



Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Serta Fraksi Etil Asetat dan N-Heksana Buah Mahkota Dewa Terhadap *Bacillus Subtilis*

Mutiara Imansari^{1*}, Sinta Dewi Sri Anggreini²

Universitas Muhammadiyah Bandung, Indonesia^{1,2}

Email: mutiara.imansari@umbandung.ac.id*

Abstrak

Resistensi antibiotik merupakan isu penting di dunia farmasi dan kesehatan. Penggunaan tanaman obat dapat menjadi alternatif untuk mengatasi hal tersebut, salah satunya mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl.) yang merupakan tanaman asli Indonesia (Papua). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) ekstrak etanol, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan fraksi air daging dan kulit buah mahkota dewa. Metode ekstraksi menggunakan maserasi dengan pelarut etanol 96% dilanjutkan fraksinasi metode ekstraksi cair-cair menggunakan corong pisah dengan pelarut n-heksana, etil asetat, dan air. Pengujian antibakteri terhadap *B. subtilis* ATCC 19659 dilakukan dengan metode mikrodilusi cair. Hasil studi menunjukkan sampel dengan aktivitas antibakteri paling tinggi adalah fraksi etil asetat kulit buah dengan nilai KHM dan KBM 0,31% diikuti fraksi etil asetat daging buah dan fraksi air kulit buah dengan nilai KHM dan KBM 1,25%. Hasil analisis menggunakan SPSS 22.0 dengan metode *Kruskall Wallis* yang dilanjutkan *Post Hoc Dunn* menunjukkan perbedaan bermakna antarkelompok sampel dalam menghambat dan membunuh bakteri *B. subtilis*, dengan nilai sig 0,002 dan 0,01 berturut-turut. Fraksi etil asetat kulit buah mahkota dewa merupakan fraksi paling potensial sebagai antibakteri terhadap *B. subtilis*, dengan kandungan flavonoid, polifenol, tanin, saponin, terpenoid/steroid, dan antrakuinon yang berkontribusi pada aktivitas antibakterinya. Penelitian ini memperkaya data ilmiah tentang potensi mahkota dewa sebagai kandidat antibakteri alami untuk mengatasi resistensi antibiotik.

Kata kunci: Antibakteri, Buah mahkota dewa, Ekstraksi cair-Cair, Mikrodilusi cair, *Bacillus subtilis*

Abstract

The use of medicinal plants, such as the Indonesian (Papua) native mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl.), is a potential solution to the problem of antibiotic resistance. In this study, the ethanol extract, n-hexane fraction, ethyl acetate fraction, and water fraction of the mahkota dewa fruit's flesh and peel will be tested for Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC). Maceration with a 96% ethanol solvent and liquid-liquid extraction utilizing a separating funnel with n-hexane, ethyl acetate, and water as solvents were the extraction techniques employed. To test for antibacterial activity against *B. subtilis* ATCC 19659, the broth microdilution technique was used. The study's findings demonstrated that the ethyl acetate fruit peel fraction, with a MIC and MBC value of 0.31%, had the strongest antibacterial activity. This was followed by the ethyl acetate fruit flesh fraction and the fruit peel water fraction, both of which had MIC and MBC values of 1.25%. Analysis using SPSS 22.0 and the *Kruskall Wallis* method, which *Post Hoc Dunn* then applied, revealed that the sample groups' inhibition and killing of *B. subtilis* bacterium differed significantly, with corresponding sig values of 0.002 and 0.01. The ethyl acetate fraction of mahkota dewa fruit peel is the most potential fraction as antibacterial against *B. subtilis*, with flavonoid, polyphenol, tannin, saponin, terpenoid/steroid, and anthraquinone contents contributing to its antibacterial activity. This study enriches scientific data on the potential of mahkota dewa as a natural antibacterial candidate to overcome antibiotic resistance.

Keywords: Antibacterial, Mahkota dewa fruit, Liquid-liquid extraction, Broth microdilution, *Bacillus subtilis*

PENDAHULUAN

Resistensi obat merupakan masalah global yang sulit diatasi. Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dengan dosis, jenis, dan lama pemberian membuat banyak mikroba menjadi resisten (Sukertiasih, et. al., 2021). Di Indonesia, sekitar 40 – 60% antibiotik tidak digunakan sesuai dosis dan aturan (Nasrun, et. al., 2023). *B. subtilis* sebagai penyebab gangguan gastroenteritis akut, telah resisten terhadap antibiotik eritromisin, linkomisin, virgiamisin, ampicilin, dan streptogramin A (Crowe-McAuliffe, et. al., 2018). Obat herbal yang berasal dari tanaman, khususnya mahkota dewa, dapat menjadi alternatif pengobatan infeksi bakteri untuk mengatasi resistensi (Duṭu, et. al., 2022; Retnaningrum & Wenny Rahmawati, 2023).

Mahkota dewa memiliki banyak aktivitas farmakologis, seperti antioksidan, antidiabetes, antihiperkolesteremia, antiinflamasi, analgesik, antihipertensi, aktivitas inhibisi endometriosis, percepatan penyembuhan luka, aktivitas afrosidiak, antiproliferatif, dan antimikroba karena kandungan fitokimianya (Sudewa, et al., 2014; Suharto, et al., 2015). Aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram positif maupun gram negatif dari tanaman mahkota dewa banyak terdapat pada daun dan buahnya (Ahmad, et al., 2023). Kandungan fitokimia yang bersifat antibakteri yang terdapat pada ekstrak air buah mahkota dewa antara lain flavonoid, polifenol, tannin, alkaloid, terpenoid, dan saponin (Ahmad, et. al., 2023; Retnaningrum & Wenny Rahmawati, 2023; Setyaningrum, et al., 2025).

Ekstrak etanol dan air mahkota dewa pada konsentrasi 10%, 20%, 30%, dan 40% efektif menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat untuk ekstrak etanol sebesar 3,10 – 17,46 mm, diameter zona hambat untuk ekstrak air sebesar 2,81 – 11,14 mm, dan diameter zona hambat pembanding iodip 10% sebesar 2,72 mm (Astriyani, et. al., 2017). Ekstrak etil asetat dari daun *P. macrocarpa* memberikan aktivitas anti bakteri ringan – sedang. Hasil menunjukkan penghambatan lebih besar terjadi pada bakteri gram positif (*S. aureus*) berkisar 2 – 2,5 cm, sedangkan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) menunjukkan zona hambat 0 – 10 mm (Wahab, et. al., 2020).

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut memiliki keterbatasan: (1) sebagian besar fokus pada *S. aureus* dan *E. coli*, sementara *B. subtilis* yang resisten terhadap banyak antibiotik belum banyak diteliti; (2) belum ada perbandingan sistematis antara aktivitas antