terapi, memperpanjang masa perawatan, serta menambah risiko komplikasi dan biaya pengobatan (Arbaini *et al.*, 2024). Data resistensi *S. aureus* terhadap berbagai antibiotik menunjukkan bahwa bakteri ini telah mengalami peningkatan

resistensi yang cukup tinggi terhadap beberapa antibiotik yang umum digunakan. Penelitian (Agbo *et al.*, 2024) melaporkan bahwa resistensi tertinggi terjadi terhadap oxacillin (95,92%), erythromycin (81,63%), cefoxitin (79,59%), dan ertapenem (78,57%). Selain itu, sebanyak 75,51% isolat teridentifikasi sebagai MRSA dan 47,30% sebagai VRSA. Tingginya angka resistensi tersebut menunjukkan bahwa pengobatan infeksi yang disebabkan oleh *S. aureus* semakin sulit dilakukan karena banyak antibiotik yang sudah tidak efektif.

Sebagai alternatif, penelitian banyak diarahkan pada pemanfaatan tanaman herbal yang berpotensi sebagai antibakteri alami. Tanaman herbal mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin, yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Selain itu, tanaman herbal umumnya memiliki efek samping yang lebih ringan dan berpotensi digunakan sebagai terapi pendukung (Safutri *et al.*, 2024). Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat telah dilakukan sejak lama. Berbagai bagian tumbuhan digunakan untuk mencegah penyakit, meredakan gejala, dan membantu pemulihan kesehatan. Selain itu, berbagai penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan berpotensi sebagai agen antimikroba dan sumber pengembangan obat modern (Asrianto *et al.*, 2021). Dalam hal ini, berbagai tanaman lokal juga menjadi perhatian, salah satunya adalah pinang yang telah lama digunakan secara tradisional.

Tanaman pinang (*Areca catechu L.*) merupakan anggota palem yang tumbuh di berbagai habitat beriklim tropis maupun subtropis. Di Papua, bijinya dikonsumsi sebagai cemilan utama dan menjadi tradisi turun-temurun. Selain nilai budaya, pinang sejak lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional.

Biji pinang digunakan sebagai obat alami berbagai gangguan kesehatan yaitu pendarahan atau luka, anemia, leukoderma, lepra, obesitas, dan kecacangan. Tanaman ini memiliki spektrum manfaat luas dalam pengobatan tradisional (Asrianto *et al.*, 2020).

Keunggulan tanaman pinang tidak hanya terbukti secara empiris, tetapi juga diperkuat oleh berbagai temuan ilmiah modern. Menurut penelitian (Tunnazilah *et al.*, 2024), tangkai pinang mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, dan steroid yang berperan dalam aktivitas antibakteri melalui mekanisme merusak dinding sel bakteri. Selain itu, pinang juga mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti saponin, alkaloid, flavonoid, fenol, tanin, triterpenoid, dan glikosida yang memiliki aktivitas farmakologis, antara lain sebagai antibakteri, antijamur, antivirus, antioksidan, antiinflamasi, dan antialergi (Asrianto *et al.*, 2020). Pada bagian kulit buah pinang, kandungan alkaloid, flavanoid, tanin dan saponin juga telah dilaporkan (Cahyani *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada jurnal (Munthe, 2022), daun pinang mengandung alkaloid, flavanoid, tanin, saponin, steroid/triterpenoid, dan glikosida. Keseluruhan temuan ini memperkuat potensi tanaman pinang tidak hanya sebagai obat tradisional, tetapi juga sebagai sumber kandidat antibakteri alami. Kandungan berbagai senyawa aktif pada pinang menunjukkan potensinya sebagai agen antibakteri alami. Senyawa bioaktif pada pinang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, sehingga berpotensi sebagai sumber antibakteri alami. Oleh karena itu, pinang layak diteliti lebih lanjut untuk mendukung pengembangan obat berbahan alam yang

aman dan efektif (Asrianto *et al.*, 2020). Namun, penelitian lebih spesifik masih diperlukan untuk memperkuat bukti ilmiah terkait efektivitasnya.

Hingga saat ini, penelitian yang secara khusus mengkaji uji efektivitas antibakteri ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) terhadap *S. aureus* memang belum ditemukan. Namun, penelitian terhadap spesies berbeda dalam genus yang sama, yaitu pinang yaki (*Areca vestiaria*) menunjukkan hasil yang menjanjikan. Penelitian yang dilakukan oleh (Redwik *et al.*, 2019) melaporkan bahwa, ekstrak etanol tangkai pinang yaki (*A. vestiaria*) yang mengandung flavonoid, saponin, dan triterpenoid mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus*, *E. coli*, dan *P. aeruginosa*. Aktivitas antibakteri bervariasi sesuai konsentrasi ekstrak, dengan daya hambat kuat pada konsentrasi 4–5% terhadap *E. coli* dan *P. aeruginosa*, serta pada konsentrasi 2–5% terhadap *S. aureus*.

Pemanfaatan pinang selama ini lebih banyak berfokus pada buahnya, sedangkan tangkai pinang umumnya dianggap sebagai limbah dan jarang dimanfaatkan. Padahal, tangkai pinang diduga mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri. Minimnya penelitian mengenai efektivitas antibakteri ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) terhadap *S. aureus* menjadikan topik ini penting untuk diteliti. Penelitian mengenai efektivitas antibakteri ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) terhadap *S. aureus* perlu dilakukan untuk membuktikan potensi antibakterinya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi ilmiah serta mendukung pemanfaatan tangkai pinang sebagai sumber antibakteri alami yang ekonomis, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan. Selain itu, tangkai pinang berpotensi

dikembangkan sebagai bahan baku antibakteri dalam bidang kesehatan, farmasi, dan industri berbasis bahan alam.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana efektivitas antibakteri ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) dengan zona hambat yang dihasilkan terhadap *S. aureus*?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektivitas antibakteri ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) dengan zona hambat yang dihasilkan terhadap *S. aureus*

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti
Memberikan pemahaman mengenai potensi tangkai pinang (*A. catechu* L.) sebagai agen antibakteri terhadap bakteri *S. aureus*
2. Bagi Akademik
Memberikan kontribusi akademik di bidang mikrobiologi serta menjadi referensi penelitian antibakteri alami berbasis botani.
3. Bagi Masyarakat
Memberikan informasi efektivitas ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) asal Kabupaten Sorong, Papua Barat Daya terhadap *S. aureus*.

E. Definisi Operasional Variabel

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak etanol tangkai pinang (*A. catechu* L.) yang dibuat dalam tiga variasi, yaitu 3%, 4% dan 5%.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* yang ditunjukkan oleh terbentuknya zona hambat (mm) pada media *Nutrient Agar*
3. Variabel terkontrol meliputi sterilisasi media dan alat, suhu 121°C, oven 50°C, *waterbath* 50°C, serta inkubasi 24 jam pada 37°C.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Tumbuhan Buah Pinang (*A. catechu* L.)

a. Klasifikasi tumbuhan

Pinang merupakan salah satu tumbuhan berbiji tunggal (monokotil) yang termasuk dalam famili *Palmaceae*. Tanaman ini memiliki klasifikasi yaitu (Wahyuni *et al.*, 2022):

Kingdom	: Plantae
Sub divisi	: Angiospermae
Divisi	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Ordo	: Arecales
Familia	: Arecaceae
Sub Famili	: Arecoideae
Genus	: Areca
Spesies	: <i>Areca catechu</i> L.

b. Morfologi tumbuhan



Pinang (*A. catechu* L.) merupakan anggota suku palem dengan karakter batang tunggal yang kokoh dan dapat menjulang hingga 25 meter. Walaupun demikian, ukuran rata-rata tanaman ini berada pada kisaran 15–20 meter, dengan diameter batang antara 23–46 cm (Hamidah *et al.*, 2022). Lingkungan tumbuh yang mendukung meliputi lahan kering dengan kondisi tanah subur sekaligus lembap, sehingga pertumbuhannya ideal di kawasan hutan maupun semak. Persebarannya cukup luas di wilayah Indonesia, terutama di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Sagrim & Soekamto, 2019). Ciri-ciri tersebut menegaskan bahwa tumbuhan ini telah beradaptasi baik terhadap ekosistem tropis yang kaya akan variasi iklim mikro.

Daun pinang menunjukkan struktur khas tumbuhan monokotil. Komponen utama terdiri atas pelepah serta helaian yang panjang. Rata-rata pelepah mencapai $96,50 \pm 12,38$ cm. Helaian berbentuk majemuk berwarna hijau dengan ukuran kurang lebih $189,61 \pm 33,52$ cm dan tersusun atas sekitar 60 anak daun. Setiap anak daun memiliki panjang $86,6 \pm 1,67$ cm serta lebar $4,98 \pm 0,59$ cm, sehingga keseluruhan tampak menjuntai rapi membentuk tajuk. Jumlah helaian yang dimiliki satu individu berkisar 7–12 helai (Wahyuni *et al.*, 2022). Keberadaan daun dengan ukuran besar dan tersusun rapat memungkinkan tumbuhan ini memperoleh energi cahaya secara maksimal. Tangkai pinang memiliki banyak cabang yang menjadi tempat melekatnya buah pinang. Tangkai ini muncul di bagian bawah daun dan pada awal pertumbuhannya berbentuk bunga tongkol dengan seludang panjang, serta memiliki tangkai pendek dengan percabangan ganda. Tangkai pinang muda tumbuh bersama bunga pinang dalam satu rangkaian. Pada fase awal pertumbuhan, bagian

tersebut tampak berwarna putih kekuningan, lalu berangsur berubah menjadi hijau seiring bertambahnya tingkat kematangan (Irianti, 2022).

Struktur generatif ditunjukkan oleh bunga yang tumbuh dalam tandan. Susunan tandan berupa spikelet sepanjang $\pm 36,69$ cm dengan tangkai sekitar 10 cm. Bagian ini mengandung bunga jantan dan betina dengan kedudukan berbeda. Betina berada di bagian pangkal berukuran lebih besar, sedangkan jantan berukuran kecil, cepat rontok, dan tersebar hingga ujung. Warna spikelet dapat memperlihatkan gradasi oranye kemerahan hingga kuning kehijauan. Keanekaragaman bentuk serta letak bunga tersebut menunjukkan strategi reproduksi yang memaksimalkan peluang penyerbukan (Wahyuni *et al.*, 2022).

Buah pinang mengalami perubahan warna dari hijau hingga jingga kemerahan saat masak, dengan bagian luar yang tersusun atas tiga lapisan berbeda. Epicarp sebagai kulit terluar tipis sekaligus keras, mesocarp berserabut setebal 5–6 mm berwarna kuning muda hingga oranye, serta endocarp berupa biji keras menyerupai batu dengan warna kuning kecokelatan sampai oranye. Biji memiliki bentuk obovate dengan rona kuning kemerahan, tekstur padat, serta rasa pahit, pedas, dan hangat (Wahyuni *et al.*, 2022). Biji pinang mengandung berbagai senyawa aktif, antara lain alkaloid (arekolin, guvasin), tanin, flavonoid, serta minyak atsiri yang memberikan beragam khasiat biologis (Wahyuni *et al.*, 2023). Kombinasi rasa dan tekstur tersebut menjadikan biji pinang sering dimanfaatkan dalam berbagai keperluan tradisional, baik sebagai bahan konsumsi maupun ramuan herbal.

c. Kandungan Senyawa dan Manfaat Pinang (*A. cathecu* L.)

Pinang (*A. Catechu* L.) termasuk tanaman palma yang telah lama dikenal dan dimanfaatkan masyarakat Indonesia. Selama ini pinang sering dijadikan tanaman pagar atau digunakan dalam kebiasaan menyirih, namun potensinya sebagai komoditas perkebunan bernilai ekonomi cukup besar. Selain itu, secara tradisional pinang juga dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan untuk membantu penanganan bisul, diare, disentri, mimisan, cacingan, hingga malaria. Pemanfaatan ini menunjukkan bahwa keberadaan pinang tidak hanya penting secara ekologis, tetapi juga memiliki nilai etnobotani tinggi karena berperan dalam pengobatan masyarakat sejak lama. Dengan demikian, tumbuhan ini menempati posisi penting sebagai komoditas hayati maupun sumber pengetahuan lokal yang diwariskan turun-temurun (Cahyani *et al.*, 2020).

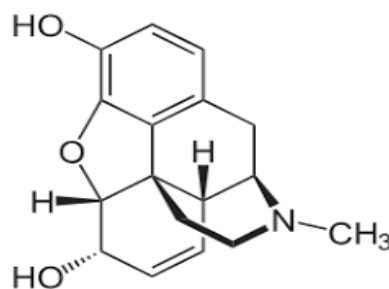
Pada penelitian (Tunnazilah *et al.*, 2024), tangkai pinang mengandung alkaloid, flavanoid, tanin dan steroid yang berpotensi sebagai antioksidan. Senyawa metabolit aktif tersebut memiliki peranan penting dalam aktivitas antibakteri karena kandungan tersebut diketahui dapat merusak dinding sel bakteri. Biji buah pinang mengandung berbagai senyawa seperti alkaloid (arekolin, arekain), tanin, flavonoid, fenolik, dan proantosianidin yang bersifat antibakteri (Wahyuni *et al.*, 2022). Kulit pinang mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan tanin yang bermanfaat sebagai antibakteri (Nuryanti & Rahmayanti, 2025). Sedangkan daun pinang mengandung alkaloid, flavanoid, tanin, saponin, steroid/triterpenoid, dan glikosida (Munthe, 2022).

2. Mekanisme Senyawa Kimia Antibakteri

a. Alkaloid

Alkaloid termasuk golongan metabolit sekunder yang memiliki peran penting dan banyak dijumpai pada berbagai jenis tumbuhan. Keberadaannya di alam jarang dalam bentuk tunggal, melainkan sebagai campuran dari beberapa alkaloid utama disertai sejumlah kecil turunan lainnya. Istilah alkaloid yang berarti menyerupai alkali sebenarnya sulit diberi batasan tegas karena tidak ada pemisah jelas antara senyawa ini dengan amina kompleks alami. Secara umum, alkaloid bersifat basa, mengandung satu atau lebih atom nitrogen yang biasanya terikat pada cincin heterosiklik, serta memiliki pengaruh fisiologis terhadap manusia maupun hewan. Stabilitas senyawa ini cukup baik, terutama pada suhu pemanasan $\leq 60^{\circ}\text{C}$, sehingga proses ekstraksi dapat dilakukan tanpa merusak strukturnya (Julianto, 2019).

Dari sisi bioaktivitas, alkaloid berperan sebagai antibakteri dengan cara menghambat proses sintesis peptidoglikan pada dinding sel bakteri. Terhambatnya proses sintesis peptidoglikan menyebabkan pembentukan dinding sel berlangsung tidak sempurna, sehingga struktur dinding sel menjadi lemah dan tidak stabil. Kondisi tersebut mengakibatkan terganggunya keseimbangan osmotik serta fungsi fisiologis sel bakteri, sehingga proses metabolisme sel tidak dapat berlangsung secara normal. Gangguan ini selanjutnya dapat memicu kerusakan struktur dan komponen seluler yang bersifat vital, yang pada akhirnya berujung pada kematian sel bakteri (Jungjunan *et al.*, 2023).



Gambar 2. 2 Struktur Alkaloid

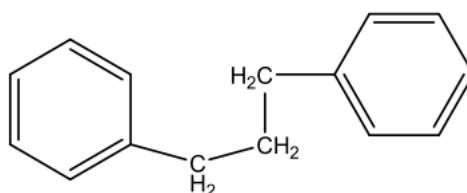
Sumber : (Julianto, 2019)

b. Flavonoid

Flavanoid termasuk golongan metabolit sekunder yang banyak dijumpai pada berbagai jenis tumbuhan dan berperan penting dalam mekanisme pertahanan terhadap serangan mikroorganisme patogen. Senyawa ini dikenal memiliki aktivitas antibakteri yang cukup luas, dengan mekanisme kerja yang berkaitan dengan kerusakan membran sel, penghambatan enzim, serta gangguan pada sintesis asam nukleat. Gugus hidroksi (-OH) yang dimiliki flavonoid memungkinkan terbentuknya ikatan hidrogen dengan protein pada dinding sel bakteri, sehingga mengubah permeabilitas membran, menghambat metabolisme, hingga menyebabkan lisis sel (Annisa *et al.*, 2021).

Flavonoid memiliki aktivitas antibakteri dengan sifat bakteriolitik, yaitu dengan menghancurkan sel patogen melalui berbagai mekanisme. Salah satu mekanismenya adalah menghambat sintesis protein, DNA, dan RNA, sehingga proses replikasi serta pertumbuhan bakteri terhenti. Senyawa ini juga dapat membentuk kompleks dengan protein yang berada di permukaan maupun yang terlarut di sekitar sel, sehingga mengganggu fungsi biologis yang esensial. Interaksi tersebut menimbulkan kerusakan

pada membran sel yang berakibat keluarnya komponen intraseluler (Sujana *et al.*, 2024). Kondisi ini menyebabkan metabolit penting bocor ke luar dan sejumlah enzim menjadi tidak aktif. Gangguan pada integritas membran semakin melemahkan fungsi seluler karena sistem pertukaran zat tidak lagi berjalan secara normal. Akibat kebocoran nukleotida dan asam amino sekaligus terhambatnya masuknya molekul aktif dari luar, metabolisme bakteri menjadi terganggu. Ketidakmampuan dalam mempertahankan keseimbangan internal pada akhirnya menimbulkan kematian sel (Sujana *et al.*, 2024). Dengan mekanisme tersebut, flavonoid berperan sebagai salah satu senyawa alami yang potensial untuk dikembangkan sebagai agen antimikroba.



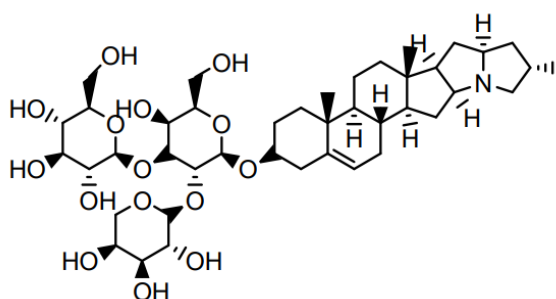
Gambar 2. 3 Struktur Dasar Flavanoid
Sumber : (Noer et al., 2018)

c. Saponin

Saponin termasuk senyawa alami yang secara luas terdapat pada berbagai jenis tumbuhan dan dikenal karena kemampuannya menghasilkan busa. Struktur kimianya terdiri atas bagian gula yang terikat pada rangka berbentuk cincin. Ketika larutan yang mengandung senyawa ini dikocok, akan terbentuk busa stabil dengan daya tahan cukup lama. Selain memiliki sifat fisik tersebut, saponin juga menunjukkan aktivitas biologis, salah satunya sebagai antimikroba. Dalam proses ekstraksi, senyawa ini cukup

tahan terhadap pemanasan dan dapat bertahan pada suhu sekitar 70–80 °C. Saponin menunjukkan efek antibakteri dengan menurunkan tegangan permukaan membran sel bakteri. Perubahan tegangan tersebut membuat struktur pelindung sel menjadi lebih rapuh dan mudah mengalami kebocoran. Keadaan tersebut mengakibatkan keluarnya komponen intraseluler penting dari dalam sel, sehingga fungsi fisiologis bakteri terganggu (Nurkhasanah & Dhurhanian, 2023).

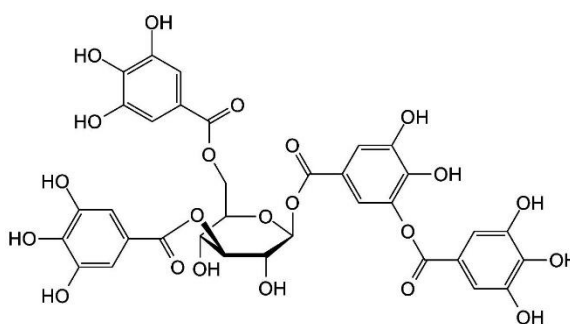
Kehilangan zat esensial mengakibatkan metabolisme sel tidak dapat berlangsung normal. Kerusakan membran yang semakin parah akhirnya menimbulkan kematian bakteri (Hayon *et al.*, 2023). Dengan demikian, saponin tidak hanya dikenal karena sifat surfaktan alaminya, tetapi juga memiliki aktivitas antimikroba melalui kemampuannya merusak membran sel mikroorganisme yang mengakibatkan hilangnya kandungan intraseluler dan gangguan metabolisme sel. Oleh karena itu, senyawa saponin berpotensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan di berbagai aplikasi pada bidang kesehatan dan farmasi sebagai agen antimikroba alami.



Gambar 2. 4 Struktur Saponin
Sumber : (Noer et al., 2018)

d. Tanin

Tanin termasuk metabolit sekunder golongan polifenol yang tersebar luas pada berbagai bagian tumbuhan, seperti daun, batang, kulit kayu, serta buah. Senyawa ini memiliki aktivitas biologis yang penting, khususnya sebagai antibakteri, melalui mekanisme gangguan terhadap dinding sel bakteri, pengendapan protein, serta penghambatan kerja enzim bakteri (Putria *et al.*, 2022). Dalam proses ekstraksi bahan alam, tanin tergolong senyawa yang relatif stabil pada pemanasan bersuhu rendah hingga sedang, yaitu pada kisaran 40–60 °C, sehingga suhu tersebut aman digunakan untuk mempertahankan aktivitas biologisnya (Julianto, 2019).



Gambar 2. 5 Struktur Tanin
Sumber : (Julianto, 2019)

Tanin memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme spesifik pada struktur sel. Senyawa ini menyebabkan dinding atau membran sel bakteri mengalami pengerutan. Perubahan tersebut berdampak langsung pada kemampuan membran dalam mengatur keluar-masuknya zat. Gangguan permeabilitas membuat sel kehilangan fungsi pentingnya dalam menjaga kestabilan lingkungan internal. Kondisi ini menghambat berbagai proses fisiologis yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup mikroorganisme (Sujana *et al.*, 2024).

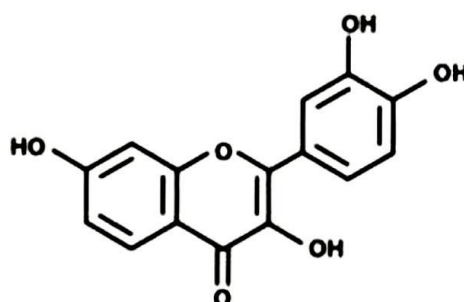
Akibat terganggunya mekanisme dasar tersebut, pertumbuhan bakteri tidak dapat berlangsung secara normal. Berbagai proses vital seperti sintesis protein, replikasi DNA, serta pembentukan dinding sel menjadi terhambat sehingga bakteri kehilangan kemampuan untuk mempertahankan fungsi fisiologisnya. Dalam kondisi tersebut, sel bakteri perlahan mengalami kerusakan struktural maupun fungsional yang bersifat permanen, dan pada akhirnya akan mengalami kematian. Melalui mekanisme inilah tanin dipandang sebagai salah satu senyawa alami yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan sebagai agen antibakteri yang efektif dan aman digunakan (Sujana *et al.*, 2024).

e. Terpenoid

Terpenoid termasuk salah satu senyawa hidrokarbon organik yang tersebar luas pada berbagai jenis tumbuhan dan dalam jumlah tertentu juga dapat diproduksi oleh beberapa serangga. Senyawa ini dikenal memiliki aroma khas yang kuat, sehingga berperan penting sebagai mekanisme pertahanan alami. Kehadirannya melindungi tumbuhan dari gangguan herbivora maupun serangan predator, sekaligus mendukung proses adaptasi di lingkungan (Julianto, 2019).

Selain fungsi ekologis, terpenoid menjadi komponen utama dalam minyak atsiri yang dihasilkan oleh beragam bunga maupun tumbuhan aromatik. Kandungan ini memberikan kontribusi besar pada pembentukan bau wangi, sehingga dimanfaatkan secara luas dalam industri parfum. Tidak hanya itu, sifat volatil dan bioaktifnya juga dimanfaatkan dalam terapi kesehatan, terutama aromaterapi, yang

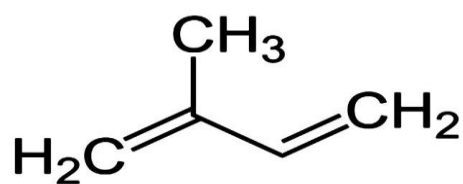
mampu memberikan efek relaksasi. Dari sisi ketahanan, terpenoid relatif stabil terhadap pemanasan dan mampu bertahan pada suhu sekitar 80°C. Sifat ini mendukung keberhasilan proses ekstraksi tanpa menurunkan kualitas senyawa. Dengan karakteristik tersebut, terpenoid menempati posisi penting baik dalam bidang ekologi, industri, maupun kesehatan (Julianto, 2019). Senyawa terpenoid memiliki aktivitas antibakteri yang berkaitan dengan sifat lipofiliknya, sehingga mampu berinteraksi dengan membran sel bakteri, mengganggu integritas, dan meningkatkan permeabilitas membran. Kondisi ini menyebabkan kebocoran komponen intraseluler esensial serta mengganggu keseimbangan osmotik dan fungsi fisiologis sel. Selain itu, terpenoid dapat menghambat enzim metabolisme energi seperti ATP ase, menurunkan produksi ATP, serta menghambat pertumbuhan bakteri. Studi *in silico* juga menunjukkan kemampuan terpenoid berikatan dengan DNA gyrase, yang mengganggu replikasi DNA dan pembelahan sel, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri alternatif terhadap resistensi antibiotik konvensional (Ulfah *et al.*, 2024).



Gambar 2. 6 Struktur Terpenoid
Sumber : (Azalia et al., 2023)

f. Steroid

Steroid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang tersusun dari dua atau lebih unit atom C₅ yang dikenal sebagai unit isopren (2-metil-1,3-butadiena). Unit-unit isopren tersebut saling terhubung secara teratur dalam molekul, yaitu bagian “kepala” dari satu unit berikatan dengan bagian “ekor” unit lainnya. Pola keteraturan struktur ini dikenal sebagai kaidah isopren. Secara umum, senyawa steroid tersusun atas alkohol, aldehida, atau asam karboksilat yang bersifat tidak berwarna, berbentuk kristal, dan memiliki titik leleh yang tinggi. Senyawa ini banyak ditemukan pada berbagai bagian tumbuhan, seperti daun, buah, resin, kulit batang, dan getah (Tunnazilah *et al.*, 2024). Mekanisme kerja steroid sebagai antibakteri yaitu dapat menyebabkan kebocoran pada liposom yang berhubungan dengan membran lipid dan sensitivitas terhadap komponen steroid, Steroid dapat berinteraksi dengan membran fosfolipid sel yang bersifat permeabel terhadap senyawa-senyawa lipofilik sehingga menyebabkan integritas membran menurun serta morfologi membran sel berubah yang menyebabkan sel rapuh dan lisis. Melalui mekanisme tersebut, steroid mampu menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian sel bakteri (Kiko *et al.*, 2023).



Gambar 2. 7 Struktur Steroid
 Sumber : (Tunnazilah *et al.*, 2024)

3. Bakteri

a. Definisi

Bakteri merupakan organisme bersel tunggal berukuran mikroskopis yang termasuk dalam kelompok prokariot. Organisme ini tidak memiliki membran inti maupun organel kompleks seperti pada sel eukariot, tetapi dilengkapi dengan dinding sel yang umumnya tersusun atas peptidoglikan. Penyebarannya sangat luas, mulai dari lingkungan biasa hingga habitat ekstrem. Keanekaragaman morfologi juga cukup tinggi, mencakup bentuk kokus (bulat), basil (batang), spirillum (spiral), vibrio (koma), hingga kokobasil (gabungan bulat dan batang). Sebagian besar bersifat heterotrof, dapat hidup bebas atau menjadi parasit, serta mampu membentuk endospora untuk bertahan pada kondisi yang tidak menguntungkan (Ratiwi & Febriansyah, 2020). Dalam kajian mikrobiologi, bakteri biasanya dikelompokkan sebagai gram positif dan gram negatif berdasarkan struktur dinding sel. Perbedaan tersebut dapat diamati melalui teknik pewarnaan Gram, di mana gram positif tampak ungu sedangkan gram negatif berwarna merah muda di bawah mikroskop (Ratiwi & Febriansyah, 2020).

Gram positif ditandai dengan dinding sel tebal dengan banyak lapisan peptidoglikan serta kandungan asam teikoat. Struktur ini relatif sederhana sehingga lebih rentan terhadap antibiotik, misalnya penisilin. Sebaliknya, gram negatif mempunyai dinding lebih tipis, tetapi dilapisi membran luar yang mengandung lemak serta lipopolisakarida. Lapisan tambahan tersebut meningkatkan ketahanan terhadap antibiotik sekaligus berperan dalam

produksi racun (endotoksin) yang dapat menimbulkan penyakit serius (Ratiwi & Febriansyah, 2020).

Walaupun memiliki perbedaan struktur, kedua kelompok ini tetap memiliki sejumlah karakteristik umum yang mendasar, yaitu bersifat prokariotik, tidak memiliki membran inti sejati, serta tidak mempunyai organel bermembran kompleks. Materi genetik pada kedua kelompok tersebut berada dalam daerah nukleoid, memungkinkan proses replikasi dan transkripsi berlangsung secara efisien. Proses reproduksi berlangsung melalui pembelahan biner, suatu mekanisme pembelahan sel yang sederhana namun sangat efektif, sehingga pertumbuhan populasi bakteri dapat terjadi dengan cepat dalam kondisi lingkungan yang mendukung. Kemampuan adaptasi yang tinggi menjadi ciri penting dari kedua kelompok bakteri ini (Ratiwi & Febriansyah, 2020).

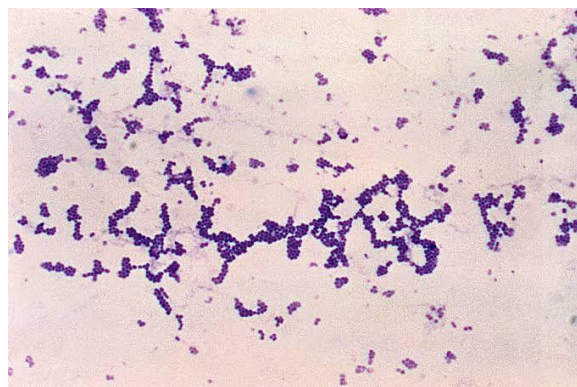
Adaptasi tersebut memungkinkan bakteri bertahan hidup pada berbagai kondisi lingkungan, termasuk perubahan suhu, pH, ketersediaan nutrisi, dan tekanan lingkungan lainnya. Potensi patogenik muncul ketika bakteri mampu berkolonisasi pada jaringan inang dan menghasilkan faktor virulensi, seperti toksin dan enzim ekstraseluler, dapat merusak sel dan jaringan. Kondisi ini menyebabkan kedua kelompok bakteri berperan sebagai agen penyebab infeksi pada manusia, hewan, maupun tumbuhan, dengan manifestasi klinis bervariasi tergantung pada jenis bakteri, lokasi infeksi, serta respons imun inang. Contoh bakteri gram positif antara lain *Staphylococcus*, *Streptococcus*, dan *Bacillus*, sedangkan bakteri gram

negatif mencakup *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, serta *Vibrio cholerae* (Ratiwi & Febriansyah, 2020).

b. Bakteri Uji

Bakteri *S. aureus* diklasifikasi sebagai berikut (Sari & Basyarahil, 2021):

Kingdom : Bacteria
Ordo : Bacillales
Famili : Micrococcaceae
Genus : Staphylococcus
Spesies : *Staphylococcus aureus*



Gambar 2. 8 Bakteri *Staphylococcus aureus*
Sumber : (Google, 2025)

S. aureus adalah bakteri gram positif berukuran 0,5–1,5 μm yang dapat ditemukan secara tunggal, berpasangan, maupun membentuk koloni menyerupai gugusan anggur yang tidak teratur. Bakteri ini mampu menimbulkan penyakit dengan gejala khas berupa peradangan pada jaringan tubuh (Khairunnisa *et al.*, 2023). Sebagai salah satu spesies dari genus *Staphylococcus*, mikroorganisme ini dikenal sebagai penyebab utama infeksi bernanah pada manusia. *S. aureus* banyak ditemukan di

rongga hidung serta pada permukaan kulit sebagian besar populasi. Penularan umumnya terjadi melalui folikel rambut, tusukan jarum, maupun saluran pernapasan. Infeksi yang ditimbulkan ditandai dengan lesi khas berupa furunkel atau abses lokal yang dapat menyebabkan nekrosis jaringan akibat faktor dermatonekrotik yang dimilikinya (Ratiwi & Febriansyah, 2020).

Meskipun termasuk bagian dari flora normal kulit dan selaput mukosa, *S. aureus* juga berperan sebagai patogen oportunistik yang dapat menyebabkan penyakit serius. Hampir semua orang pernah mengalami infeksi bakteri ini dengan tingkat keparahan yang beragam, mulai dari keracunan makanan, infeksi kulit ringan, hingga infeksi serius yang berpotensi membahayakan nyawa. Gejala klinis yang muncul meliputi benjolan berisi nanah, peradangan, rasa nyeri, serta komplikasi lain apabila infeksi menyebar lebih lanjut (Ratiwi & Febriansyah, 2020).

c. Sifat Bakteri

S. aureus adalah bakteri Gram-positif dengan bentuk bulat (kokus) yang biasanya membentuk umpulan seperti buah anggur. Bakteri ini bersifat non-motil, tidak membentuk spora, dan dapat bertahan hidup pada berbagai kondisi lingkungan (Idrees *et al.*, 2021). Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 6,5 - 46 °C dan pH 4,2 - 9,3, dengan waktu pembentukan koloni sekitar 24 - 48 jam dan diameter koloni mencapai 4 mm. Ciri khas *S. aureus* adalah kemampuannya menghasilkan pigmen lipokromik yang memberikan warna kuning keemasan hingga kuning jingga pada koloninya (Rahayu *et al.*, 2023). Secara alami, *S. aureus*

sering ditemukan sebagai bagian dari flora normal pada kulit, rongga hidung, dan saluran pernapasan manusia. Meskipun keberadaannya umumnya tidak menimbulkan masalah, dalam kondisi tertentu seperti menurunnya sistem imun, adanya luka pada kulit, atau terganggunya keseimbangan mikrobiota bakteri ini dapat berubah menjadi patogen oportunistik. Tingginya kemampuan *S. aureus* untuk menimbulkan penyakit didukung oleh berbagai faktor virulensi, termasuk beragam enzim, toksin, serta protein adhesi. Faktor-faktor ini memungkinkan bakteri menempel kuat pada jaringan inang, membentuk biofilm yang melindunginya dari lingkungan maupun antibiotik, serta menghindari deteksi dan eliminasi oleh sistem imun. Kombinasi karakteristik tersebut menjadikan *S. aureus* salah satu patogen penting dalam berbagai infeksi klinis (Idrees *et al.*, 2021).

4. Permasalahan Penyakit Infeksi Bakteri *S. aureus*

a. *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)

Kasus infeksi akibat *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) merupakan permasalahan kesehatan yang semakin mendapat perhatian serius, khususnya di lingkungan fasilitas pelayanan kesehatan. MRSA dikenal sebagai salah satu bakteri utama penyebab *Healthcare-Associated Infections* (HAIs) yang berkontribusi terhadap peningkatan angka kesakitan, kematian, serta beban biaya perawatan pasien (Osok *et al.*, 2025). Laporan *Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System* (GLASS) yang dirilis oleh *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2022 menunjukkan bahwa kejadian

(MRSA) masih tergolong tinggi di berbagai negara. Secara global, median proporsi MRSA pada kasus infeksi aliran darah dilaporkan sekitar 35%, yang mencerminkan adanya penurunan sensitivitas sebagian besar isolat *S. aureus* terhadap antibiotik golongan β -laktam yang selama ini digunakan sebagai terapi lini pertama (WHO, 2022). Tingginya tingkat resistensi MRSA terhadap antibiotik β -laktam menyebabkan pilihan terapi menjadi terbatas, sehingga infeksi yang ditimbulkan cenderung lebih sulit ditangani dibandingkan dengan infeksi oleh *S. aureus* yang masih sensitif terhadap antibiotik (Osok *et al.*, 2025).

Infeksi MRSA tergolong berbahaya karena dapat menyebabkan berbagai manifestasi klinis yang berat, mulai dari infeksi kulit dan jaringan lunak, pneumonia, infeksi aliran darah (sepsis), hingga infeksi pada luka operasi. Pada kondisi tertentu, infeksi MRSA dapat berkembang menjadi sistemik dan mengancam jiwa, terutama pada pasien dengan imunitas lemah atau pasien yang menjalani perawatan jangka panjang di rumah sakit. Selain itu, keterbatasan pilihan antibiotik efektif terhadap MRSA meningkatkan risiko kegagalan terapi dan memperpanjang lama rawat inap (Osok *et al.*, 2025).

Secara mikrobiologis, MRSA bukan bakteri yang berbeda dari *S. aureus*, melainkan merupakan strain atau varian dari *S. aureus* yang memiliki gen resistensi terhadap antibiotik methicillin dan antibiotik β -laktam lainnya. Dengan demikian, seluruh MRSA termasuk dalam kelompok *S. aureus*, namun tidak semua *S. aureus* bersifat MRSA.

Perbedaan utama terletak pada kemampuan MRSA untuk bertahan terhadap terapi antibiotik standar, sehingga infeksi yang disebabkan oleh MRSA umumnya lebih sulit dikendalikan. Tenaga kesehatan memiliki peran penting dalam dinamika terjadinya kasus infeksi MRSA, baik sebagai individu yang berisiko terkolonisasi maupun sebagai sumber potensial penularan. Kolonisasi MRSA pada hidung tenaga kesehatan dapat terjadi akibat kontak langsung yang intensif dengan pasien, penggunaan alat medis, serta paparan lingkungan rumah sakit yang terkontaminasi. Kondisi ini menjadi faktor risiko utama dalam penyebaran MRSA antar tenaga kesehatan maupun dari tenaga kesehatan ke pasien, terutama di unit pelayanan dengan tingkat kunjungan dan interaksi tinggi seperti Instalasi Gawat Darurat dan ruang rawat inap (Osok *et al.*, 2025).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolonisasi MRSA masih ditemukan pada tenaga kesehatan, yang mengindikasikan adanya potensi berkelanjutan terjadinya kasus infeksi nosokomial. Temuan ini menegaskan bahwa kasus infeksi MRSA tidak hanya berkaitan dengan kondisi pasien, tetapi juga erat hubungannya dengan kepatuhan terhadap praktik pengendalian dan pencegahan infeksi di rumah sakit. Oleh karena itu, peningkatan kepatuhan terhadap kebersihan tangan, penggunaan alat pelindung diri, serta pelaksanaan program skrining dan dekolonisasi MRSA pada tenaga kesehatan merupakan langkah strategis untuk menurunkan risiko terjadinya dan meluasnya infeksi MRSA di lingkungan pelayanan Kesehatan (Osok *et al.*, 2025).

b. Selulitis

Infeksi kulit dan jaringan lunak masih menjadi permasalahan klinis yang sering dijumpai dalam praktik pelayanan kesehatan dan memiliki dampak signifikan terhadap kualitas hidup pasien. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh invasi bakteri piogenik yang memanfaatkan adanya gangguan pada integritas kulit sebagai barier pertahanan tubuh. Di fasilitas pelayanan kesehatan, infeksi kulit tidak hanya menjadi salah satu alasan utama pasien berkunjung, namun juga dapat berkembang menjadi kondisi yang lebih berat apabila tidak dikenali dan ditangani secara tepat sejak dini (Devi *et al.*, 2024).

Selulitis dan erisipelas merupakan dua bentuk infeksi kulit dan jaringan lunak yang paling sering ditemukan, dengan karakteristik klinis serta derajat keparahan yang bervariasi. Kedua penyakit ini dapat terjadi pada berbagai kelompok usia dan sering berkaitan dengan faktor risiko seperti trauma kulit, gangguan sirkulasi, serta adanya penyakit penyerta. Tingginya angka kejadian selulitis dan erisipelas menunjukkan bahwa infeksi ini masih menjadi tantangan dalam pelayanan kesehatan, baik dari aspek diagnosis, penatalaksanaan, maupun pencegahan komplikasi (Devi *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Poliklinik Kulit dan Kelamin RSUP Prof. I.G.N.G. Ngoerah pada periode 2019–2021, selulitis ditemukan lebih sering dibandingkan erisipelas, dengan proporsi masing-masing sebesar 77,1% dan 22,9% dari total 436 pasien. Lokasi infeksi paling banyak ditemukan pada ekstremitas bawah, yang

mencerminkan tingginya kerentanan area tersebut terhadap trauma, gangguan sirkulasi, serta kemudahan masuknya mikroorganisme patogen ke dalam jaringan kulit (Devi *et al.*, 2024).

Infeksi selulitis dan erisipelas tergolong berbahaya karena dapat berkembang dari infeksi lokal menjadi kondisi sistemik apabila tidak ditangani secara tepat. Selulitis merupakan infeksi akut yang melibatkan dermis hingga jaringan subkutan, sedangkan erisipelas terutama menyerang dermis superfisial dan pembuluh limfatik. Manifestasi klinis yang muncul meliputi kemerahan, pembengkakan, nyeri, dan peningkatan suhu lokal, yang disertai gejala sistemik berupa demam dan menggigil. Pada kasus yang lebih berat, infeksi ini berisiko menimbulkan komplikasi serius seperti bakteremia dan sepsis, yang berdampak pada peningkatan angka morbiditas, mortalitas, serta beban pelayanan kesehatan (Devi *et al.*, 2024).

Secara etiologi, selulitis dan erisipelas sangat berkaitan dengan *S. aureus*, meskipun tidak selalu disebabkan oleh bakteri tersebut secara tunggal. Jurnal ini menjelaskan bahwa kedua infeksi tersebut umumnya disebabkan oleh bakteri Gram positif, terutama *S. aureus* dan *Streptococcus* β -hemolitikus grup A (*S. pyogenes*). Oleh karena itu, selulitis dan erisipelas tidak dapat disamakan secara langsung dengan infeksi *S. aureus*, melainkan merupakan manifestasi klinis infeksi kulit yang dapat disebabkan oleh *S. aureus* maupun bakteri patogen lainnya. *S. aureus* berperan sebagai salah satu patogen utama karena kemampuannya menginvasi jaringan kulit yang mengalami gangguan

barrier dan memicu respons inflamasi yang luas. Dengan demikian, tingginya angka kejadian selulitis dan erisipelas menegaskan pentingnya deteksi dini serta penatalaksanaan yang tepat untuk mencegah perburukan infeksi dan terjadinya komplikasi sistemik. Pemahaman yang komprehensif mengenai karakteristik kasus dan faktor etiologi infeksi kulit dan jaringan lunak diharapkan dapat menjadi dasar dalam upaya peningkatan kualitas pelayanan kesehatan serta pemilihan terapi yang lebih efektif dan rasional (Devi *et al.*, 2024).

c. Impetigo

Impetigo krustosa merupakan salah satu bentuk infeksi kulit superfisial yang termasuk dalam kelompok pioderma dan umum ditemukan pada anak-anak, khususnya usia prasekolah. Jurnal ini melaporkan bahwa secara global prevalensi impetigo diperkirakan mencapai 11,2%, dengan angka kejadian pada anak-anak sebesar 12,3%, yang hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan pada orang dewasa (4,9%). Selain itu, impetigo krustosa merupakan bentuk yang paling dominan, mencakup sekitar 70% dari seluruh kasus impetigo, dengan variasi kejadian yang dipengaruhi oleh kondisi iklim dan lingkungan. Data ini menunjukkan bahwa impetigo krustosa masih menjadi masalah kesehatan kulit yang signifikan, terutama pada populasi anak (Alif *et al.*, 2025).

Secara klinis, impetigo krustosa ditandai dengan lesi awal berupa eritema yang berkembang menjadi vesikel atau pustul berdinding tipis. Lesi tersebut mudah pecah, mengeluarkan cairan atau nanah, kemudian

mengering dan membentuk krusta tebal berwarna kuning keemasan menyerupai madu (*honey-colored crust*). Lokasi predileksi terutama di wajah, khususnya di sekitar hidung dan mulut, yang dianggap sebagai sumber awal infeksi. Penyakit ini umumnya tidak disertai gejala sistemik, namun rasa gatal yang muncul dapat menyebabkan garukan berulang sehingga mempercepat penyebaran lesi ke area kulit lain melalui autoinokulasi (Alif *et al.*, 2025).

Meskipun bersifat superfisial, infeksi impetigo krustosa tetap tergolong berbahaya apabila tidak ditangani dengan baik. Bahaya utama infeksi ini terletak pada tingginya daya penularan serta risiko terjadinya komplikasi. Jurnal ini menyebutkan bahwa salah satu komplikasi yang dapat terjadi adalah glomerulonefritis pasca-streptokokus, yang dilaporkan muncul pada sekitar 1–5% penderita impetigo, terutama pada anak-anak. Selain itu, lesi yang luas dan persisten dapat menyebabkan infeksi sekunder, memperpanjang durasi penyakit, serta menimbulkan dampak psikososial akibat stigma dan gangguan kenyamanan pada anak (Alif *et al.*, 2025).

Ditinjau dari etiologinya, impetigo krustosa berkaitan dengan *S. aureus*, namun tidak dapat disamakan secara langsung dengan infeksi *S. aureus*. Jurnal ini menjelaskan bahwa impetigo krustosa dapat disebabkan oleh *S. aureus*, *Streptococcus* β -hemolitikus grup A (*S. pyogenes*), atau kombinasi keduanya. Dengan demikian, impetigo krustosa merupakan manifestasi klinis infeksi kulit, sedangkan *S. aureus* merupakan salah satu agen penyebab utama, bukan satu-satunya

penyebab penyakit ini. Peran *S. aureus* menjadi signifikan karena kemampuannya menginvasi kulit yang mengalami gangguan barier, kemudian berkolonisasi dan memicu respons inflamasi lokal yang khas, sehingga berkontribusi terhadap timbulnya dan perburukan manifestasi klinis infeksi (Alif *et al.*, 2025).

Secara keseluruhan, tingginya prevalensi impetigo, dominasi impetigo krustosa sebagai bentuk yang paling sering ditemukan, serta potensi komplikasi yang dapat ditimbulkan menegaskan pentingnya upaya deteksi dini dan penatalaksanaan yang tepat. Upaya ini diperlukan untuk mencegah perburukan penyakit, menekan risiko terjadinya komplikasi, serta meningkatkan keberhasilan terapi pada pasien secara keseluruhan. Pemahaman yang komprehensif mengenai besarnya angka kejadian, tingkat bahaya infeksi, serta peran *S. aureus* sebagai salah satu patogen utama menjadi dasar penting dalam perencanaan dan pelaksanaan upaya pencegahan penularan yang efektif dan berkelanjutan. Selain itu, pemahaman tersebut juga berfungsi sebagai acuan dalam pemilihan terapi antibiotik yang rasional, tepat, dan berbasis bukti, sehingga diharapkan dapat menurunkan risiko komplikasi lanjutan serta kekambuhan infeksi. Hal ini menjadi sangat penting pada kelompok pasien anak-anak yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang cenderung lebih rentan terhadap dampak infeksi. Dengan penanganan yang tepat, kualitas perawatan pasien dapat ditingkatkan sekaligus mengurangi beban kesehatan yang ditimbulkan oleh penyakit infeksi (Alif *et al.*, 2025).

5. Simplisia dan Cairan Penyari

a. Simplisia

Menurut *Materia Medika Indonesia*, “simplisia ialah bahan alamiah yang telah dikeringkan, digunakan untuk pengobatan dan belum mengalami pengolahan apapun kecuali dinyatakan lain”. Simplisia dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu simplisia pelikan (mineral), simplisia hewani, dan simplisia nabati. Simplisia nabati mencakup seluruh bagian tumbuhan, bagian tertentu dari tumbuhan, atau eksudat tumbuhan. Pengeringan simplisia dikerjakan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari, diangin-anginkan, atau menggunakan oven. Kecuali dinyatakan lain, suhu pengeringan menggunakan oven tidak melebihi 60°C (Kemenkes RI, 2017).

Standarisasi simplisia sangat penting untuk menjamin mutu, keamanan, serta konsistensi kandungan zat aktif yang ada di dalamnya. Hal ini bertujuan untuk memastikan efek pengobatan yang dihasilkan tetap seragam dan terjaga kualitasnya. Salah satu cara standarisasi adalah dengan uji parameter spesifik dan nonspesifik (Evifania *et al.*, 2020). Adapun proses pembuatan simplisia yang baik meliputi beberapa tahap yang harus dilakukan secara sistematis dan terkontrol, yaitu pengumpulan bahan baku yang memenuhi kriteria mutu, sortasi basah, pencucian, penirisan, perajangan, pengeringan, sortasi kering untuk memastikan keseragaman dan kebersihan simplisia, diakhiri dengan pengemasan dan penyimpanan yang bertujuan menjaga mutu serta stabilitas simplisia selama masa simpan (Arsyad *et al.*, 2023).

b. Cairan Penyari

Cairan pelarut dalam proses ekstraksi merupakan pelarut yang paling sesuai (optimal) untuk senyawa aktif yang berkhasiat, sehingga senyawa tersebut dapat dipisahkan dari bahan asal maupun dari komponen lainnya. Ekstrak yang diperoleh terutama berisi senyawa yang diinginkan. Pada ekstrak total, pelarut yang digunakan dipilih agar mampu melarutkan hampir seluruh metabolit sekunder yang terdapat dalam bahan (Ditjen POM, 2000). Pada prinsipnya penyari wajib memenuhi persyaratan kefarmasian atau "*pharmaceutical grade*". Hingga saat ini, ketentuan yang berlaku menyebutkan bahwa pelarut yang diizinkan adalah air, alkohol (etanol), serta campuran keduanya (Ditjen POM, 2000). Macam-macam pelarut diantaranya adalah:

1) Air

Air adalah pelarut yang memiliki kemampuan tinggi untuk melarutkan berbagai senyawa pada suhu kamar karena sifat polaritasnya. Ketika digunakan dalam bentuk air hangat, proses kelarutan berjalan lebih cepat akibat meningkatnya interaksi antara pelarut dan zat terlarut. Namun, setelah suhu kembali normal, sebagian komponen yang sebelumnya larut dapat mengalami penurunan kelarutan sehingga mengendap. Keunggulan utama penggunaan air adalah kemampuannya untuk terlebih dahulu melarutkan gula, gom, garam mineral, asam tumbuhan, dan zat warna. Pelarutan awal komponen-komponen ini membuat larutan yang terbentuk menjadi lebih homogen dan dapat membantu memperlancar proses pelarutan senyawa lainnya. Meskipun

demikian, air juga memiliki beberapa kelemahan penting. Air sangat mudah mendukung pertumbuhan bakteri dan jamur sehingga hasil ekstrak rentan mengalami kerusakan apabila tidak segera diproses atau diawetkan. Selain itu, dalam metode ekstraksi perkolasi, penggunaan air sering menyulitkan proses penarikan senyawa karena simplisia yang menyerap air akan mengembang, sehingga dapat memperlambat aliran pelarut dan menurunkan efisiensi ekstraksi (Ditjen POM, 2000).

2) Etanol

Etanol dikenal sebagai pelarut yang efektif untuk melarutkan senyawa tertentu seperti damar, glikosida, alkaloid, dan minyak atsiri, tetapi tidak bekerja optimal pada albumin, gula, maupun gom. Selain sebagai pelarut, etanol memiliki kemampuan menghambat enzim, terutama yang berperan dalam proses fermentasi. Sifat ini juga disertai dengan efek penghambatan terhadap pertumbuhan jamur dan sebagian besar bakteri, sehingga etanol kerap digunakan sebagai pengawet dalam berbagai sediaan. Dibandingkan dengan penggunaan air tunggal, campuran air-etanol (*hidroalkoholic menstrum*) lebih efektif memiliki kemampuan melarutkan kelompok senyawa aktif yang lebih luas, baik senyawa polar maupun senyawa semipolar. Selain itu, penggunaan menstrum hidroalkoholik juga berkontribusi dalam menghasilkan ekstrak dengan mutu yang lebih baik, ditandai oleh rendemen yang lebih optimal, stabilitas senyawa yang lebih terjaga, serta potensi aktivitas biologis yang lebih tinggi (Ditjen POM, 2000).

3) Gliserin

Gliserin umumnya dimanfaatkan sebagai pelarut pendukung pada larutan hidroalkoholik, khususnya pada ekstraksi yang mengandung tanin. Senyawa ini memiliki kemampuan melarutkan albumin, berbagai jenis gom, serta oksida tanin dengan baik, sehingga mendukung proses ekstraksi senyawa aktif. Akan tetapi, gliserin kurang sesuai digunakan dalam pembuatan ekstrak kering karena sifatnya yang sulit menguap dan cenderung tertinggal dalam hasil ekstraksi (Ditjen POM, 2000).

4) Eter

Sebagian besar zat dalam simplisia tidak larut dalam eter, namun senyawa seperti alkaloid basa, lemak, damar, dan minyak atsiri yang mudah larut. Karena sifatnya sangat mudah menguap serta memiliki efek farmakologis, eter dianggap kurang sesuai digunakan sebagai pelarut pada sediaan galenik cair, baik untuk konsumsi maupun pada sediaan yang memerlukan penyimpanan jangka Panjang (Ditjen POM, 2000).

5) *Solvent Hexane*

Pelarut ini efektif melarutkan lemak, minyak, lilin, serta berbagai senyawa nonpolar lainnya, diperoleh melalui proses penyulingan minyak tanah kasar. Sifatnya yang nonpolar membuat pelarut ini mampu menarik komponen yang tidak larut dalam pelarut polar, sehingga sering digunakan pada tahap awal pengolahan bahan alam. Senyawa tersebut biasanya dimanfaatkan untuk menghilangkan kandungan lemak atau komponen nonpolar yang tidak diperlukan pada simplisia sebelum diproses lebih lanjut menjadi sediaan galenik (Ditjen POM, 2000).

6. Ekstraksi

Ekstraksi atau penyarian adalah proses memisahkan senyawa yang terdapat dalam simplisia dengan memanfaatkan pelarut yang tepat. Tujuan dari proses ini adalah untuk memperoleh atau mengisolasi senyawa tersebut dari simplisia. Proses ekstraksi dilakukan dengan beragam metode dan teknik yang disesuaikan dengan sifat bahan serta tujuan penggunaannya. Hasil yang diperoleh dari proses ini disebut ekstrak (Nahor *et al.*, 2020). Berdasarkan Farmakope Indonesia, ekstrak yang dihasilkan dapat berbentuk ekstrak cair, ekstrak kental, atau ekstrak kering. Dalam proses ekstraksi, pemilihan pelarut menjadi faktor utama karena sangat memengaruhi kualitas, kuantitas, dan selektivitas senyawa yang berhasil diambil. Pelarut polar seperti air, metanol, etanol, dan aseton lebih cocok untuk senyawa polar, sedangkan pelarut non-polar seperti heksana, kloroform, dan etil asetat digunakan untuk senyawa non-polar. Pemilihan pelarut juga mempertimbangkan keamanan, toksisitas, dan dampaknya terhadap lingkungan (Popova & Bankova, 2023).

a. Cara Dingin

Ekstraksi cara dingin merupakan teknik ekstraksi yang dilakukan tanpa melibatkan proses pemanasan dengan tujuan mempertahankan kestabilan zat aktif yang sensitif terhadap suhu tinggi. Teknik ini dibedakan menjadi beberapa jenis yang penerapannya disesuaikan dengan kebutuhan penelitian serta karakteristik bahan yang akan diekstraksi sehingga diharapkan dapat menghasilkan ekstrak dengan kualitas dan aktivitas yang optimal (Aprilyanie *et al.*, 2023).

1) Maserasi

Maserasi dilakukan melalui perendaman simplisia dalam pelarut pada temperatur kamar. Selama perendaman, pelarut akan masuk ke dalam sel tumbuhan dan melarutkan senyawa yang terkandung di dalamnya. Proses ini biasanya berlangsung 3–5 hari. Agar ekstraksi lebih cepat, cairan diratakan atau diaduk sesekali. Pelarut perlu diganti berkala untuk menjaga konsentrasi tetap berbeda antara larutan di dalam sel dan di luar sel, sehingga proses penarikan senyawa terus terjadi (Aprilyanie *et al.*, 2023). Metode ini sederhana, murah, dan tidak membutuhkan peralatan khusus. Namun, kelemahannya adalah prosesnya sangat lama, seringkali tidak menghasilkan ekstraksi sempurna, dan berpotensi mengekstrak senyawa yang tidak diinginkan sehingga menurunkan kemurnian hasil (Sun *et al.*, 2025).

2) Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi melalui pengaliran pelarut baru secara terus-menerus melalui bahan hingga seluruh senyawa aktif terekstraksi secara maksimal. Teknik ini umumnya memerlukan waktu yang cukup lama serta pemakaian pelarut dalam volume besar. Untuk memastikan perkolasi telah selesai, perkolat dapat diperiksa keberadaan metabolitnya menggunakan pereaksi khusus (Aprilyanie *et al.*, 2023). Kelebihan metode ini adalah menjaga senyawa tetap stabil karena proses berlangsung pada suhu kamar. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, seperti waktu ekstraksi yang panjang, kebutuhan pelarut

dalam jumlah besar, serta potensi penyumbatan pada kolom jika bahan mudah mengembang atau menyerap banyak pelarut (Zhang *et al.*, 2023).

b. Cara Panas

Berbeda dengan metode dingin, ekstraksi cara panas menggunakan pemanasan agar proses penarikan senyawa lebih cepat. Suhu yang digunakan melebihi suhu kamar, dan teknik ini terbagi menjadi beberapa metode:

1) Soxhletasi

Metode ini menggunakan alat soxhlet. Simplisia ditempatkan dalam wadah khusus, sedangkan pelarut organik dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap pelarut naik ke kondensor, kemudian kembali menetes ke simplisia. Proses ini berlangsung berulang-ulang, sehingga meski volume pelarut tetap, senyawa dalam simplisia terus larut sedikit demi sedikit (Aprilyanie *et al.*, 2023). Kelebihannya adalah mampu mengekstrak senyawa dengan efisien menggunakan pelarut panas yang terus bersirkulasi, sehingga baik untuk senyawa non-polar atau stabil terhadap panas. Kekurangannya yaitu membutuhkan banyak pelarut, waktu lama, dan berisiko menyebabkan degradasi termal pada senyawa yang sensitif (Sun *et al.*, 2025).

2) Refluks

Refluks adalah ekstraksi yang dilakukan dengan memanaskan pelarut pada suhu titik didihnya selama jangka waktu tertentu, menggunakan jumlah pelarut terbatas yang tetap konstan berkat adanya pendingin balik. Untuk memperoleh hasil penyarian yang lebih optimal, proses refluks

biasanya diulang beberapa kali (3–6 kali) pada residu pertama. Namun, metode ini berpotensi menyebabkan degradasi pada senyawa yang tidak tahan pemanasan (Aprilyanie *et al.*, 2023).

Kelebihannya adalah proses ekstraksi yang berlangsung lebih cepat dibanding maserasi, hasil lebih stabil karena pelarut tidak berkurang, dan ekstraksi dapat berlangsung lebih efektif. Akan tetapi, kelemahannya adalah adanya risiko kerusakan senyawa yang sensitif terhadap panas akibat proses pemanasan, serta kebutuhan energi yang lebih tinggi karena perlunya pemanasan berulang selama tahapan ekstraksi (Zhang *et al.*, 2023).

3) Infusa

Infusa adalah sediaan galenik berbentuk cair yang diperoleh melalui proses penyarian simplisia nabati menggunakan air sebagai pelarut. Proses penyariannya dilakukan dengan cara memanaskan simplisia pada suhu sekitar $\pm 90^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 15 menit. Pemanasan ini bertujuan untuk mempercepat pelepasan senyawa aktif yang larut dalam air tanpa mencapai titik didih penuh, sehingga kandungan zat berkhasiat tetap terjaga dan tidak mengalami kerusakan akibat pemanasan berlebih. Hasil akhirnya berupa cairan jernih atau sedikit keruh yang mengandung komponen aktif simplisia dan umumnya digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai sediaan obat tradisional berbasis pelarut air, baik untuk penggunaan langsung maupun sebagai bahan dalam proses formulasi lebih lanjut (Aprilyanie *et al.*, 2023).

4) Dekok

Dekok memiliki prinsip yang mirip dengan infusa, namun dilakukan dengan mendidihkan simplisia bersama air selama waktu yang lebih lama, sekitar 30 menit. Metode ini umumnya digunakan untuk bahan yang bertekstur keras, seperti akar, kulit batang, atau biji, agar zat aktif dapat tersari dengan lebih optimal (Aprilyanie *et al.*, 2023). Kelebihan dekok terletak pada kemudahannya, tidak memerlukan peralatan khusus, dan efektif untuk senyawa polar yang larut dalam air. Keterbatasan metode ini meliputi potensi degradasi senyawa termolabil akibat suhu tinggi, stabilitas ekstrak yang relatif rendah, serta keterbatasan pada metabolit yang mudah larut dalam air (Zhang *et al.*, 2023).

5) Destilasi

Destilasi merupakan ekstraksi yang digunakan untuk mendapatkan senyawa volatil, seperti minyak atsiri, dengan cara merebus simplisia bersama air atau melalui proses pengaliran uap. Uap yang terbentuk dialirkan ke kondensor hingga mendingin dan terpisah menjadi lapisan air dan minyak atsiri, yang kemudian dipisahkan untuk memperoleh senyawa dengan tingkat kemurnian yang relatif tinggi. Metode destilasi ini banyak digunakan dalam produksi minyak esensial untuk industri parfum, aromaterapi, farmasi, dan kosmetik. Teknik ini mampu menghasilkan minyak atsiri dengan kualitas dan kemurnian yang baik, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan aktif maupun bahan tambahan dalam berbagai produk kesehatan dan perawatan tubuh (Aprilyanie *et al.*, 2023).

7. Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia adalah analisis awal yang bertujuan mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada suatu tanaman. Senyawa metabolit sekunder sendiri merupakan komponen kimia alami yang tidak secara langsung berperan dalam pertumbuhan tanaman, tetapi memiliki berbagai aktivitas biologis yang bermanfaat bagi kesehatan. Dalam dunia farmasi dan pengobatan tradisional, skrining fitokimia menjadi langkah penting untuk mengetahui adanya senyawa seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan fenolik, yang masing-masing memiliki potensi bioaktivitas, misalnya sebagai antioksidan, antibakteri, antidiabetes, antikanker, hingga antiinflamasi (Pratiwi & Dewi, 2022).

Tujuan utama dari skrining fitokimia adalah untuk mengidentifikasi kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan obat. Proses ini umumnya dilakukan melalui analisis kualitatif terhadap berbagai komponen kimia yang terdapat pada tumbuhan atau bagian-bagian tertentu seperti akar, batang, daun, bunga, biji, maupun tangkai. Melalui skrining ini, peneliti dapat memperoleh gambaran awal mengenai jenis metabolit sekunder yang terkandung dalam suatu simplisia. Fokus analisis terutama ditujukan pada kelompok senyawa yang diketahui memiliki aktivitas biologis, antara lain alkaloid, antrakuinon, flavonoid, glikosida jantung, kumarin, saponin, polifenol, serta minyak atsiri. Informasi tersebut menjadi dasar penting dalam menentukan potensi farmakologis suatu tanaman dan arah penelitian lanjutan (Julianto, 2019).

8. Media Pertumbuhan Bakteri

Media pertumbuhan bakteri merupakan dasar utama dalam seluruh aktivitas mikrobiologi, baik untuk penelitian, diagnostik, maupun produksi bioteknologi. Media ini berfungsi menyediakan sumber nutrisi buatan yang mendukung metabolisme, reproduksi, dan ekspresi fisiologis mikroorganisme (Singh *et al.*, 2024).

Menurut (Singh *et al.*, 2024), media pertumbuhan berperan sebagai “*gold standard*” dalam identifikasi mikroorganisme penyebab penyakit infeksi karena kualitas media menentukan keberhasilan proses isolasi dan karakterisasi. Tanpa media yang sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh atau menunjukkan ciri khas yang dibutuhkan dalam identifikasi laboratorium. Proses isolasi dan pertumbuhan mikroorganisme memerlukan media khusus yang mengandung campuran zat penunjang pertumbuhan dan perkembangan mikroba. Sebagian besar media mengandung unsur karbon, nitrogen, vitamin, mineral, dan air dalam komposisi tertentu. Unsur karbon, misalnya glukosa atau sukrosa, berfungsi sebagai sumber energi utama, sedangkan nitrogen (pepton, ekstrak daging, atau amonium) diperlukan untuk sintesis protein dan asam nukleat (Rafika *et al.*, 2024).

Penelitian (Rafika *et al.*, 2024) menunjukkan bahwa rasio karbon dan nitrogen yang seimbang (C/N ratio) sangat penting dalam menentukan kecepatan pertumbuhan dan morfologi koloni bakteri. Vitamin dan mineral seperti magnesium, besi, serta seng berfungsi menjaga stabilitas enzimatik, sementara air bertindak sebagai pelarut utama bagi semua komponen media (Kusumo, 2022).

Berdasarkan susunan atau komposisi kimianya, media kultur dibagi menjadi tiga jenis, yaitu media alami (non sintetis), media semi sintesis, dan media sintesis. Media alami merupakan media yang berasal dari bahan-bahan alami sehingga komposisi kimianya tidak diketahui secara pasti. Contohnya adalah *Tomato Juice Agar*, *Brain Heart Infusion Agar*, dan *Pancreatic Extract*. Media semi sintesis adalah media yang tersusun dari campuran bahan alami dan bahan kimia sintetis. Salah satu contohnya adalah *Potato Dextrose Agar (PDA)*. Selain itu, *Nutrient Agar (NA)* juga termasuk media semi sintesis karena mengandung kombinasi bahan alami seperti peptone dan beef extract, serta bahan kimia seperti NaCl dan agar. Media ini banyak digunakan dalam penelitian mikrobiologi karena mampu mendukung pertumbuhan berbagai bakteri, termasuk *S aureus*. Sementara itu, media sintesis merupakan media yang seluruh komponennya tersusun dari senyawa kimia dengan komposisi yang diketahui secara pasti, seperti *Mac Conkey Agar* dan *Glucose Agar*. Dengan demikian, pengelompokan media kultur berdasarkan komposisi kimia penting untuk menyesuaikan media dengan tujuan penelitian dan jenis mikroorganisme yang diuji (Atmanto *et al.*, 2022).

Berdasarkan konsistensinya, salah satu jenis media pertumbuhan bakteri adalah media padat, yaitu media yang mengandung agar sekitar 1,5–2%. Media ini digunakan untuk mengisolasi koloni, mengamati bentuk serta ciri morfologi, dan menghitung jumlah koloni bakteri. Salah satu contoh media padat yang banyak digunakan dalam penelitian mikrobiologi adalah *Nutrient Agar (NA)*. Jika diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, media

pertumbuhan dibagi menjadi beberapa kelompok. Salah satu di antaranya adalah media umum (*general purpose media*), yaitu media yang mampu mendukung pertumbuhan berbagai jenis bakteri tanpa memiliki sifat selektif tertentu. *Nutrient Agar* termasuk dalam kategori media umum tersebut karena dapat menumbuhkan beragam jenis mikroorganisme (Kusumo, 2022).

Media *Nutrient Agar* (NA) merupakan jenis media padat yang tersusun dari bahan alami dan senyawa kimia tertentu, seperti sumber nitrogen, air, dan komponen tambahan lainnya. Komposisi umumnya terdiri dari 3 gram ekstrak daging sapi, 5 gram pepton, dan 15 gram agar. Ekstrak daging dan pepton berfungsi sebagai sumber nitrogen organik, sedangkan agar digunakan sebagai bahan pematat karena sifatnya yang sulit diuraikan oleh bakteri. Meskipun demikian, tidak semua jenis bakteri mampu tumbuh pada media ini karena kebutuhan nutrisi yang berbeda-beda. Beberapa bakteri yang relatif mudah dikultur menggunakan *Nutrient Agar* antara lain *Bacillus anthracis*, yang dikenal sebagai penyebab antraks, serta bakteri dari genus *Staphylococcus* yang umum digunakan dalam pengujian mikrobiologi dasar (Yunita *et al.*, 2023).

9. Antibakteri

Antibakteri adalah senyawa yang mampu menghambat perkembangan maupun mematikan bakteri melalui gangguan pada proses metabolisme mikroba yang bersifat merugikan. Mekanisme kerja antibakteri meliputi penghambatan pembentukan dinding sel sehingga bakteri kehilangan kekuatan struktural dan menjadi rentan terhadap lisis, kerusakan

permeabilitas membran sel yang mengakibatkan keluarnya komponen intraseluler, serta penghambatan aktivitas enzim yang berperan penting dalam jalur metabolisme. Antibakteri mampu menghambat sintesis asam nukleat dan protein yang berdampak pada terhambatnya proses replikasi dan terganggunya fungsi sel bakteri secara normal. Keberagaman mekanisme kerja tersebut menjadikan antibakteri lebih efektif dalam mengendalikan dan menekan pertumbuhan bakteri patogen, sehingga mampu meningkatkan keberhasilan pengendalian infeksi (Pertiwi *et al.*, 2022).

10. Efektivitas Antibakteri

Efektivitas antibakteri suatu senyawa dapat dievaluasi melalui berbagai metode pengujian, antara lain metode dilusi, difusi agar, serta kombinasi difusi–dilusi. Setiap metode memiliki prinsip kerja dan keunggulan tersendiri dalam menilai kemampuan senyawa dalam menghambat pertumbuhan maupun membunuh bakteri. Teknik dilusi dimanfaatkan untuk menentukan konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum suatu senyawa, sedangkan metode difusi agar menilai aktivitas antibakteri berdasarkan terbentuknya zona hambat di sekitar sumber senyawa uji. Metode kombinasi difusi–dilusi mengintegrasikan kelebihan kedua pendekatan tersebut untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi antibakteri. Pendekatan difusi merupakan teknik yang paling umum digunakan karena prosedurnya relatif sederhana, mudah direplikasi, hasilnya dapat diamati secara visual, serta efektif digunakan sebagai tahap awal skrining aktivitas antibakteri dari berbagai jenis agen uji (Nurhayati *et al.*, 2020).

Dalam metode difusi, senyawa antimikroba dibiarkan menyebar secara pasif dari sumber aplikasinya ke dalam medium agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Proses penyebaran senyawa tersebut memungkinkan terjadinya interaksi langsung antara agen antimikroba dan sel bakteri, sehingga pertumbuhan bakteri di sekitar sumber senyawa dapat terhambat. Zona hambat yang terbentuk di sekitar area aplikasi senyawa digunakan sebagai indikator adanya aktivitas antibakteri, di mana diameter zona hambat mencerminkan tingkat efektivitas senyawa dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Metode difusi umumnya terdiri atas tiga teknik utama, yaitu teknik sumuran (*well diffusion*), teknik cakram (*disk diffusion*), dan teknik silinder (*cylinder plate*). Masing-masing teknik memiliki perbedaan dalam cara aplikasi sampel ke dalam medium, volume atau kapasitas sampel yang dapat digunakan, serta tingkat sensitivitas terhadap variasi konsentrasi senyawa uji. Perbedaan tersebut berpengaruh terhadap hasil pengukuran zona hambat yang dihasilkan. Pemilihan teknik difusi yang tepat perlu disesuaikan dengan karakteristik sampel, tujuan penelitian, serta tingkat ketelitian yang diharapkan agar data yang diperoleh akurat, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Nurhayati *et al.*, 2020).

Salah satu metode yang umum digunakan dalam pengujian aktivitas antibakteri adalah metode difusi cakram. Metode ini diawali dengan penanaman mikroba uji secara merata pada permukaan media agar, kemudian kertas cakram steril yang telah diberi senyawa uji pada konsentrasi tertentu diletakkan di atas permukaan media tersebut. Selama proses inkubasi pada suhu dan waktu yang telah ditetapkan, senyawa

antibakteri akan berdifusi secara radial ke dalam medium agar dan berinteraksi dengan sel bakteri uji. Proses difusi ini mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan mikroorganisme di area sekitar cakram, yang selanjutnya membentuk zona hambat sebagai indikator aktivitas antibakteri. Aktivitas antibakteri ditunjukkan oleh terbentuknya zona bening atau zona hambat di sekeliling cakram, yang mencerminkan kemampuan senyawa uji dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji. Diameter zona hambat yang terbentuk digunakan sebagai parameter kuantitatif untuk menilai tingkat efektivitas antibakteri, di mana semakin besar zona hambat menunjukkan semakin kuat daya hambat senyawa terhadap pertumbuhan bakteri (Nurhayati *et al.*, 2020).

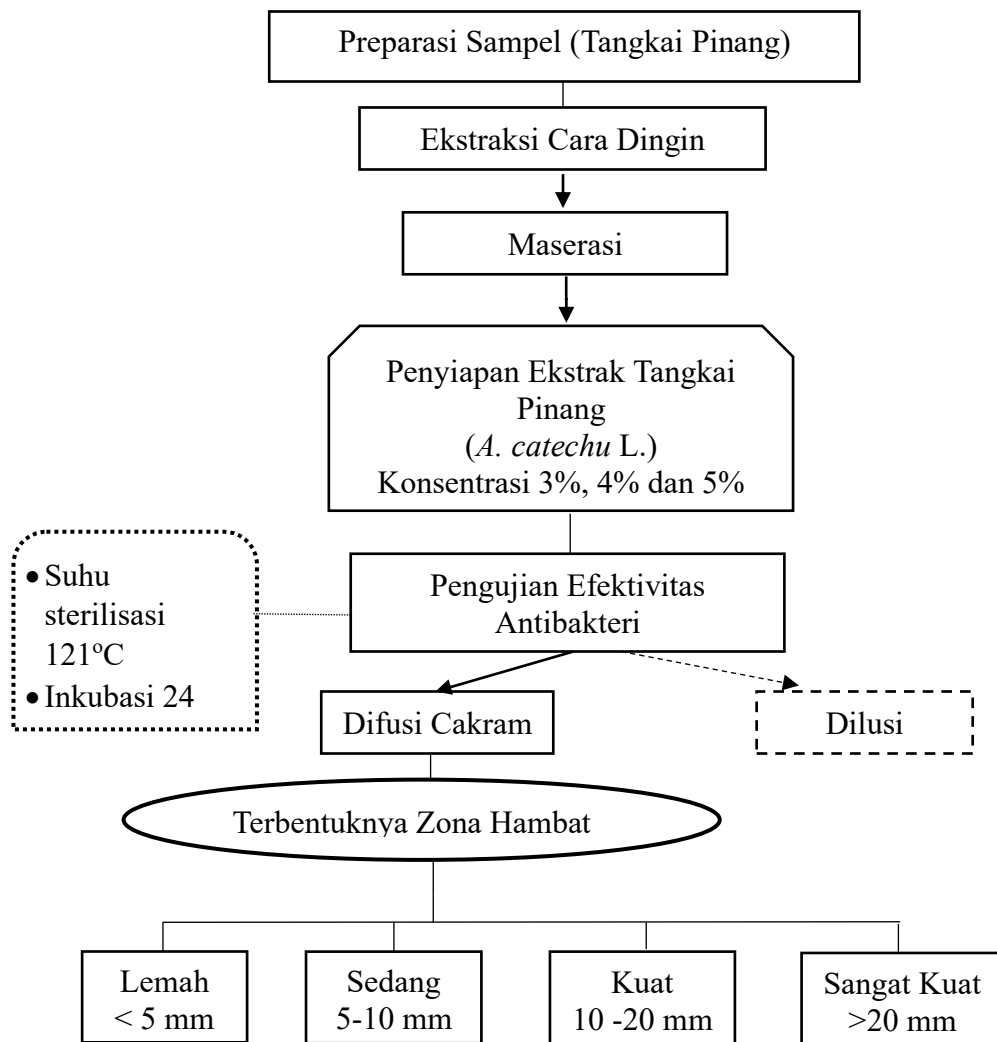
Metode difusi cakram memiliki beberapa kelebihan yang menjadikannya sebagai salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pengujian aktivitas antimikroba. Metode ini memiliki prosedur yang sederhana, mudah dilakukan, serta tidak memerlukan peralatan yang kompleks sehingga dapat diterapkan di berbagai laboratorium mikrobiologi. Selain itu, proses persiapan dan pelaksanaannya relatif cepat serta membutuhkan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan metode pengujian antimikroba lainnya. Metode ini juga memungkinkan pengujian terhadap berbagai jenis mikroorganisme dan agen antimikroba secara bersamaan, dengan hasil pengujian yang mudah diamati dan diinterpretasikan melalui pembentukan zona hambat. Metode ini banyak digunakan sebagai uji awal untuk menilai potensi aktivitas antimikroba suatu senyawa (Nurhayati *et al.*, 2020).

11. Mekanisme Antibiotik Doxyxycline

Antibiotik doxyxycline termasuk dalam golongan antibiotik yang banyak digunakan pada terapi infeksi bakteri karena memiliki spektrum aktivitas yang luas. Berdasarkan mekanisme kerjanya, doxyxycline diklasifikasikan sebagai antibiotik bersifat bakteristatik, yaitu bekerja dengan cara menghambat pertumbuhan dan perkembangan bakteri tanpa secara langsung membunuh sel bakteri tersebut. Mekanisme ini menjadikan doxyxycline efektif dalam mengendalikan infeksi, khususnya pada kondisi klinis tertentu yang memerlukan penghambatan proliferasi bakteri (Puspitasari *et al.*, 2023).

Secara molekuler, doxycycline bekerja dengan menghambat proses sintesis protein bakteri. Obat ini berikatan secara reversibel pada subunit ribosom 30S bakteri, sehingga menghalangi masuknya aminoasil-tRNA ke dalam situs A ribosom. Elongasi rantai polipeptida dan pembentukan protein esensial bisa terganggu, sehingga bakteri kehilangan kemampuan untuk berkembang biak dan mempertahankan aktivitas metaboliknya. Selain itu, doxyxycline memiliki aktivitas luas terhadap bakteri gram positif dan gram negatif, termasuk bakteri aerob, anaerob, serta mikroorganisme atipikal seperti *Mycoplasma*, *Chlamydia*, *Rickettsia*, dan *Spirochaeta*. Namun, penggunaan doxyxycline yang tidak rasional dapat memicu terjadinya resistensi bakteri. Peningkatan resistensi ini berdampak pada menurunnya efektivitas doxyxycline dalam menghambat sintesis protein bakteri, sehingga terapi menjadi kurang optimal dan berpotensi menimbulkan masalah kesehatan yang lebih serius (Puspitasari *et al.*, 2023).

B. Kerangka Konsep



Keterangan:

: Diteliti

: Tidak Diteliti

: Berhubungan

: Berpengaruh

10/10

: Variabel Bebas



: Variabel Terikat

: Variabel Terkontrol

Gambar 2. 9 Kerangka Konsep Penelitian

C. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Judul	Metode	Hasil	Perbedaan
Identifikasi Fitokimia Dan Uji Daya Hambat Dari Ekstrak Tangkai Buah Pinang Yaki (<i>A. vestiaria</i> Giseke) Terhadap Bakteri <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Redwik et al., 2019).	Penelitian ini menguji aktivitas antibakteri ekstrak etanol tangkai buah pinang yaki (<i>A. vestiaria</i>) terhadap <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , dan <i>P. aeruginosa</i> menggunakan metode Kirby-Bauer dengan konsentrasi 1–5%. Kontrol positif menggunakan ciprofloxacin.	Hasil menunjukkan bahwa ekstrak mampu menghambat ketiga bakteri dan daya hambat meningkat seiring kenaikan konsentrasi. Pada <i>S. aureus</i> , konsentrasi 5% menghasilkan zona hambat 15,98 mm (kategori kuat). Pada <i>E. coli</i> zona hambat 13,25 mm, sedangkan pada <i>P. aeruginosa</i> zona hambat 10–10,91 mm.	Penelitian terdahulu menggunakan ekstrak etanol tangkai buah pinang yaki (<i>A. vestiaria</i>) terhadap <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , dan <i>P. aeruginosa</i> variasi konsentrasi 1–5%. Penelitian ini menggunakan ekstrak etanol tangkai pinang (<i>A. catechu</i> L.) terhadap <i>S. aureus</i> dengan metode konsentrasi 3–5%.
<i>Antioxidant Activity of Ethanol Extract Areca catechu L. Stalk Using the DPPH Method</i> (Tunnazilah et al., 2024)	Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratorium, di mana tangkai pinang diekstraksi menggunakan pelarut etanol, kemudian aktivitas antioksidan diuji dengan metode DPPH	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol tangkai pinang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, ditunjukkan dengan nilai IC_{50} sebesar $32,79 \pm 0,114$ μ g/mL, yang berarti ekstrak mampu menghambat 50% radikal bebas DPPH, sehingga berpotensi sebagai sumber antioksidan alami.	Penelitian terdahulu berfokus pada aktivitas antioksidan ekstrak etanol tangkai pinang metode DPPH, penelitian ini berfokus pada efektivitas antibakteri ekstrak etanol tangkai pinang (<i>A. catechu</i> L.) terhadap bakteri <i>S. aureus</i> menggunakan metode difusi cakram.
Bioaktivitas Ekstrak Etanol Biji Pinang (<i>A. catechu</i> L.) terhadap <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> (Asrianto et al., 2020).	Penelitian ini menggunakan metode Kirby-Bauer dengan variasi konsentrasi ekstrak sebesar 20 g/ml, 40 g/ml, 60 g/ml, dan 80 g/ml, serta kontrol positif berupa antibiotik tetrasiklin dan vankomisin.	Ekstrak etanol biji pinang memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> . Pada konsentrasi 60 g/ml, ekstrak menghasilkan zona hambat sebesar 21,5 mm terhadap <i>S. aureus</i> dengan kategori sangat sensitif.	Penelitian terdahulu menggunakan ekstrak etanol biji pinang (<i>A. catechu</i> L.) terhadap bakteri <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> dengan variasi konsentrasi 20 g/ml, 40 g/ml, 60 g/ml, dan 80 g/ml. Penelitian ini menggunakan bagian tangkai pinang (<i>A. catechu</i> L.) terhadap bakteri <i>S. aureus</i> dengan variasi konsentrasi 3–5%.
Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda (<i>A. catechu</i>) (Lilyawati et al., 2019).	Uji aktivitas ini dilakukan dengan metode difusi agar sumuran menggunakan variasi konsentrasi ekstrak mulai dari 2,5%, 5%,	Pada konsentrasi rendah (2,5%), ekstrak menunjukkan daya hambat dalam kategori lemah, sementara peningkatan konsentrasi hingga 5–15% menghasilkan aktivitas	Penelitian terdahulu menggunakan ekstrak etanol biji pinang muda (<i>A. catechu</i>) terhadap bakteri <i>S. sanguis</i> variasi konsentrasi 2,5%–15%. Penelitian ini menggunakan

	7,5%, 10%, hingga 15%.	antibakteri dalam kategori sedang, dengan konsentrasi 15% mendekati kategori kuat.	ekstrak etanol tangkai pinang (<i>A. catechu</i> L.) terhadap bakteri <i>S. aureus</i> metode difusi cakram.
Uji Daya Hambat Sediaan Krim Ekstrak Etanol Biji Pinang (<i>A. catechu</i> L) terhadap Bakteri <i>S. aureus</i> (Dzulasfi & Rizka Angriani A, 2024).	Metode yang digunakan adalah uji daya hambat dengan metode sumuran pada media <i>Nutrient Agar</i> , di mana zona hambat pertumbuhan bakteri diukur sebagai parameter efektivitas antibakteri.	Konsentrasi 1% menunjukkan aktivitas sedang, konsentrasi 2% dan 3% menunjukkan aktivitas yang kuat. Meskipun daya hambatnya masih lebih rendah dibandingkan klindamisin, aktivitas tersebut berasal dari ekstrak biji pinang, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai alternatif sediaan antibakteri topikal berbahan alami.	Penelitian terdahulu menguji daya hambat sediaan krim ekstrak etanol biji pinang (<i>A. catechu</i> L.) terhadap bakteri <i>S. aureus</i> . Penelitian ini menguji efektivitas ekstrak etanol tangkai pinang (<i>A. catechu</i> L.) dengan variasi konsentrasi 3%, 4%, dan 5%.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian eksperimental kuantitatif. Penelitian ini terdiri dari uji efektivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram dengan konsentrasi yang berbeda.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2026. Tempat penelitian dilakukan di dua laboratorium berbeda yaitu Laboratorium Bahan Alam Farmasi, dan Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Universitas Pendidikan Muhammadiyah (UNIMUDA) Sorong.

C. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan *post-test only control group design* karena hanya mempunyai uji pasca perlakuan dan diobservasi perubahan karena akibat perlakuan tersebut (Psikologi & Mada, 2019). Pengujian efektivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram dengan kertas cakram (*paper disk*) sebagai media pembawa ekstrak, efektivitas antibakteri dinilai berdasarkan pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk disekitar cakram pada media NA. Tujuan dari uji ini adalah menilai kemampuan ekstrak tangkai pinang pada konsentrasi 3%, 4% dan 5% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Adapun rancangan penelitian ini meliputi 6 tahapan, yaitu:

- Tahap I : Determinasi tanaman pinang (*A. catechu* L.)
- Tahap II : Pembuatan simplisia tangkai pinang (*A. catechu* L.)
- Tahap III : Pembuatan ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.)
- Tahap IV : Pembuatan peremajaan dan suspensi kultur murni bakteri
- Tahap V : Pembuatan media NA
- Tahap VI : Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (*A. catechu* L.) terhadap bakteri *S. aureus* dalam berbagai konsentrasi
- Tahap VII : Analisis data

D. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh tanaman pinang (*A. catechu* L.) yang berasal dari Kabupaten Sorong, Papua Barat Daya. Sampel penelitian ini adalah bagian tangkai pinang (*A. catechu* L.) yang diambil dari beberapa individu tanaman pinang.

E. Teknik Pengumpulan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tangkai pinang (*A. catechu* L.) yang berasal dari Kabupaten Sorong. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa pohon pinang yang tersebar di lingkungan sekitar lokasi penelitian. Pemilihan pohon pinang tidak dilakukan secara acak, melainkan berdasarkan ketersediaan sampel, kemudahan akses, serta kesesuaian dengan tujuan penelitian, yaitu sebagai bahan uji efektivitas antibakteri.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini termasuk *non-probability sampling*, karena tidak semua anggota populasi memiliki

kesempatan yang sama untuk terpilih sebagai sampel. Secara lebih spesifik, metode yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. Hal ini sejalan dengan prinsip *non-probability* sampling dalam jurnal (Jailani *et al.*, 2022), yang menyatakan bahwa pemilihan sampel dapat dilakukan berdasarkan pertimbangan peneliti apabila tidak tersedia kerangka sampel yang jelas dan penelitian bersifat eksploratif atau eksperimental, seperti penelitian bahan alam.

Proses pemanenan tangkai pinang dilakukan dengan dua metode, yaitu menggunakan galah yang ujungnya diikat pisau untuk memotong tangkai yang berada pada ketinggian, atau dengan memanjat pohon menggunakan bantuan tangga untuk menjangkau tangkai secara langsung. Metode ini dipilih untuk menyesuaikan kondisi lapangan serta memastikan sampel dapat diperoleh tanpa merusak bagian tanaman lainnya.

Sampel tangkai pinang yang telah diperoleh dibersihkan dari kotoran yang menempel, dikeringkan menggunakan pengeringan udara atau oven pada suhu 40–50°C hingga diperoleh simplisia kering. Sampel diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol untuk menarik senyawa aktif yang terkandung di dalam tangkai pinang. Proses maserasi dilakukan hingga diperoleh ekstrak kental yang ditandai dengan menguapnya sebagian besar pelarut dan terbentuknya ekstrak dengan konsistensi yang lebih pekat. Ekstrak kental yang dihasilkan kemudian diencerkan atau diproses lebih lanjut sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan, dan digunakan dalam uji efektivitas antibakteri.

F. Determinasi Tanaman

Tanaman pinang sebelum dijadikan sebagai sampel terlebih dahulu dilakukan determinasi. Determinasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kebenaran tanaman yang akan diteliti dan menghindari kesalahan dalam pengumpulan bahan serta menghindari kemungkinan tercampurnya tanaman yang akan diteliti dengan tanaman lain (Happy *et al.*, 2021). Determinasi tanaman pinang (*A. catechu* L.) dilakukan melalui pengamatan makroskopik dan mikroskopik dengan mengamati karakteristik sampel daun bandotan yang diambil dari Kabupaten Sorong, Papua Barat Daya, kemudian mencocokkannya dengan deskripsi yang tercantum dalam literatur *Materia Medika Indonesia* jilid V (Jungjunan *et al.*, 2023). Determinasi tanaman pinang (*A. catechu* L.) dilakukan di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu.

G. Instrumen Penelitian

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah autoklaf (All American 75X), ayakan mesh 50, cawan petri (Pyrex), corong kaca (Pyrex), inkubator (Memmert IN55), kertas saring, kertas label, kapas, *laminar air flow* (Biobase), lampu bunsen, mikropipet, oven (Kenton), plastik wrap, pipet tetes, *paper disk*, rak tabung reaksi, *rotary evaporator* (Chance), timbangan analitik (Kylo) dan *waterbath* (Memmert WNB 22) (Tumpu *et al.*, 2025).

Adapun bahan yang digunakan, yaitu *aqua pro injection*, antibiotik doxyxycline, etanol 70 %, kultur bakteri (*S. aureus*), NaCl 0,9%, *Nutrient Agar* (NA), dan simplisia tangkai pinang (*A. catechu* L.) (Tumpu *et al.*, 2025).

b. Prosedur Penelitian

1) Preparasi Sampel

Sampel penelitian berupa tangkai pinang yang diperoleh dari Kabupaten Sorong, Papua Barat Daya. Tangkai disortasi basah untuk memisahkan kotoran seperti debu atau tanah, dicuci dengan air mengalir. Tangkai dirajang kecil agar cepat kering hingga terkumpul 3 kg sampel. Proses pengeringan dilakukan menggunakan oven bersuhu 50°C. Sampel disortasi kembali, dihaluskan dengan blender, diayak menggunakan ayakan 50 mesh hingga diperoleh serbuk halus. Serbuk inilah yang digunakan untuk proses ekstraksi (Aisyah *et al.*, 2025).

2) Ekstraksi Tangkai Pinang (*A. Catechu* L.)

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi (ekstraksi dingin). Sebanyak 200 gr serbuk simplisia tangkai pinang dimasukkan ke dalam bejana maserasi, direndam menggunakan etanol 70% sebanyak 2000 mL dengan rasio 1:10 hingga simplisia terendam sepenuhnya. Proses berlangsung selama 3 hari dengan pengadukan setiap 24 jam. Ekstrak cair yang diperoleh diuapkan menggunakan *waterbath* pada suhu 50°C hingga dihasilkan ekstrak kental (Tumpu *et al.*, 2025).

H. Pengujian Efektivitas Antibakteri

a. Pembuatan Media *Nutrient Agar* (NA)

Pembuatan media NA dilakukan dengan menimbang 7 gram NA, dilarutkan dalam labu erlenmeyer berisi *aquadest* hingga mencapai volume 250 mL. Larutan dihomogenkan diatas *hot plate* hingga

mendidih. Media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Nurwahida *et al.*, 2025).

b. Peremajaan Kultur Murni Bakteri

Media NA dituangkan terlebih dahulu ke dalam tabung reaksi secara aseptis dalam *Laminar Air Flow* (LAF), dituang dalam kondisi hangat (40-45°C) dan dimiringkan pada kemiringan 30 - 45 derajat. Mulut tabung reaksi disumbat dengan kapas yang dibungkus kasa steril dan dibiarkan hingga memadat. Peremajaan bakteri (*S. aureus*) dimulai dengan mengambil stok biakkan murni dengan *cotton swab* steril, diinokulasi dengan cara menggoreskan permukaan medium NA, medium diinkubasi pada suhu 37°C selama 1x24 jam (Aisyah *et al.*, 2025).

c. Pembuatan Standar *Mc Farland* 0,5

Pembuatan standar *Mc Farland* 0,5 dilakukan dengan mencampurkan H₂SO₄ 1% sebanyak 9,95 mL dengan larutan BaCl₂ 1% sebanyak 0,05 mL, dihomogenkan. Kocok terlebih dahulu agar larutan homogen (Jungjunan *et al.*, 2023).

d. Prosedur Suspensi Kultur Murni

Suspensikan bakteri uji hasil peremajaan sebanyak 1 ose dalam 10 mL NaCl 0,9 % kedalam tabung reaksi steril kemudian dilihat kekeruhannya dengan membandingkan kekeruhan standar 0,5 *Mc Farland* (Jungjunan *et al.*, 2023).

e. Penyiapan Sampel Uji

Ekstrak etanol tangkai pinang (*A. catechu* L.) dibuat dalam tiga variasi konsentrasi, yaitu 3%, 4% dan 5% dan masing-masing dilarutkan dalam 5 mL *aquadest* (Jungjunan *et al.*, 2023). Pemilihan variasi konsentrasi ekstrak 3%, 4%, dan 5% didasarkan pada penelitian (Redwik *et al.*, 2019) mengenai ekstrak etanol tangkai buah pinang yakni, konsentrasi terendah pada rentang tersebut masih mampu menunjukkan aktivitas antibakteri berupa terbentuknya zona hambat. Konsentrasi terendah yang telah menunjukkan efek penghambatan ini kemudian dijadikan sebagai titik awal dalam menentukan rentang konsentrasi uji, sesuai dengan prinsip *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) yang menyatakan bahwa konsentrasi terendah yang masih efektif dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan konsentrasi penelitian. Oleh karena itu, variasi konsentrasi 3%, 4%, dan 5% dipilih untuk memastikan seluruh konsentrasi berada dalam rentang efektif sekaligus memungkinkan pengamatan peningkatan daya hambat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak (Arwidhiah *et al.*, 2021).

f. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (*A. catechu* L.)

Metode difusi cakram dilakukan menerapkan kertas cakram steril kedalam ekstrak uji, diletakkan dalam media agar yang telah diinokulasikan dengan suspensi bakteri *S. aureus* dengan teknik sebar. Setiap cawan NA dilakukan 5 perlakuan yang terdiri dari kontrol positif (Doxycycline), kontrol negatif (*aqua pro injection*), ekstrak etanol tangkai pinang dengan konsentrasi 3%, 4%, dan 5%. Pengamatan

efektivitas antibakteri dilakukan setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dengan mengukur diameter zona hambat yang terbentuk. Zona hambat yang terbentuk diukur dengan jangka sorong (mm). Pengukuran dilakukan dengan menentukan diameter zona bening yang terbentuk, hasil pengukuran digunakan untuk menghitung rata-rata zona hambat (Sari & Basyarahil, 2021):

$$\frac{d1 + d2}{2} - x$$

Keterangan:

D1= diameter vertikal zona bening pada media

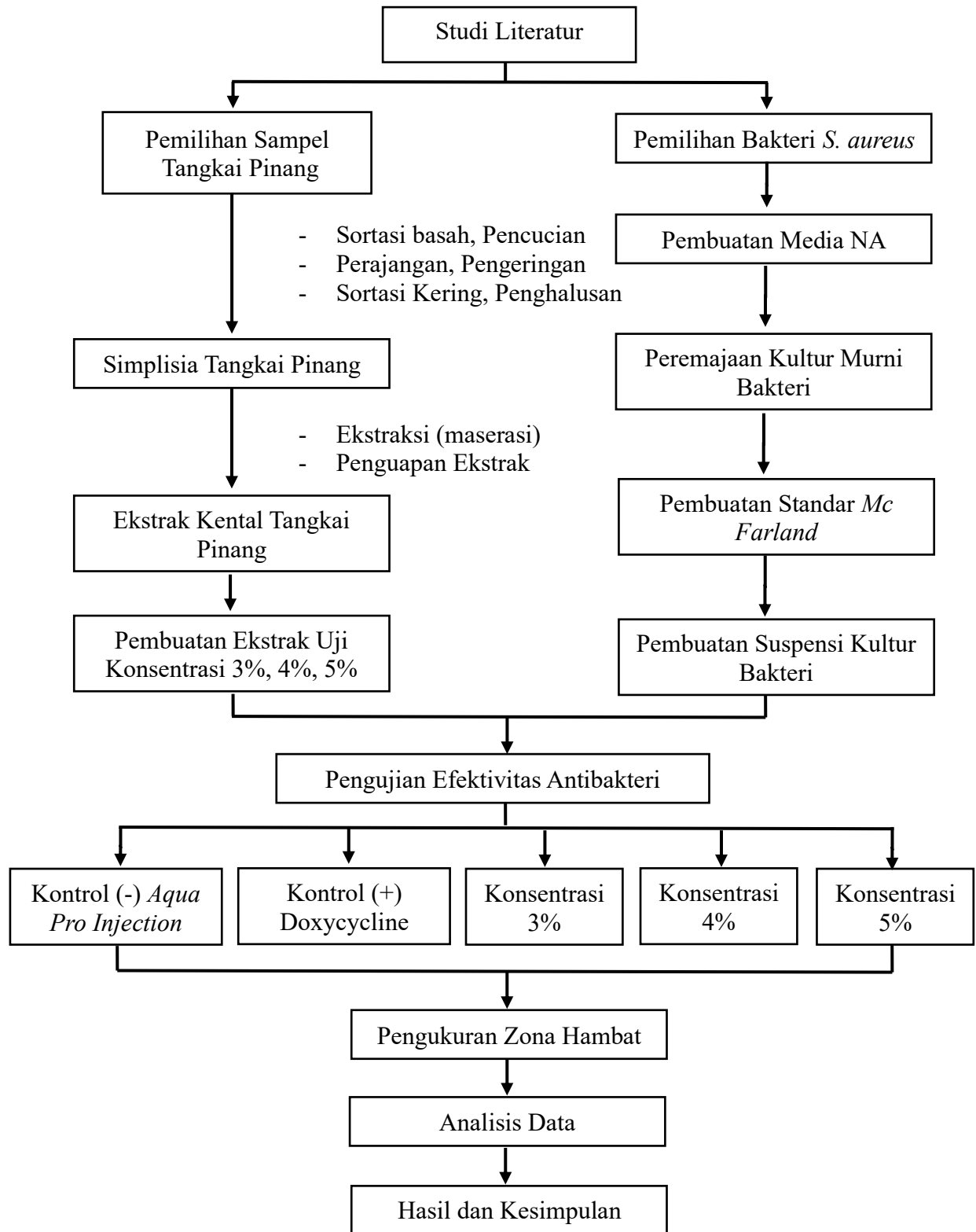
D2= diameter horizontal zona bening pada media

X = diameter paper disk (6 mm)

I. Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan SPSS bertujuan untuk mengolah dan menganalisis data hasil uji efektivitas antibakteri ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) terhadap *S. aureus* guna mengetahui perbedaan efektivitas antar konsentrasi perlakuan dan memperoleh kesimpulan yang valid (Rismen & Lovia, 2023). Data penelitian berupa rata-rata diameter zona hambat dianalisis menggunakan uji *One-Way* ANOVA pada taraf kepercayaan 95% karena melibatkan lebih dari dua kelompok konsentrasi perlakuan. Jika masing-masing ekstrak pada tiap konsentrasi mempunyai perbedaan secara bermakna dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan masing-masing nilai $P < 0,05$ setelah diuji ANOVA satu jalur yang terbukti, dilanjutkan melalui uji lanjut berupa analisis *Post Hoc* (Kautsar & Faizah, 2021).

J. Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Kerangka Alur Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Determinasi Tanaman Pinang (*A. catechu* L.)

Berdasarkan hasil determinasi yang dilakukan di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu, sampel tanaman yang digunakan dalam penelitian teridentifikasi jenis *Areca catechu* L. yang termasuk dalam famili *Arecaceae* (Palmae). Identifikasi dilakukan menggunakan kunci determinasi: 1b-2b-3b-4b-6b-7a-8b-1b-3b-4b-6b-7b-8b:Palmae-10:*A. catechu*. Bagian tanaman yang diunakan dalam penelitian adalah tangkai pinang. Hasil identifikasi tangkai pinang dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

2. Hasil Ekstraksi Tangkai Pinang (*A. catechu* L.)

Proses ekstraksi tangkai pinang dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 70% menghasilkan ekstrak kental dan nilai rendemen yang dapat dilihat pada (**Tabel 4.1**).

Tabel 4. 1 Rendemen Ekstrak Tangkai Pinang (*A. catechu* L)

Simplisia	Berat Sampel (kg)	Berat Serbuk (gr)	Berat Ekstrak (gr)	Rendemen (%)
Tangkai Pinang	2 kg	200 gr	30 gr	15%

Dari 2 kg sampel segar, diperoleh serbuk simplisia sebanyak 200 gr dan berat ekstrak kental sebanyak 30 gr. Setelah itu, dilakukan perhitungan presentase rendemen ekstrak yang menghasilkan nilai rendemen sebesar 15%.

3. Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (*A. catechu* L.)

Terhadap Bakteri *S. aureus* dan Analisis Data

a. Diameter Zona Hambat dan Uji Lanjut *Post Hoc* (Games-Howell)

Hasil uji efektivitas antibakteri pada **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa ekstrak tangkai pinang pada konsentrasi 3%, 4%, dan 5% menghasilkan zona bening di sekitar kertas cakram. Untuk mengetahui perbedaan antar setiap kelompok perlakuan, setelah dilakukan uji ANOVA satu arah, dilanjutkan dengan uji lanjutan (*Post Hoc*). Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi pasangan kelompok yang memiliki perbedaan signifikan secara statistik. Karena data tidak memenuhi asumsi homogenitas varians, maka digunakan uji Games-Howell sebagai metode *Post Hoc* yang sesuai. Uji ini tidak mensyaratkan varians yang homogen sehingga tetap memberikan hasil yang valid. Adapun hasil uji lanjut yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Diameter Zona Hambat Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (*A. catechu* L.) Terhadap Bakteri *S. aureus* dan uji lanjut *Post Hoc* (Games-Howell)

Konsentrasi	Diameter Zona Hambat (mm) Bakteri <i>S.aureus</i>			Rata-Rata	Kategori Hambat
	R1	R2	R3		
A	1,1 mm	1,3 mm	,5 mm	1,3 mm ^{CPN*}	Lemah
B	1,5 mm	1,6 mm	1,8 mm	1,6 mm ^{CPN*}	Lemah
C	4,9 mm	4,95 mm	6,4 mm	5,41 mm ^{ABPN*}	Sedang
P	13,5 mm	14 mm	14,1 mm	13,8 mm ^{ABCN*}	Kuat
N	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm ^{ABCP*}	Tidak ada

Keterangan : A (Konsentrasi 3%), B (Konsentrasi 4%), C (Konsentrasi 5%), R1 (Replikasi 1), R2 (Replikasi 2), R3 (Replikasi 3), P (Kontrol positif), N (Kontrol negatif), *(Berbeda nyata (P value <0,05)).

Hasil uji lanjut (*Post Hoc*) pada (**Tabel 4.2**) menunjukkan adanya perbedaan daya hambat yang signifikan antar kelompok perlakuan berdasarkan nilai signifikansi (Sig.). Perbedaan dikatakan bermakna apabila (*P-value* ($< 0,05$)) (Hartanto & Dewi, 2024).

b. Uji Normalitas (*Shapiro-Wilk*)

Uji *Post Hoc* (Games-Howell) diperoleh dengan melakukan analisis normalitas terlebih dahulu. Dilakukan analisis data terhadap lima kelompok pengujian, yaitu kelompok 1 (konsentrasi 3%), kelompok 2 (konsentrasi 4%), kelompok 3 (konsentrasi 5%), kelompok 4 (kontrol positif), dan kelompok 5 (kontrol negatif). Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Shapiro-Wilk* dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil uji normalitas yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Uji Normalitas (*Saphiro-Wilk*)

Kelompok Perlakuan	Statistik <i>Shapiro Wilk</i>	Sig. (p-value)	Keterangan
Konsentrasi 3%	1.000	1.000	Normal
Konsentrasi 4%	.964	.637	
Konsentrasi 5%	.775	.056	
Kontrol positif	.871	.298	
Kontrol negatif	-	-	-

Hasil yang diperoleh pada uji normalitas (**Tabel 4.3**), tiap kelompok konsentrasi 3%, 4%, 5%, serta control positif memperoleh nilai P (Sig.) $> 0,05$ sehingga dikatakan terdistribusi normal berdasarkan uji *Shapiro-Wilk*. Langkah

berikutnya adalah menjalankan tes homogenitas melalui Levene Statistic dengan perolehan yaitu :

c. Uji Homogenitas Variansi (Levene Test)

Tabel 4. 4 Uji Homogenitas Variansi (Levene Test)

Uji Homogenitas	Statistik Levene	Sig. (p-value)	Keterangan
<i>Based on Mean</i>	8.547	.003	Tidak Homogen

Berdasarkan uji homogenitas yang disajikan (**Tabel 4.4**) diperoleh nilai signifikansi ($P\text{-value}$) $< 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa varians antar kelompok perlakuan tidak sama atau data tidak memenuhi asumsi homogenitas. Dengan kata lain, terdapat perbedaan tingkat keragaman data pada masing-masing kelompok perlakuan. Meskipun data berdistribusi normal, ketidaksamaan varians antar kelompok menyebabkan data dikategorikan tidak homogen, sehingga diperlukan pemilihan uji statistik lanjutan yang sesuai untuk data dengan varians yang tidak homogen (Setyawan, 2021).

Tabel 4. 5 Uji *One Way* ANNOVA

	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
<i>Between Groups</i>	381.799	4	95.450	534.733	.000
<i>Within Groups</i>	1.785	10	.178		
<i>Total</i>	383.584	14			

Hasil uji ANOVA pada (**Tabel 4.5**) di atas diperoleh nilai signifikansi 0.000 dimana nilai $\text{sig} < 0,05$, artinya terdapat perbedaan secara nyata pada tiap kelompok tersebut. untuk mengetahui perbedaan antar setiap kelompok perlakuan. Setelah dilakukan uji normalitas, homogenitas dan anova, maka bisa dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* (Games-Howell) yang hasilnya dapat dilihat pada (**Tabel 4.2**).

B. Pembahasan

Determinasi sampel dilakukan di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu Dinas Kesehatan Pemerintah Provinsi Jawa Timur. Determinasi bertujuan untuk menjamin validitas sampel yang akan digunakan dalam penelitian, sehingga keaslian dan ketepatan identitas bahan dapat dipastikan serta menghindari kesalahan dalam pengumpulan bahan penelitian (Yani *et al.*, 2024). Berdasarkan hasil determinasi, tanaman yang digunakan dalam penelitian ini teridentifikasi sebagai pinang (*A. catechu* L.) dengan nomor surat 000.9.3/0618/102.20/2026.

Setelah proses identifikasi sampel, tahapan selanjutnya adalah preparasi sampel sebelum ekstraksi. Bahan baku berupa 2 kg tangkai pinang segar terlebih dahulu melalui proses pengeringan menggunakan oven suhu (50° C) untuk menurunkan kadar air tanpa merusak senyawa aktif yang bersifat termolabil. Suhu ini dianggap optimal karena cukup efektif mempercepat proses pengeringan sekaligus menjaga stabilitas metabolit sekunder dan mutu simplisia yang dihasilkan (Muttaqin & Farabi, 2023). Proses pengeringan merupakan tahapan penting dalam pembuatan simplisia karena berpengaruh terhadap kualitas, keamanan, dan mencegah kerusakan selama penyimpanan (Kiko *et al.*, 2023). Bahan dihaluskan hingga diperoleh serbuk simplisia sebanyak 200 gram. Dilakukan pengayakan menggunakan ayakan no 50 mesh, untuk memperkecil ukuran serbuk simplisia sehingga diperoleh ukuran yang lebih seragam. Proses ini juga bertujuan untuk mengoptimalkan ekstraksi, karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas permukaannya, sehingga kontak antara pelarut dan serbuk simplisia menjadi lebih maksimal (Oktavia *et al.*, 2023).

Setelah diperoleh serbuk simplisia dengan ukuran yang seragam, proses dilanjutkan ke tahap ekstraksi. Simplisia diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% selama 3 x 24 jam dan dilakukan pengadukan secara berkala untuk memastikan seluruh permukaan serbuk dapat berinteraksi secara merata dengan larutan penyari (Azza *et al.*, 2024). Metode maserasi dipilih karena dinilai efektif untuk mengekstraksi senyawa yang tidak tahan panas, serta memiliki kelebihan dari segi kemudahan pelaksanaan dan efisiensi biaya. Prinsip dasar maserasi adalah proses difusi, yaitu pelarut menembus jaringan sel tanaman, melarutkan senyawa aktif di dalamnya hingga tercapai kondisi kesetimbangan konsentrasi antara pelarut dan bahan (Mericci *et al.*, 2025). Selama proses perendaman, terjadi pemecahan pada dinding sel dan membran sel tanaman sehingga bagian dalam sel terbuka. Kondisi ini memungkinkan metabolit sekunder yang berada di dalam sitoplasma keluar dan kemudian larut dalam pelarut organik yang digunakan (Bemis *et al.*, 2023).

Pemilihan pelarut menjadi faktor penting dalam keberhasilan proses ekstraksi. Etanol 70% digunakan sebagai pelarut karena memiliki sifat semi polar, sehingga mampu melarutkan senyawa polar maupun non-polar secara optimal (Rahmadhani & Hanwar, 2024). Konsentrasi ini dinilai lebih efektif dibanding etanol berkadar tinggi dalam mengekstraksi senyawa bioaktif. Tingkat kepolaran suatu senyawa sangat berpengaruh terhadap proses penarikan senyawa (ekstraksi) karena interaksi antara senyawa yang akan ditarik dan pelarut sangat bergantung pada sifat kepolarannya. Prinsip dasar yang digunakan adalah “*like dissolves like*”, yaitu pelarut cenderung melarutkan senyawa yang memiliki tingkat kepolaran yang serupa, sehingga proses penarikan senyawa

menjadi lebih optimal (Pramushinta *et al.*, 2025). Dilakukan remaserasi sebanyak satu kali yang bertujuan mengoptimalkan proses penyarian sehingga sisa senyawa yang masih tertinggal pada maserasi pertama dapat ikut terekstraksi (Azza *et al.*, 2024).

Setelah proses ekstraksi selesai, tahap berikutnya adalah penguapan dan pemekatan ekstrak. Pada proses penguapan pelarut menggunakan *rotary evaporator* dan pemekatan menggunakan *waterbath*, suhu yang digunakan dijaga di bawah titik didih etanol (78°C), yaitu 50°C. Hal ini bertujuan untuk mencegah kerusakan senyawa yang terkandung dalam ekstrak, khususnya senyawa flavonoid yang bersifat tidak tahan terhadap suhu tinggi. Proses penguapan dihentikan ketika pelarut yang diuapkan tidak lagi menetes dan ekstrak telah mencapai kondisi mengental (Azza *et al.*, 2024). Dilakukan perhitungan presentase rendemen yang bertujuan untuk mengetahui jumlah ekstrak tangkai pinang yang diperoleh dari serbuk simplisia yang digunakan. Ekstrak kental diperoleh sebanyak 30 gram dengan nilai rendemen sebesar 15% (**Tabel 4.1**) yang berarti telah memenuhi standar Farmakope Herbal Indonesia yang menyatakan bahwa rendemen ekstrak tidak kurang dari 10% (Kusuma *et al.*, 2022). Nilai rendemen tersebut menunjukkan tingkat efektivitas ekstraksi dalam menarik senyawa aktif, hasil dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis pelarut, metode ekstraksi dan waktu ekstraksi (Novianto & Fuadi, 2023). Penelitian (Tunnazilah *et al.*, 2024) melaporkan bahwa ekstraksi tangkai pinang menghasilkan rendemen yang memenuhi standar tersebut, sehingga nilai rendemen 15% pada penelitian ini dapat dikatakan konsisten atau sejalan dengan penelitian sebelumnya. Kesamaan ini mengindikasikan bahwa tangkai pinang

merupakan bahan yang memiliki kandungan metabolit sekunder cukup tinggi dan relatif mudah terekstraksi menggunakan pelarut etanol.

Uji Efektivitas antibakteri dilakukan terhadap bakteri *S. aureus*, yang merupakan bakteri Gram positif penyebab infeksi kulit dan luka, serta diketahui memiliki resistensi terhadap antibiotik beta-laktam (Ume *et al.*, 2025). Tujuan uji efektivitas antibakteri adalah guna menentukan kemampuan ekstrak tangkai pinang (*A. catechu* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri yang diuji. Kemampuan penghambatan ditandai dengan pembentukan zona bening disekitar kertas cakram. Keberadaan zona bening ini mengindikasikan efektivitas antibakteri dari ekstrak yang diujikan (Alydrus & Khofifah, 2022). Pengujian dilakukan menggunakan metode difusi cakram pada media agar NA yang telah diinokulasi bakteri uji. Diameter zona bening yang terbentuk menunjukkan kemampuan sampel dalam menghambat pertumbuhan bakteri, semakin besar zona hambat yang terbentuk maka semakin kuat aktivitas antibakteri dari sampel (Halimah *et al.*, 2024). Pemilihan media NA didasarkan pada komposisi terpenting yang terdapat pada media NA yaitu protein yang berasal dari daging dan pepton yang sesuai dengan kebutuhan sebagian besar bakteri. NA termasuk dalam media umum (*general purpose media*), yaitu media yang dapat mendukung pertumbuhan berbagai jenis bakteri tanpa memiliki sifat selektif tertentu (Rinihapsari *et al.*, 2023). Kontrol positif yang digunakan adalah Doxycycline, antibiotik golongan tetrasiklin yang bekerja dengan menghambat sintesis protein bakteri melalui ikatan dengan subunit ribosom 30S, sehingga efektif terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif (Anggita *et al.*,

2022). Kontrol negatif menggunakan *aqua pro injection* yang tidak memiliki aktivitas antibakteri.

Sebelum dilakukan pengujian antibakteri, *S. aureus* mengalami proses peremajaan untuk meregenerasi bakteri (Rafika Sari *et al.*, 2022). Proses ini dilakukan untuk mendapatkan kultur bakteri uji yang aktif dalam pertumbuhan dan metabolismenya, serta terbebas dari kontaminasi (Prihantini, 2023). Pembuatan suspensi bakteri *S. aureus* menggunakan larutan NaCl 0,9% yang bertujuan untuk mendapatkan jumlah bakteri yang diinginkan yaitu kerapatan pertumbuhan koloni yang sesuai (Rahmah *et al.*, 2023). Larutan NaCl 0,9% dipilih karena bersifat isotonis dengan cairan sel bakteri sehingga mampu mempertahankan bakteri untuk tetap hidup sebelum nantinya dipindahkan ke media NA yang baru (Darmawan *et al.*, 2025). Suspensi bakteri yang telah dibuat kemudian dibandingkan tingkat kekeruhannya dengan standar *Mc Farland* 0,5. Perbandingan ini dilakukan untuk menyeragamkan jumlah koloni bakteri dalam suspensi berdasarkan standar *Mc Farland* 0,5, yang memiliki kekeruhan setara dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL (Bhagaskara *et al.*, 2023). Proses pengujian dilakukan secara aseptis menggunakan *Laminar Air Flow* (LAF) untuk mencegah terjadinya kontaminasi dari mikroorganisme lain yang dapat memengaruhi hasil pengujian dan inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24 jam yang merupakan kondisi optimal pertumbuhan *S. aureus*. Kondisi inkubasi yang tepat penting untuk memastikan bahwa zona hambat yang terbentuk benar-benar mencerminkan aktivitas antibakteri ekstrak, bukan akibat faktor lingkungan atau kontaminasi laboratorium (Shina *et al.*, 2024).

Hasil pengujian efektivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak tangkai pinang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *S. aureus* yang berbeda pada setiap konsentrasi (**Tabel 4.2**). Menurut (Sari & Basyarahil, 2021), kriteria kekuatan antibakteri ditentukan berdasarkan diameter zona hambat yaitu diameter zona hambat <5 mm diklasifikasikan kategori lemah, 5–10 mm kategori sedang, 10–20 mm kategori kuat, dan >20 mm kategori sangat kuat. Konsentrasi 3% menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 1,3 mm dan konsentrasi 4% sebesar 1,6 mm yang keduanya termasuk kategori lemah. Pada konsentrasi 5% terjadi peningkatan zona hambat menjadi 5,41 mm dengan kategori sedang. Kontrol positif menunjukkan rata-rata 13,8 mm (kategori kuat), sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan zona hambat. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan aktivitas antibakteri. Zona hambat yang kecil pada konsentrasi 3% dan 4% menunjukkan bahwa jumlah senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak masih rendah sehingga kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri belum optimal (Zanuba *et al.*, 2023). Efektivitas antibakteri ekstrak tanaman meningkat seiring bertambahnya konsentrasi karena kandungan senyawa aktif yang berdifusi ke dalam media semakin banyak sehingga diameter zona hambat menjadi lebih besar (Ramadhani *et al.*, 2024). Peningkatan tersebut menunjukkan adanya hubungan dosis-respons, semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin besar daya hambat terhadap bakteri (Paxie *et al.*, 2024). Peningkatan konsentrasi ekstrak tanaman menyebabkan peningkatan zona hambat terhadap *S. aureus* akibat meningkatnya kandungan senyawa antibakteri seperti alkaloid, flavonoid dan tanin dan steroid (Hasibuan *et al.*, 2024).

Metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan steroid memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme yang berbeda. Flavonoid bekerja dengan menghambat sintesis protein, DNA, dan RNA, sehingga proses replikasi serta pertumbuhan bakteri terhenti. Senyawa ini juga dapat membentuk kompleks dengan protein yang berada di permukaan maupun yang terlarut di sekitar sel, sehingga mengganggu fungsi biologis yang esensial. Interaksi tersebut menimbulkan kerusakan pada membran sel yang berakibat keluarnya komponen intraseluler (Sujana *et al.*, 2024). Kondisi ini menyebabkan metabolit penting bocor ke luar dan sejumlah enzim menjadi tidak aktif. Gangguan pada integritas membran semakin melemahkan fungsi seluler karena sistem pertukaran zat tidak lagi berjalan secara normal. Akibat kebocoran nukleotida dan asam amino sekaligus terhambatnya masuknya molekul aktif dari luar, metabolisme bakteri menjadi terganggu. Ketidakmampuan mempertahankan keseimbangan internal pada akhirnya menimbulkan kematian sel (Sujana *et al.*, 2024).

Alkaloid menghambat proses sintesis peptidoglikan pada dinding sel bakteri. Terhambatnya proses sintesis peptidoglikan menyebabkan pembentukan dinding sel berlangsung tidak sempurna, sehingga struktur dinding sel menjadi lemah dan tidak stabil. Kondisi tersebut mengakibatkan terganggunya keseimbangan osmotik serta fungsi fisiologis sel bakteri, sehingga proses metabolisme sel tidak dapat berlangsung secara normal. Gangguan ini selanjutnya dapat memicu kerusakan struktur dan komponen seluler yang bersifat vital, yang pada akhirnya berujung pada kematian sel bakteri (Jungjunan *et al.*, 2023).

Tanin memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme spesifik pada struktur sel. Senyawa ini menyebabkan dinding atau membran sel bakteri mengalami pengerutan. Perubahan tersebut berdampak langsung pada kemampuan membran dalam mengatur keluar-masuknya zat. Gangguan permeabilitas membuat sel kehilangan fungsi pentingnya dalam menjaga kestabilan lingkungan internal. Kondisi ini menghambat berbagai proses fisiologis yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup mikroorganisme (Sujana *et al.*, 2024). Mekanisme kerja steroid yaitu dapat menyebabkan kebocoran pada liposom yang berhubungan dengan membran lipid dan sensitivitas terhadap komponen steroid, Steroid dapat berinteraksi dengan membran fosfolipid sel yang bersifat permeabel terhadap senyawa-senyawa lipofilik sehingga menyebabkan integritas membran menurun serta morfologi membran sel berubah yang menyebabkan sel rapuh dan lisis (Kiko *et al.*, 2023).

Untuk mendukung interpretasi hasil zona hambat yang telah dijelaskan, dilakukan uji normalitas sebagai tahap awal dalam analisis statistik terhadap data penelitian. Berdasarkan hasil uji normalitas pada data zona hambat, analisis menggunakan uji *Shapiro–Wilk* menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ sehingga data dinyatakan berdistribusi normal (Khairunnisa *et al.*, 2024). Nilai signifikansi pada konsentrasi 3% sebesar 1,000 dan 4% sebesar 0,637 menunjukkan bahwa data hasil pengukuran antar replikasi tidak mengalami penyimpangan dari distribusi normal. Pada konsentrasi 5% diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,056 yang masih lebih besar dari 0,05, sehingga dapat diartikan bahwa distribusi data tetap tidak berbeda secara signifikan dari distribusi normal. Hal yang sama juga

terlihat pada kontrol positif dengan nilai signifikansi sebesar 0,298, yang menandakan bahwa data pada kelompok tersebut juga memenuhi asumsi normalitas (Sujiwo & Marsidi, 2025). Kelompok kontrol negatif tidak memiliki nilai signifikansi karena seluruh data identik atau tidak memiliki variasi, sehingga distribusi normalitasnya tidak dapat dihitung. Kondisi ini sesuai dengan prinsip uji normalitas *Shapiro–Wilk* yang mensyaratkan adanya variasi dalam data agar pengujian dapat dilakukan. Kondisi tersebut umum terjadi pada penelitian antibakteri karena kontrol negatif tidak mengandung senyawa aktif sehingga tidak menghasilkan zona hambat. Data yang tidak memiliki variasi menyebabkan perhitungan statistik normalitas tidak dapat dilakukan oleh perangkat lunak statistik seperti SPSS (Sujiwo & Marsidi, 2025).

Distribusi data yang normal menunjukkan bahwa penyebaran nilai zona hambat pada masing-masing konsentrasi relatif seimbang di sekitar nilai rata-rata. Pemenuhan asumsi normalitas merupakan syarat utama sebelum dilakukan analisis statistik parametrik seperti uji ANOVA. Jika data berdistribusi normal, maka uji parametrik memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi dalam mendeteksi perbedaan antar kelompok perlakuan (Sari *et al.*, 2024). Penggunaan uji *Shapiro–Wilk* pada penelitian dengan jumlah sampel kecil ($n < 50$) direkomendasikan karena merupakan salah satu metode yang baik untuk mengevaluasi normalitas, sehingga cocok digunakan sebelum analisis parametrik. Dalam penelitian laboratorium farmasi, uji normalitas tetap diperlukan meskipun jumlah replikasi sedikit untuk memastikan validitas analisis statistik. Hasil uji normalitas pada penelitian ini menunjukkan bahwa

data zona hambat telah memenuhi asumsi untuk dilanjutkan ke uji parametrik seperti *One Way ANOVA* (Wara *et al.*, 2025).

Berdasarkan hasil uji homogenitas varians menggunakan uji Levene pada data zona hambat, diperoleh nilai signifikansi *Based on Mean* $< 0,05$ sehingga menunjukkan bahwa varians antar kelompok perlakuan tidak homogen. Nilai signifikansi $< 0,05$ mengindikasikan adanya perbedaan variabilitas data pada masing-masing konsentrasi ekstrak dan kontrol yang diuji. Ketidakhomogenan varians ini menunjukkan bahwa penyebaran data antar kelompok tidak sama sehingga asumsi homogenitas untuk uji parametrik tidak terpenuhi secara sempurna (Wara *et al.*, 2025).

Hasil lain pada *Based on Median* menunjukkan signifikansi $> 0,05$ sehingga secara median varians data terlihat homogen (Rahman *et al.*, 2021). Namun dalam interpretasi uji Levene, nilai yang digunakan sebagai acuan utama adalah *Based on Mean*, sehingga keputusan tetap mengacu pada hasil bahwa varians data tidak homogen. Perbedaan hasil antara *based on mean* dan *median* dapat terjadi karena adanya variasi data yang cukup besar pada salah satu kelompok perlakuan, misalnya kontrol positif yang memiliki zona hambat lebih tinggi dibandingkan konsentrasi ekstrak. Ketidakhomogenan varians pada penelitian antibakteri sering terjadi karena perbedaan aktivitas hambatan antar konsentrasi yang cukup jauh, terutama antara kontrol positif dan kontrol negatif. Variasi yang besar pada kontrol positif menyebabkan simpangan baku meningkat sehingga mempengaruhi kesamaan varians antar kelompok. Adanya kelompok dengan nilai nol pada kontrol negatif juga dapat meningkatkan ketidakseimbangan varians data. Hasil analisis menggunakan *One-Way ANOVA*

menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi konsentrasi ekstrak terhadap diameter zona hambat bakteri *S. aureus* ($p < 0,05$), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, yang berarti variasi konsentrasi ekstrak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antibakteri (Fradiana & Prayitno, 2025). Hasil uji statistik tersebut kemudian menjadi dasar dalam menganalisis lebih lanjut hubungan antara variasi konsentrasi ekstrak dan tingkat aktivitas antibakteri yang dihasilkan. Perbedaan yang signifikan ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri. Hal ini sejalan dengan data penelitian, di mana konsentrasi 3% dan 4% menunjukkan kategori daya hambat lemah, sedangkan pada konsentrasi 5% meningkat menjadi kategori sedang. Secara ilmiah, kondisi ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka semakin besar jumlah senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya, sehingga aktivitas antibakteri yang dihasilkan juga semakin meningkat. Sebelum dilakukan uji lanjut, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas varians yang menunjukkan bahwa data tidak homogen ($p < 0,05$). Kondisi ini menyebabkan uji *post hoc* yang mensyaratkan homogenitas varians, seperti uji Tukey, tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, dipilih uji lanjut Games-Howell yang lebih sesuai karena tidak mensyaratkan kesamaan varians antar kelompok perlakuan (Burman *et al.*, 2025).

Hasil uji *post hoc* Games-Howell menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar beberapa pasangan kelompok perlakuan. Perbedaan yang nyata umumnya terlihat antara konsentrasi rendah (3% dan 4%) dengan konsentrasi

yang lebih tinggi (5%) terhadap pertumbuhan *S. aureus*. Hal ini mendukung interpretasi bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak mempengaruhi daya hambat bakteri (Burman *et al.*, 2025). Jika dibandingkan dengan kontrol positif, daya hambat ekstrak masih lebih rendah, menunjukkan bahwa antibiotik sintetis memiliki efektivitas yang lebih tinggi. Namun, ekstrak tangkai pinang tetap memiliki potensi sebagai antibakteri alami yang lebih aman dan dapat menjadi alternatif dalam pengembangan obat tradisional, terutama dalam menghadapi masalah resistensi antibiotik. Berdasarkan hasil uji ANOVA yang dilanjutkan dengan uji Games-Howell, dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak tangkai pinang berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antibakteri. Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi 3% dan 4%, sedangkan perbedaan yang signifikan ditemukan antara konsentrasi 3% dan 5% serta antara konsentrasi 4% dan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak, khususnya pada konsentrasi yang lebih tinggi, secara nyata meningkatkan efektivitas daya hambat terhadap *S. aureus*.

Hasil uji *post hoc* Games-Howell digunakan untuk mengetahui perbedaan signifikan antar pasangan kelompok perlakuan setelah uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna. Pemilihan uji Games-Howell dalam penelitian ini sudah tepat karena data tidak memenuhi asumsi homogenitas varians, sehingga diperlukan metode yang robust terhadap ketidaksamaan varians. Berdasarkan hasil uji Games-Howell, perbandingan antara konsentrasi 3% dan 4% menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,314 ($p > 0,05$), yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok tersebut. Pada perbandingan konsentrasi 3% dengan 5% diperoleh nilai signifikansi sebesar

0,035 ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok tersebut. Perbandingan antara konsentrasi 4% dan 5% juga menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,045 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kedua konsentrasi tersebut.

Seluruh kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan kontrol positif, dengan nilai signifikansi ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kontrol positif memiliki daya hambat yang jauh lebih besar dibandingkan seluruh konsentrasi ekstrak, sehingga efektivitas antibiotik sintetis masih lebih tinggi dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Seluruh kelompok perlakuan juga menunjukkan perbedaan signifikan terhadap kontrol negatif dengan nilai signifikansi ($p < 0,05$). Hal ini membuktikan bahwa ekstrak tangkai pinang memiliki aktivitas antibakteri karena mampu menghasilkan zona hambat, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan aktivitas penghambatan sama sekali. Perbandingan antara konsentrasi 5% dengan kontrol negatif menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,025 ($p < 0,05$), yang menandakan bahwa konsentrasi tertinggi memiliki aktivitas antibakteri yang nyata dibandingkan kondisi tanpa perlakuan. Hal ini memperkuat bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berkontribusi terhadap peningkatan daya hambat. Hasil uji Games-Howell menunjukkan bahwa tidak semua peningkatan konsentrasi menghasilkan perbedaan yang signifikan antar kelompok, namun terdapat kecenderungan bahwa konsentrasi yang lebih tinggi memberikan aktivitas antibakteri yang lebih baik. Hal ini menunjukkan adanya batas efektivitas konsentrasi tertentu dalam meningkatkan daya hambat bakteri *S. aureus*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Ekstrak etanol tangkai pinang (*A. catechu* L.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus*. Aktivitas ini ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat pada media uji.
2. Variasi konsentrasi ekstrak tangkai pinang mempengaruhi daya hambat terhadap *S. aureus*. Konsentrasi 3% dan 4% menghasilkan zona hambat rata-rata 1,3 mm dan 1,6 mm yang termasuk kategori lemah. Pada konsentrasi 5% menghasilkan zona hambat rata-rata 5,41 mm yang termasuk kategori sedang. Hasil analisis data menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar konsentrasi perlakuan ($p < 0,05$). Perbedaan signifikan ditemukan antara konsentrasi 3% dan 5% serta antara konsentrasi 4% dan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak, khususnya pada konsentrasi yang lebih tinggi, berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*.

B. Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi sehingga dapat diketahui konsentrasi optimum yang mampu menghasilkan daya hambat yang lebih besar dan melakukan isolasi senyawa yang terdapat dalam ekstrak tangkai pinang untuk mengetahui senyawa yang paling berpotensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, H., Irwandi, I., Budiyo, A. B., & Muslih, A. M. (2025). Antibacterial Effectiveness Test Of Wrap Leaf Extract (*Smilax rotundifolia*) Against *Escherichia coli* And *Propionibacterium acnes* Bacteria. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 11(4), 527–532. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i4.10699>
- Alif, F. M., Zakiani, Z., Asrawati, S., Ary, A., Rahma, & Maarifah, N. (2025). Impetigo Krustosa : Laporan Kasus Impetigo Crustosa: Case Report. 7(3), 178–184.
- Agbo, M. C., Ezeonu, I. M., Onodagu, B. O., Ezech, C. C., Ozioko, C. A., & Emencheta, S. C. (2024). Antimicrobial resistance markers distribution in *Staphylococcus aureus* from Nsukka , Nigeria. 1–12.
- Anggita, D., Nuraisyah, S., & Wiriansya, E. P. (2022). Mekanisme Kerja Antibiotik. 7(1), 46–58.
- Atmanto, K. A. A., Asri, L. A., & Kadir, N. A. (2022). Media Pertumbuhan Kuman. 04(01), 3069–3075.
- Annisa, B. N., Tama, A. P., Sa'adah, C. N., & Sary, N. V. (2021). Metode Isolasi Flavonoid Pada Tumbuhan Di Indonesia. *Pharmacine : Journal Of Pharmacy, Medical And Health Science*, 2(1), 22–35. <https://doi.org/10.35706/Pc.V2i1.5578>
- Aprilyanie, I., Handayani, V., & Syarif, R. A. (2023). Uji Toksisitas Ekstrak Kulit Buah Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix* Dc.) Dengan Menggunakan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (Bslt). *Makassar Natural Product Journal (Mnpj)*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.33096/Mnpj.V1i1.4>
- Arbaini, N. H., Irawan, Y., & Makani, M. (2024). Evaluasi Penggunaan Antibiotik Dengan Metode Atc / Ddd Dan Du 90 % Pada Pasien Anak Rawat Jalan Di Rsud Sultan Imanuddin Pangkalan Bun. 4, 1516–1529.
- Arsyad, R., Amin, A., & Waris, R. (2023). Teknik Pembuatan Dan Nilai Rendamen Simplisia Dan Ekstrak Etanol Biji Bagore (*Caesalpinia crista* L.) Asal Polewali Mandar. *Makassar Natural Product Journal*, 1(3), 2023–2138.
- Arwidhiah, N., Saleh, C., & Astuti, W. (2021). Uji Fitokimia Dan Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Mahoni (*Swietenia Mahagoni* (L.) Jacq) Phytochemical Test And Antibacterial Activity Of Ethanol Extract Of Mahoni Seed (*Swietenia Mahagoni* (L.) Jacq). 56–59.
- Azza, E. A., Purbosari, I., & Mukti, A. W. (2024). Comparison of antibacterial activity of 70% and 96% ethanol extracts of cat's whiskers leaves against *Escherichia coli* bacteria. 5(September), 8415–8426.
- Asrianto, A., Asrori, A., Sahli, I. T., Kurniawan, F. B., Hartati, R., & Purwati, R. (2020). Bioaktivitas Ekstrak Etanol Biji Pinang (*Areca catechu* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli* Bioactivity. *Jurnal Sains Dan*

Kesehatan, 2(4), 538–547.

- Asrianto, A., Asrori, A., Sitompul, L. S., Sahli, I. T., & Hartati, R. (2021). Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Biji Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.33394/Bjib.V9i1.3437>
- Asrianto, Asrianto, Asrori, Asrori, Sahli, Taufik, I., Hartati, Risda, Mulyani, & Wiwiek. (2020). Bioaktivitas In Vitro Ekstrak Etanol Biji Pinang Terhadap Jamur *Candida albicans* In Vitro Bioactivity Of Areca Seed Ethanol Extract Against *Candida albicans*. 9–18.
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Andriyani, F., Sanini, T., Supriyatin, & Aulya, N. (2023). Uji Kualitatif Senyawa Aktif Flavonoid Dan Terpenoid Pada Beberapa Jenis Tumbuhan *Fabaceae* Dan *Apocynaceae* Di Kawasan Tngpp Bodogol. 8, 32–43.
- Alydrus, N. L., & Khofifah, N. (2022). Efektifitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus*. 1(1), 56–61.
- Bemis, Deswardani, F., Heriyanti, H., Puspitasari, R. D., & Azizah, N. (2023). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Areca catechu* L Peel Bioreductor as an Antibacterial *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 6(2), 176–186. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol6.iss2.art9>
- Burman, A., Putri, W. R., & Putri, N. E. (2025). Studi in-Vitro: Perbandingan Efektifitas Antibakteri Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Val) 40%, 50%, Dan 70% Terhadap Isolat Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Health Research Innovation*, 2(3), 216–224. <https://doi.org/10.64094/5xpx1j20>
- Bhagaskara, R. J., Ahmad, A. S., Prasetyawan, S. R., Amelia, D., Pratama, D. P., Hidayyah Tulloh, I. M., Putri, N. A., Putri, I. D., Rabbani, A. L., Ibnu Ismail, F. M., Astuti, J. T., & Atmaja, N. B. (2023). Antibiotic Susceptibility Test of *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* With Disk Diffusion and Dilution Method. *Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 2(1), 29–37. <https://doi.org/10.33533/jrpps.v2i1.7029>
- Cahyani, I. S., Hadriyati, A., & Yulianis. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Dan Fraksi Kulit Buah Pinang (*Areca catechu* L) Dari Kabupaten Tanjung Jabung Barat Antioxidant Activity Test Extract And Areca Peel (*Areca catechu* L) Rind Fraction From Tanjung Jabung Barat District. *Journal Of Healthcare Technology And Medicine*, 6(1), 2615–109.
- Devi, P. A., Made, L., Rusyati, M., & Setyawati, N. K. (2024). Profil Pasien Selulitis Erisipelas Di Poliklinik Kulit Dan Kelamin Rumah Sakit Prof. I. G. N. G. Ngoerah. 15(2), 675–680. <https://doi.org/10.15562/ism.V15i2.2065>
- Ditjen Pom, D. R. (2000). Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat, Jakarta: Departement Kesehatan Republik Indonesia. *Edisi Iv*, 9–11, 16.

- Dzulasfi, & Rizka Angriani A. (2024). Uji Daya Hambat Sediaan Krim Ekstrak Etanol Biji Pinang (*Areca cathecu* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Yamasi Makassar*, 8(1), 44–50. <https://doi.org/10.59060/Jurkes.V8i1.320>
- Darmawan, R., Wirawan, I., & Agustini, M. (2025). Effect Of Type Of Diluent On The Growth Of Bacterial Colonies *Bacillus* Sp . On The Isolation Process In. 12(April), 1–11.
- Evifania, R. D., Apridamayanti, P., & Sari, R. (2020). Uji Parameter Spesifik Dan Nonspesifik Simplisia Daun Senggani (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Cerebellum*, 5(4a), 17. <https://doi.org/10.26418/Jc.V6i1.43348>
- Fradiana, N. N., & Prayitno, T. A. (2025). Pengaruh Kombinasi Ekstrak Daun *Ocimum basilicum* dan *Tithonia diversifolia* terhadap Mortalitas Wereng Coklat (*Nilapavarta lugens*) pada Tanaman *Capsicum frutescens*. 12, 123–132.
- Hamidah, H., Mahrudin, M., & Irianti, R. (2022). Etnobotani *Areca catechu* L. (Pinang) Suku Dayak Bakumpai Bantuil Kabupaten Barito Kuala Berbentuk Buku Ilmiah Populer. *Jupeis : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(4), 51–66. <https://doi.org/10.57218/Jupeis.Vol1.Iss4.322>
- Hanina, H., Humaryanto, H., Gading, P. W., Aurora, W. I. D., & Harahap, H. (2022). Peningkatan Pengetahuan Siswa Pondok Pesantren Nurul Iman Tentang Infeksi *Staphylococcus aureus* Di Kulit Dengan Metode Penyuluhan. *Medical Dedication (Medic) : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Fkik Unja*, 5(2), 426–430. <https://doi.org/10.22437/Medicaldedication.V5i2.21000>
- Happy, M., Klau, C., & Hesturini, R. J. (2021). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Dandang Gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm F) Lindau) Terhadap Daya Analgesik Dan Gambaran Makroskopis Lambung Mencit. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia* 4(1), 6–12. <https://doi.org/10.52216/Jfsi.V4i1.59>
- Hayon, M. F. K., Supriningrum, R., & Fatimah, N. (2023). Identifikasi Jenis Saponin Dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Batang Sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Atcc 9027 Dan *Streptococcus mutans* Atcc 25175. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 258–272. <https://doi.org/10.33759/Jrki.V5i2.368>
- Hartanto, D., & Dewi, U. (2024). Penerapan Video Umpan Balik Terhadap Pembelajaran Servis Bulutangkis Pada Pemain Tingkat Pemula. *Jurnal Pendidikan Olahraga*, 13(2), 229–239.
- Hasibuan, S. I., Nasution, M. A., & Ridwanto, & Nasution, H. M. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Daun Senggani (*Melastoma candium* D . Don) Dengan Variasi Ekstraksi Maserasi dan Microwave Assisted Extraction Terhadap *S. aureus*. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(3), 8683–8692.
- Herman, H., Prasetyawan, F., Dhafin, A. A., & Wahdi, A. (2025). Effectiveness

- Test of Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bacterial Concentration (MBC) of Papaya Latex Extract (*Carica papaya*. L) Against *Pseudomonas aeruginosa* Bacteria. *Jurnal Ilmiah STIKES Yarsi Mataram*, 15(2), 87–95. <https://doi.org/10.57267/jisym.v15i2.472>
- Herman, H., Sunarni, T., & Saptarini, O. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri dan Antibiofilm Fraksi Ekstrak Daun Gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq Walp)) Terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 10(1), 314–327. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v10i1.484>
- Halimah, N., Salman, Y., & Hidriya, H. (2024). Uji Efektivitas Getah Pelepah Pohon Pisang Mahuli Dengan Metode Difusi Cakram Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus*. 2(2), 91–98.
- Hartanto, D., & Dewi, U. (2024). Penerapan Video Umpan Balik Terhadap Pembelajaran Servis Bulutangkis Pada Pemain Tingkat Pemula. *Jurnal Pendidikan Olahraga*, 13(2), 229–239.
- Idrees, M., Sawant, S., Karodia, N., & Rahman, A. (2021). *S. aureus* Forms A Complex Structure Of Extracellular Polymeric Biofilm That Provides A Fully Secured And Functional Environment For The Formation Of Microcolonies, Their Sustenance And Recolonization Of Sessile Cells After Its Dispersal. The Purpose Of Th. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 18, 1–20.
- Irianti, R. (2022). Etnobotani *Areca catechu* L . (Pinang) Suku Dayak Bakumpai Bantuil Kabupaten Barito Kuala Berbentuk Buku Ilmiah Populer. 1(4).
- Jailani, Ms., Jeka, F., & Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, U. (2022). Pengertian Populasi (Kuantitatif) Menurut Ahli. 7, 26320–26332.
- Jannah, M., Fadhilah, W. N., & Rossardy, M. D. (2025). Penetapan Kadar Total Alkaloid Dan Flavonoid Pada Bintangur (*Calophyllum soullattri* Burm.F.) Menggunakan Ftir Dan Spektrofotometri Uv-Vis. 17–29.
- Julianto, T. S. (2019). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder Dan Skrining Fitokimia. In *Jakarta Penerbit Buku Kedokteran Egc* (Vol. 53, Issue 9).
- Jungjunan, R. A., Rahayu, P., Yulyuswarni, & Ardini, D. (2023). 1) *Jurusan Farmasi Politeknik Kesehatan Tanjung Karang*. 8(1).
- Jungjunan, R. A., Rahayu, P., Yulyuswarni, Y., & Ardini, D. (2023). Uji Aktivitas Dan Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* Linn.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Analisis Farmasi*, 8(1). <https://doi.org/10.33024/Jaf.V8i1.9269>
- Kabakoran, J. F., Niwele, A., & Yuyun, M. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Turi (*Sesbania grandiflora* L) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Dengan Metode Cakram. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Dan Kesehatan*, 1(2), 126–141. <https://doi.org/10.55606/Klinik.V1i2.1162>
- Kautsar, V., & Faizah, K. (2021). Agrostatistika: Pengolahan Data Dengan Spss.

1–57.

- Khairunnisa, N., Nasution, A. N., & Lubis, A. A. (2024). Pengaruh Ekstrak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Luka Diabetes Metode Difusi Cakram. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Kesehatan*, 2(3), 270–281. <https://doi.org/10.59841/jumkes.v2i3.1527>
- Kemenkes Ri. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 62 Tahun 2017 Tentang Izin Edar Alat Kesehatan, Alat Kesehatan Diagnostik In Vitro Dan Perbekalan Kesehatan Rumah Tangga. In *Menteri Kesehatan Republik Indonesia* (Issue Pasal 4 Ayat 1, P. 9).
- Khairunnisa, N., Yuniati, L., Arsal, A. S. F., Hermiaty, & Syamsu, R. F. (2023). Efektifitas Ekstrak Daun Kemangi & Ekstrak Daun Sirih Merah Sebagai Anti Mikroba *Staphylococcus aureus* Penyebab Furunkle. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 3(2), 106–111. <https://doi.org/10.33096/Fmj.V3i2.185>
- Kusumo, A. (2022). Media Pertumbuhan Kuman. *Jurnal Medika Hutama*, 04(01), 3069–3075.
- Kusuma, I. M., Jastian, S. Y., & Amir, M. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Buah Kawista (*Limonia acidissima*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 15(1), 31–34.
- Kiko, P. T., Taurina, W., & Andrie, M. (2023). Karakterisasi Proses Pembuatan Simplisia Daun Sirih Hijau (*Piper betle*) Sebagai Sediaan Obat Penyembuhan Luka. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(1), 16–25. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i1.18808>
- Lilyawati, S. A., Fitriani, N., & Prasetya, F. (2019). Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Biji Pinang Muda (*Areca catechu*). *Proceeding Of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 10, 135–138. <https://doi.org/10.25026/Mpc.V10i1.378>
- Marsudi, A. S., Wiyono, W., & Mpila, D. (2021). Tingkat Pengetahuan Dan Perilaku Masyarakat Terhadap Penggunaan Antibiotik Di Beberapa Apotek Di Kota Ternate Ardiyanto. 4(2), 54–62.
- Munthe Da, Ridwanto (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Pinang (*Areca catechu* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *J Heal Med Sci*;1(4):14-28.
- Muttaqin, W. W., & Farabi, M. F. (2023). Pengaruh Metode Pengeringan Simplisia Terhadap Kadar Flavonoid Total Dalam Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var rubrum). *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 1(4), 2023.
- Mericci, A., Budiarto, P., Raharjo, D., & Rahmatillah, A. (2025). Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi dan Infudasi terhadap Kadar Flavonoid Total serta Aktivitas Antioksidan Daun Kunyit (*Curcuma longa* L.) oksidatif yang dapat menginisiasi timbulnya gangguan degeneratif seperti neoplasma maligna ,.

September.

- Nahor, E. M., Rumagit, B. I., & Y.Tou, H. (2020). Perbandingan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Andong (*Cordyline fyticosa* L.) Menggunakan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokhletasi. *Jurnal Poltekkes Manado*, 1(1), 40–44.
- Niswah, S. U., Indrayati, A., Nurfiana, G., & Sari, F. (2023). Efek Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C.) Dan Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Atcc 25923 Dengan Metode Pita Kertas. *Original Article Mff*, 27(3), 110–118. <https://doi.org/10.20956/Mff.V27i3.27092>
- Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin Dan Flavonoid) Sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggau (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*, 18(1), 19–29. <https://doi.org/10.20885/Eksakta.Vol18.Iss1.Art3>
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt Dengan Metode Difusi Sumuran Dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41. <https://doi.org/10.24198/Jthp.V1i2.27537>
- Nurkhasanah, T. A., & Dhurhanian, C. E. (2023). Analisis Kadar Saponin Pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Secara Gravimetri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 6(2), 300–309. <https://doi.org/10.36387/Jifi.V6i2.1410>
- Nurwahida, W. O., Muslihin, A. M., & Hardia, L. (2025). Antibacterial Activity Testing Of Methanol Extract Of Yellow Rope Barb (*Anamirta cocculus*). 11(4), 451–458. <https://doi.org/10.29303/Jppipa.V11i4.10760>
- Nuryanti, S., & Rahmayanti, H. (2025). Antibacterial Activity Of Etanol Extract Of Pinang (*Areca catechu* L .) Clup Against *Streptococcus mutans* And *Porphyromonas gingivalis*. *Journal Microbiology Science*, 5(1), 9–16.
- Novianto, L., & Fuadi, A. M. (2023). Pengaruh Jenis Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Dengan Metode Soxhletasi Pada Pengambilan Minyak Kemiri (*Aleurites moluccanus*). *Jurnal Teknik Kimia Vokasional (Jimsi)*, 3(1), 22–27. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v3i1.365>
- Osok, T. M. Z., Waworuntu, O. A., Homenta, H., Sam, U., & Manado, R. (2025). Identifikasi Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Pada Tenaga Kesehatan Di Instalasi Gawat Darurat Dan Rawat Inap Rumah Sakit Islam Sitti Maryam Manado. 6(1), 677–684.
- Oktavia, R., Rohama, R., & Saputri, R. (2023). Aktivitas Antioksidan dan Penetapan Kadar Flavonoid Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) Dengan Variasi Ukuran Partikel Serbuk Simplisia. *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 4(1), 25–33. <https://doi.org/10.33859/jpcs.v4i1.422>
- Pramushinta, I. A. K., Ambarwati, N., & Jamlean, G. S. (2025). Perbandingan Uji Karakteristik Ekstrak Pelarut Etanol 70 % Dan Etanol 96 % Pada Perendaman Ekstrak. 6(September), 13681–13689.

- Prihantini, N. B. (2023). Role of Indonesian Indigenous Cyanobacteria Culture Collection as An Ex-situ Conservation Effort and Microalgae Biodiversity Study Material. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1269–1276. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2763>
- Pertiwi, F. D., Rezaldi, F., & Puspitasari, R. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 7(2), 57–68. <https://doi.org/10.33474/E-Jbst.V7i2.471>
- Popova, M., & Bankova, V. (2023). Contemporary Methods For The Extraction And Isolation Of Natural Products. *Bmc Chemistry*, 17(1), 1–2. <https://doi.org/10.1186/S13065-023-00960-Z>
- Pratiwi, & Dewi. (2022). Screening Of Phytochemical Secondary Metabolites Of Muntingia Calabura: A Potential As Hepatoprotector. *Journal Of Fundamental And Applied Pharmaceutical Science*, 2(2), 59–65. <https://doi.org/10.18196/Jfaps.V2i2.12364>
- Pratiwi, S. A., Februyani, N., Basith, A., Program,), Fakultas, S. F., Kesehatan, I., Nahdlatul, U., Sunan, U., Bojonegoro, G., Yani, A., 10, N., Bojonegoro, K., Timur, J., & Bojonegoro, K. (2023). Skrining Dan Uji Penggolongan Fitokimia Dengan Metode Klt Pada Ekstrak Etanol Kemangi (*Ocimum basilicum* L) Dan Sereh Dapur (*Cymbopogon ciratus*). *Pharmacy Medical Journal*, 6(2), 2023.
- Psikologi, F., & Mada, U. G. (2019). Rancangan Eksperimen-Kuasi *Quasi-Experimental Design*. 27(2), 187–203. <https://doi.org/10.22146/Buletinpsikologi.38619>
- Paxie, E., Jaya Edy, H., & Mansauda, K. L. R. (2024). Uji Aktivitas Antijerawat Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* L) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat *Staphylococcus epidermidis*. *Pharmacon*, 13(1), 403. <https://doi.org/10.35799/pha.13.2024.49088>
- Puspitasari, A., Putri, A., Ardiansyah, M., Firmaniar, R., Qurrotul, Z., & Aini. (2023). Gambaran Tingkat Pengetahuan Penggunaan Obat Tetrasiklin Tanpa Resep Dokter Di Kelurahan Bangselok Kabupaten Sumenep. 2(3), 141–145.
- Putria, D. K., Salsabila, I., Darmawan, S. A. N., Pratiwi, E. W. G., & Nihan, Y. A. (2022). Identifikasi Tanin Pada Tumbuh-Tumbuhan Di Indonesia. *Pharmacine : Journal Of Pharmacy, Medical And Health Science*, 3(1), 11–24. <https://doi.org/10.35706/Pc.V3i1.7238>
- Pramushinta, I. A. K., Ambarwati, N., & Jamlean, G. S. (2025). Perbandingan Uji Karakteristik Ekstrak Pelarut Etanol 70 % Dan Etanol 96 % Pada Perendaman Ekstrak. 6(September), 13681–13689.
- Rafika, R., Pratama, R., Djasang, S., Mursalim, M., & Salsabila Andini, Z. (2024). Pemanfaatan Ikan Penja (*Awaous melanocephalus*) Sebagai Media Alternatif Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Media Analisis*

- Kesehatan*, 15(2), 179–190. <https://doi.org/10.32382/Jmak.V15i2.1191>
- Rahayu, Y. P., Mambang, D. E. P., Nasution, H. M., & Ramadani, A. (2023). Deteksi Cemaran *Staphylococcus aureus* Pada Ayam Krispy Lokal Di Sekitar Salah Satu Universitas Kota Medan. *Journal Of Pharmaceutical And Sciences*, 6(3), 1356–1362. <https://doi.org/10.36490/Journal-Jps.Com.V6i3.222>
- Rinihapsari, E., Onesiforus, B. Y., & Riya, S. A. (2023). Pengaruh Pemanasan Berulang Media Nutrient Agar terhadap Hasil Uji ALT Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Kesehatan Umum*, 1(3), 22–30.
- Rismen, S., & Lovia, L. (2023). Pendampingan Penggunaan Software SPSS dalam Pengolahan Data Statistik. 2(2), 433–442.
- Rahmah, A., Nastiti, K., Mahdiyah, D., & Vidiyasari, P. (2023). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kopi Aranio (*Coffa canephora*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*. 64–74. <https://doi.org/10.33859/jpcs.v4i1.417>
- Ratiwi, D., & Febriansyah, R. E. (2020). Bakteriologi Dasar. In *Umsida Press Sidoarjo Universitas* (Vol. 1, Issue 1).
- Redwik, D. U. W., Simbala, H. E., & Edy, H. J. (2019). Identifikasi Fitokimia Dan Uji Daya Hambat Dari Ekstrak Etanol Tangkai Buah Pinang Yaki (*Areca vestiaria* Giseke) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* , *Escherichia coli* , Dan *Pseudomonas aeruginosa*. 8(November), 936–944.
- Rahmadhani, A., & Hanwar, D. (2024). Optimasi Ekstraksi Antosianin Daun Jati (*Tectona grandis* Linn.) dan Aktivitas Antioksidannya. 7(2), 549–565.
- Ramadhani, M. A., Nadifah, S. D., Putri, N. A., & Sulastri, S. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Berbagai Ekstrak Tanaman Herbal Terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, 4(1), 65–76. <https://doi.org/10.14710/genres.v4i1.22681>
- Safutri, W., Dwiningrum, R., Putri, N. A., & Wulandari, F. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Salam Dan Daun Sambilotto Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan Dan Farmasi*, 24(2), 131–141. <https://doi.org/10.36465/Jkbth.V24i2.1398>
- Sagrim, I., & Soekamto, M. H. (2019). Pembibitan Tanaman Pinang (*Areca catechu*) Dengan Menggunakan Berbagai Media Tanam. *Median : Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 10(2), 28–36. <https://doi.org/10.33506/Md.V10i2.295>
- Sayekti, S., Farhan, A., & Shahibul Alan, M. (2023). Resistance Test Antibacterial Of Neem Extract (*Azadirachta indica* A. Juss.) Against Bacteria *Staphylococcus aureus* With The Disc Diffusion Method. *Jurnal Insan Cendekia*, 10(3), 220–226.
- Singh, G., Sharma, K., Sharma, L. ., Kumar, A., & Parihar, K. (2024). FLD (Front Line Demonstration) on the Area Specific Mineral Mixture on the Milk

Production of Murrah Buffaloes under Climatic Conditions of Tonk District FLD (Front Line Demonstration) on the Area Specific Mineral Mixture on the Milk Production of Mur. January 2025.

- Sujiwo, D. A. C., & Marsidi. (2025). Pemanfaatan Visualisasi Graph Interaktif Untuk Meningkatkan Pemahaman Struktur Aljabar Pada Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Laplace : Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 916–929. <https://doi.org/10.31537/laplace.v8i2.2732>
- Shina, M. A. I., Siska Wardani, T., Siwi, K., & Artini. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak, Fraksi Air, Fraksi Etil Asetat, Fraksi n-Heksan Daun Petai Cina (*Leucaena leucocephala*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 2(6), 1–37. <https://doi.org/10.61132/obat.v2i6.785>
- Samudra, A. G., Ramadhani, N., Fitriani, D., & Putri, D. (2022). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Sargassum Sp. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(4), 500–511.
- Sari, D. P., & Basyarahil, B. Al. (2021). Analisis Zona Hambat Ekstrak Brokoli (*Brassica oleracea* L. Var. Italica) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal Pharmaceutical And Herbal Medicine (Ijphm)*, 1(1), 34–38.
- Sari, Hasanah, S., & Nursalman, M. (2024). Uji Normalitas dan Homogenitas dalam Analisis Statistik. *Pendidikan Tambusai*, 8(2012), 51329–51337.
- Setyawan, D. A. (2021). Petunjuk Praktikum Uji Normalitas & Homogenitas Data Dengan Spss.
- Sujana, K. V., Katja, D. G., & Koleangan, H. S. J. (2024). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Dan Fraksi Kulit Batang *Chisocheton* Sp. (C.Dc) Harms Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *Chemistry Progress*, 17(1), 87–96. <https://doi.org/10.35799/Cp.17.1.2024.54700>
- Sun, S., Yu, Y., Jo, Y., Han, J. H., Xue, Y., Cho, M., Bae, S.-J., Ryu, D., Park, W., Ha, K.-T., & Zhuang, S. (2025). Impact Of Extraction Techniques On Phytochemical Composition And Bioactivity Of Natural Product Mixtures. *Frontiers In Pharmacology*, 16(July), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1615338>
- Tumpu, D., Muslihin, A. M., & Hardia, L. (2025). In Vitro Study Of The Activity Of Yellow Rope (*Anamirta cocculus*) Extract As An Antibacterial. *II*(4), 382–387. <https://doi.org/10.29303/Jppipa.V11i4.10753>
- Tunnazilah, N., Astuti, R. A., & Hardia, L. (2024). Antioxidant Activity Of Ethanol Extract *Areca catechu* L . Stalk Using The Dpph Method. 9(4), 1127–1136.
- Ulfah, A. J., Hamidy, M. Y., & Teruna, H. Y. (2024). The Mechanism Of Action Underlying Antibacterial Activity Of A Diterpene Quinone Derivative Against *Staphylococcus aureus* Through The In Vitro And In Silico Assays. *Pharmacy*

Education, 24(2), 86–92. <https://doi.org/10.46542/Pe.2024.242.8692>

- Ume, E. J., Waworuntu, O. A., Homenta, H., Sam, U., & Manado, R. (2025). Identifikasi M Ethicillin – Resistant *Staphylococcus aureus* (Mrsa) Pada Tenaga Kesehatan Di Ruang Intensive Care Unit (Icu) Rumah Sakit Dr . J . H Awaloei Manado. 5(April), 1393–1400.
- Wahyuni, T., Agency, I., Rosmanah, S., & Agency, I. (2022). Pinang (*Areca catechu*) (Issue January).
- Wahyuni, T., Agency, I., Rosmanah, S., & Agency, I. (2023). Pinang (*Areca catechu*) (Issue January 2022).
- Wara, S. S. M., Adziima, A. F., Nasrudin, M., & Pratama, A. R. (2025). Evaluasi Kinerja Uji Normalitas pada Ragam Distribusi dan Ukuran Sampel. *Jurnal Diferensial*, 7(2), 172–183. <https://doi.org/10.35508/jd.v7i2.24042>
- Who. (2022). Global Antimicrobial Resistance And Use Surveillance System (Glass) Report 2022.
- Yunita, M., Purba, D. H., Syafriana, F. H. V., Liza Mutia, N. A. L., Soputra, D., Mahmud, A., Futri, M. K. R. C. L., Wenas, D. M., Arviani, C. P., & Sampouw, N. L. (2023). Baktriologi Farmasi. *Yayasan Kimia Menulis*.
- Yani, R. D., Hasanuddin, S., Saafi, L. O., Syafrie, F. A., Alani, F. W., Wijayanti, M., Zulfa, T., & Dwi, A. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Akar Enau (*Arenga pinnata* Merr .) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. 3(6).
- Zanuba, N. M. N., Widiyana, A. P., & Novita, D. (2023). Uji In Vitro Aktivitas Antimikroba Ekstrak Air Rimpang Lempuyang Emprit (*Zingiber littorale*) Terhadap *Staphylococcus aureus* In Vitro Antimicrobial Activity Of *Zingiber littorale* Rhizome Water Extracts Against *Staphylococcus aureus*. 0341, 1–6.
- Zhang, M., Zhao, J., Dai, X., & Li, X. (2023). Extraction And Analysis Of Chemical Compositions Of Natural Products And Plants. *Separations*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/Separations10120598>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Determinasi Tanaman Pinang (*A. catechu* L.)



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL MATERIA MEDICA BATU
Jalan Lahor Nomor 87, Pesanggrahan, Kota Batu, Jawa Timur 65313
Telepon 0341 593396, Laman materiamedica.jatimprov.go.id
Pos el materiamedicabatu@jatimprov.go.id

Batu, 11 Februari 2026

Nomor : 000.9.3/0618/102.20/2026
Sifat : Terbuka
Hal : Determinasi Tanaman Pinang

Memenuhi permohonan saudara :

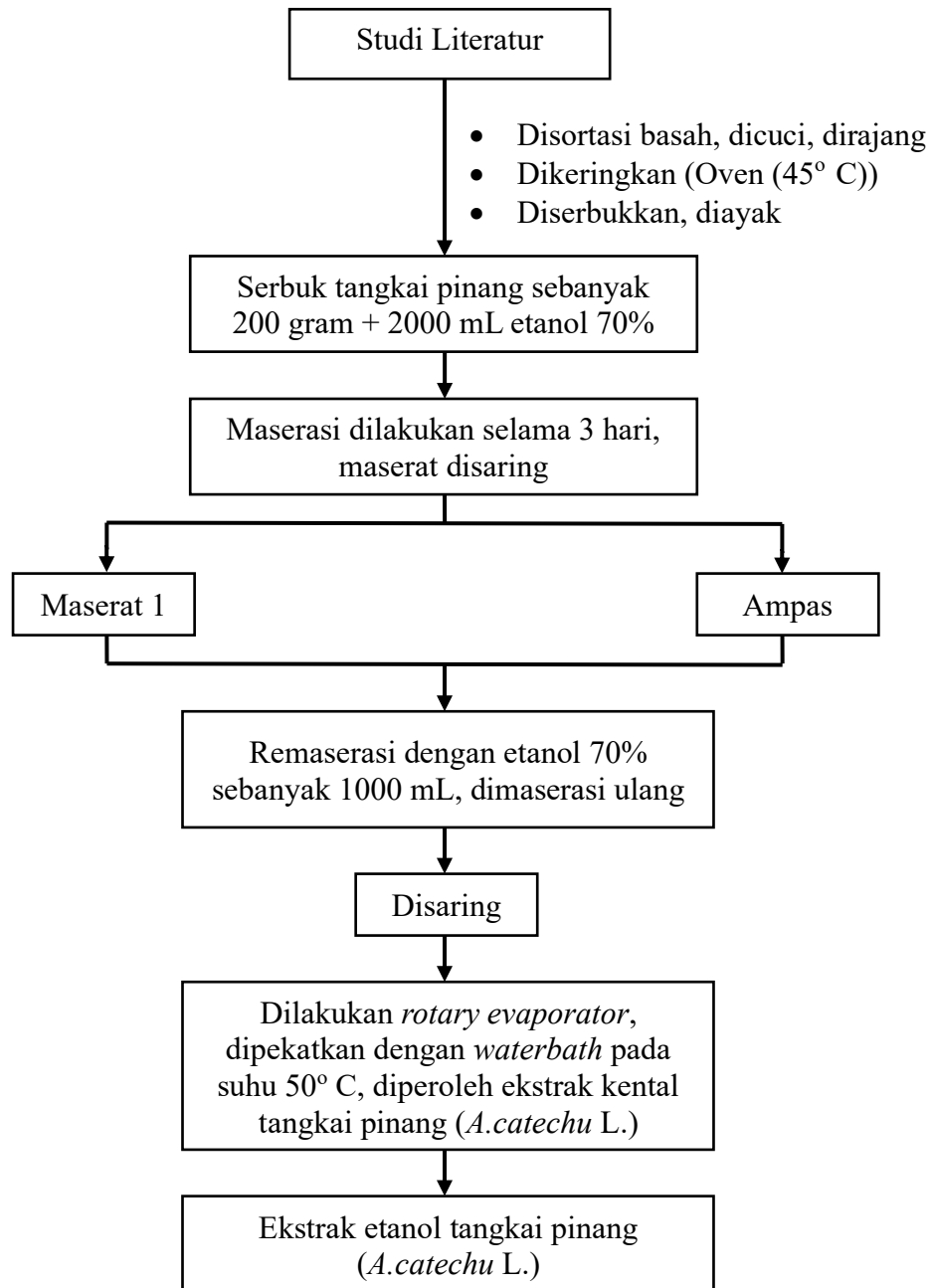
Nama : Fadhillah Eka Rahmadani
NIM/NIP/NIK : 144820122006
Fakultas : Fakultas Farmasi, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

1. Perihal determinasi tanaman pinang
Suku : *Arecaceae* (sebelumnya *Palmae*)
Marga : *Areca*
Jenis : *Areca catechu* L.
Nama Daerah : Jambe, penang, wohan (Jawa); pineng, pineung, pinang, batang mayang, b. bongkah, b. pinang, pining, boni (Sumatra); gahat, gehat, kahat, taan, pinang (Kalimantan); alosi, mamaan, nyangan, luhuto, luguto, poko rapo, amongon (Sulawesi); bua, hua, soi, hualo, hual, soin, palm (Maluku).
- Kunci Determinasi : 1b-2b-3b-4b-6b-7a-8b-1b-3b-4b-6b-7b-8b: *Palmae*-10: *A. catechu*.
2. Morfologi : Habitus: Pohon, tinggi ± 25 m. Batang: Berkayu, tegak, diameter ± 15 cm, hijau kecoklatan. Daun: Majemuk, berupa roset batang, bentuk pita, ujung robek, bergerigi, tepi rata, panjang ± 80 cm, tangkai pendek, berpelepah, panjang ± 80 cm, hijau muda, hijau. Bunga: Majemuk, bentuk bulir, di ketiak daun, bunga betina dan bunga jantan tersusun dalam dua baris, beralur, panjang bunga jantan ± 4 mm, putih kekuningan, benang sari 6, bunga betina panjang $\pm 1,5$ cm, hijau. Buah: Buni, bulat telur, merah jingga. Biji: Satu, bulat telur, kuning kecoklatan. Akar: Serabut, kuning kotor.
3. Bagian yang digunakan : Tangkai/ Mayang.
4. Penggunaan : Penelitian.
5. Daftar Pustaka
 - The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2026. Published on the Internet at <http://www.ipni.org> and <https://powo.science.kew.org/>
 - Van Steenis, CGGJ. 2008. *FLORA: untuk Sekolah di Indonesia*. Pradnya Paramita, Jakarta.

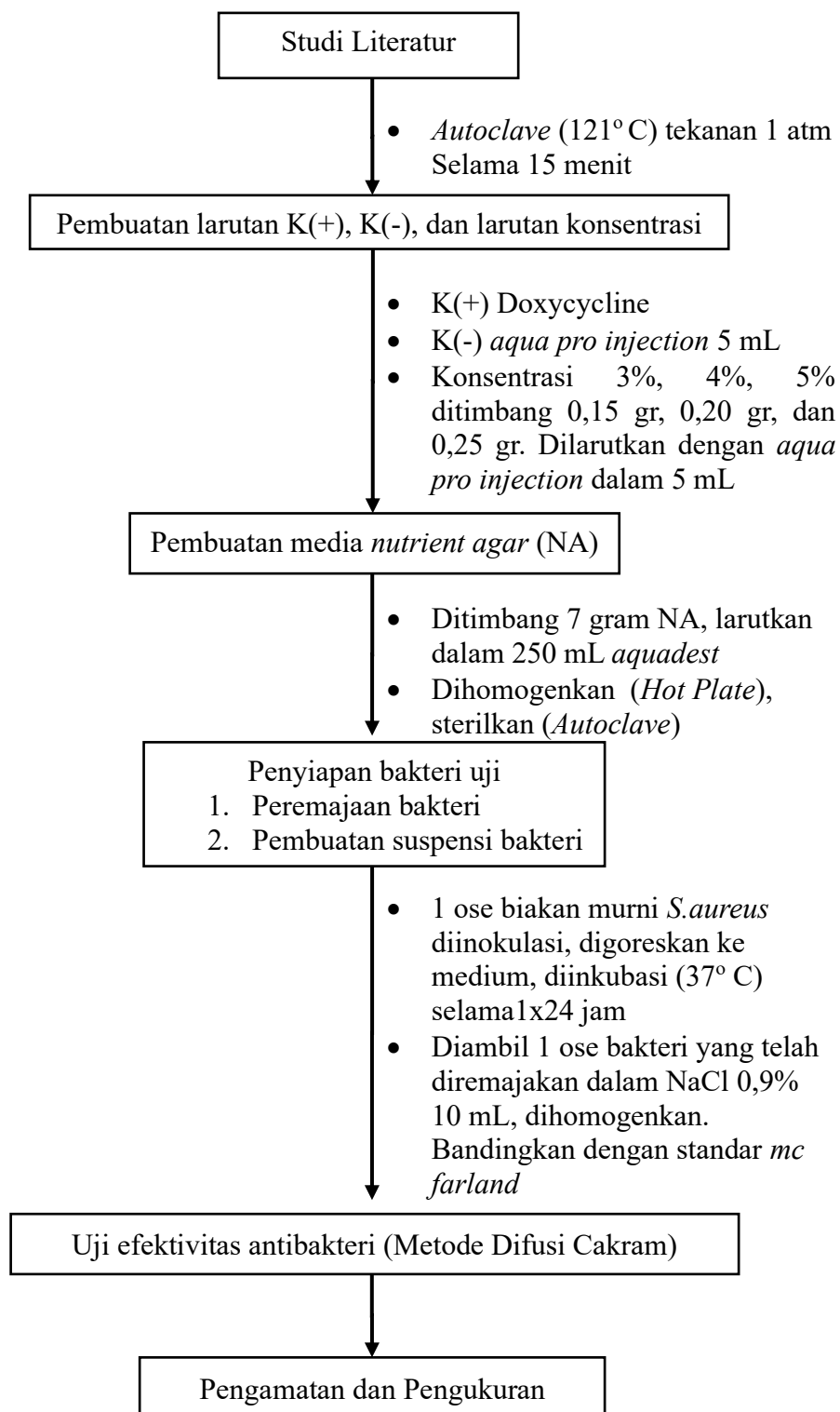
Demikian surat keterangan determinasi ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kepala UPT Laboratorium Herbal
Materia Medica Batu

dr. RATNA YULIANTI, M.M.
Pembina Tingkat I
NIP 197107112000122002

Lampiran 2. Skema Ekstraksi Tangkai Pinang (*A . catechu* L.)

Lampiran 3. Skema Kerja Uji Efektivitas Antibakteri



Lampiran 4. Perhitungan Rendemen (%)

Berat Ekstrak	30 gram
Berat Simplisia	200 gram

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Bobot Ekstrak Kental}}{\text{Bobot Simplisia yang di ekstraksi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{30}{200} \times 100 = 15\%$$

Lampiran 5. Perhitungan Larutan Konsentrasi

$$\text{a. Ekstrak Tangkai Pinang } 3\% = \frac{3}{100} \times 5 \text{ mL} = 0,15 \text{ gr}$$

$$\text{b. Ekstrak Tangkai Pinang } 4\% = \frac{4}{100} \times 5 \text{ mL} = 0,20 \text{ gr}$$

$$\text{c. Ekstrak Tangkai Pinang } 5\% = \frac{5}{100} \times 5 \text{ mL} = 0,25 \text{ gr}$$

Lampiran 6. Perhitungan Media *Nutrient Agar* (NA)

Standart *nutrient agar* (NA) 28 gram/1000 mL *aquadest*

$$V_1 = 1000 \text{ mL}$$

$$W_1 = 28 \text{ gram}$$

$$V_2 = 10 \text{ Cawan Petri} \times 25 \text{ mL} = 250$$

$$W_2 = ?$$

Jawab:

$$\frac{V_1}{W_1} \times \frac{V_2}{W_2} = \frac{1000 \text{ mL}}{28 \text{ gr}} \times \frac{250 \text{ mL}}{W_2}$$

$$1000 W_2 = 250 \times 28$$

$$W_2 = \frac{7000}{1000}$$

$$W_2 = 7 \text{ gram}$$

Lampiran 7. Perhitungan Zona Hambat

$$\text{Rumus} = \frac{d_1 + d_2}{2} - x$$

Zona Hambat (K+)

$$\text{Replikasi 1} = \frac{19,0 + 20,0}{2} - 6 = 13,5 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 2} = \frac{20,0 + 20,0}{2} - 6 = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 3} = \frac{20,0 + 20,2}{2} - 6 = 14,1 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{14,1 + 14,5 + 14,5}{3} = 13,8 \text{ mm}$$

Zona Hambat (Konsentrasi 3%)

$$\text{Replikasi 1} = \frac{7,1 + 7,2}{2} - 6 = 1,1 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 2} = \frac{7,2 + 7,4}{2} - 6 = 1,3 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 3} = \frac{7,5 + 7,5}{2} - 6 = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{1,1 + 1,3 + 1,5}{3} = 1,3 \text{ mm}$$

Zona Hambat (Konsentrasi 4%)

$$\text{Replikasi 1} = \frac{7,5 + 7,6}{2} - 6 = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 2} = \frac{7,6 + 7,7}{2} - 6 = 1,6 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 3} = \frac{7,8 + 7,8}{2} - 6 = 1,8 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{1,5 + 1,6 + 1,8}{3} = 1,6 \text{ mm}$$

Zona Hambat (Konsentrasi 5%)

$$\text{Replikasi 1} = \frac{11,0 + 10,8}{2} - 6 = 4,9 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 2} = \frac{11,1 + 10,8}{2} - 6 = 4,95 \text{ mm}$$

$$\text{Replikasi 3} = \frac{12,5 + 12,3}{2} - 6 = 6,4 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{4,9 + 4,95 + 6,4}{3} = 5,41 \text{ mm}$$

Lampiran 8. Prosedur Kerja



Gambar 1. Pengambilan Sampel



Gambar 2. Pencucian Sampel



Gambar 3. Perajangan Sampel



Gambar 4. Pengeringan Sampel



Gambar 5. Penghalusan Sampel



Gambar 6. Pengayakan Sampel



Gambar 7. Penimbangan Sampel (Ekstraksi 200 gram)



Gambar 8. Proses Ekstraksi (Maserasi Perbandingan 1:10)



Gambar 9. Proses Penyaringan Ekstrak Cair



Gambar 10. Proses Penguapan Ekstrak Cair (*Rotary Evaporator*)



Gambar 11. Proses Pemekatan Ekstrak Cair (*Waterbath 50° C*)



Gambar 12. Ekstrak Kental Tangkai Pinang (30 gram)



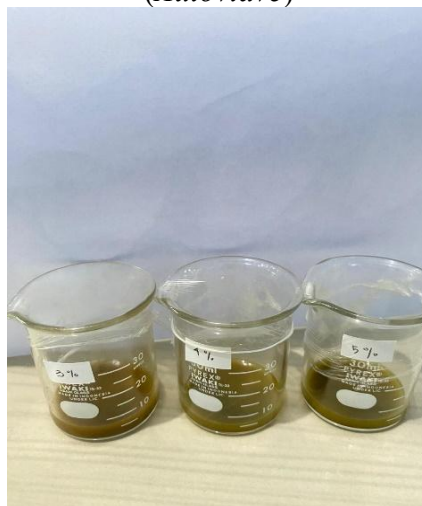
Gambar 13. Persiapan Sterilisasi Alat Uji



Gambar 14. Sterilisasi Alat (*Autoclave*)



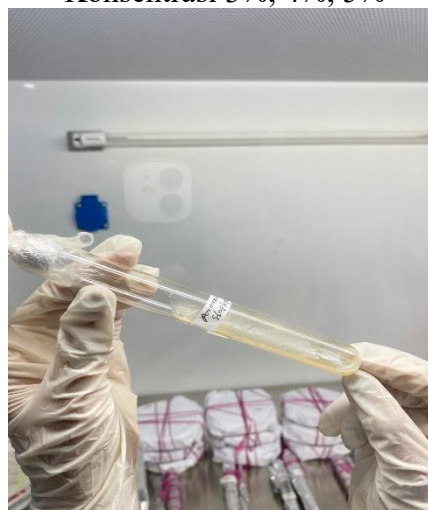
Gambar 15. Penimbangan Bahan Uji (0,15 gr, 0,20 gr, 0,25 gr)



Gambar 16. Pembuatan Larutan Uji Konsentrasi 3%, 4%, 5%



Gambar 17. Pembuatan Media *Nutrient Agar* (NA)



Gambar 18. Peremajaan Bakteri *S.aureus*



Gambar 19. Pembuatan Suspensi Bakteri *S.aureus*



Gambar 20. Larutan Standar *McFarland*



Gambar 21. *Nutrient Agar* (NA) 20 mL dalam Cawan Petri



Gambar 22. Proses Inokulasi Suspensi Bakteri *S.aureus* pada media NA (*Spread Plate Method*)



Gambar 23. Proses Penanaman Kertas Cakram pada Media NA



Gambar 24. Proses Inkubasi (37° C) selama 1x24 jam



Gambar 25. Proses Pengukuran Zona Bening Bakteri *S.aureus*

Lampiran 9. Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Tangkai Pinang (*A. catechu* L.) Terhadap Bakteri *S. aureus*



Gambar 1. Replikasi Pertama (1)



Gambar 2. Replikasi Kedua (2)



Gambar 3. Replikasi Ketiga (3)

Keterangan:

3% = Konsentrasi 3%

4% = Konsentrasi 4%

5% = Konsentrasi 5%

K+ = Kontrol Positif (Doxycycline)

K- = Kontrol Negatif (*Aqua Pro Injection*)

Lampiran 10. Hasil Analisis Data SPSS

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Zona_Hambat	Konsentrasi 3%	.175	3	.	1.000	3	1.000
	Konsentrasi 4%	.253	3	.	.964	3	.637
	Konsentrasi 5%	.375	3	.	.775	3	.056
	Kontrol Positif	.328	3	.	.871	3	.298
	Kontrol Negatif	.	3	.	.	3	.

Gambar 1. Uji Normalitas (*Saphiro-Wilk*)

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Zona_Hambat	Based on Mean	8.547	4	10	.003
	Based on Median	.698	4	10	.610
	Based on Median and with adjusted df	.698	4	2.560	.649
	Based on trimmed mean	7.059	4	10	.006

Gambar 2. Uji Homogenitas Variansi (Levene Test)

ANOVA					
Zona_Hambat					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	381.799	4	95.450	534.733	.000
Within Groups	1.785	10	.178		
Total	383.584	14			

Gambar 3. Uji *One Way* Anova

Games-Howell

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Konsentrasi 3%	Konsentrasi 4%	-.3333	.1453	.314	-1.003	.336
	Konsentrasi 5%	-4.1167 [*]	.5053	.035	-7.589	-.644
	Kontrol Positif	-12.5667 [*]	.2186	.000	-13.643	-11.490
	Kontrol Negatif	1.3000 [*]	.1155	.024	.412	2.188
Konsentrasi 4%	Konsentrasi 3%	.3333	.1453	.314	-.336	1.003
	Konsentrasi 5%	-3.7833 [*]	.4997	.045	-7.372	-.195
	Kontrol Positif	-12.2333 [*]	.2055	.000	-13.363	-11.104
	Kontrol Negatif	1.6333 [*]	.0882	.009	.955	2.312
Konsentrasi 5%	Konsentrasi 3%	4.1167 [*]	.5053	.035	.644	7.589
	Konsentrasi 4%	3.7833 [*]	.4997	.045	.195	7.372
	Kontrol Positif	-8.4500 [*]	.5257	.004	-11.613	-5.287
	Kontrol Negatif	5.4167 [*]	.4919	.025	1.632	9.201
Kontrol Positif	Konsentrasi 3%	12.5667 [*]	.2186	.000	11.490	13.643
	Konsentrasi 4%	12.2333 [*]	.2055	.000	11.104	13.363
	Konsentrasi 5%	8.4500 [*]	.5257	.004	5.287	11.613
	Kontrol Negatif	13.8667 [*]	.1856	.001	12.439	15.295
Kontrol Negatif	Konsentrasi 3%	-1.3000 [*]	.1155	.024	-2.188	-.412
	Konsentrasi 4%	-1.6333 [*]	.0882	.009	-2.312	-.955
	Konsentrasi 5%	-5.4167 [*]	.4919	.025	-9.201	-1.632
	Kontrol Positif	-13.8667 [*]	.1856	.001	-15.295	-12.439

Gambar 4. Uji *Post Hoc* (Games-Howell)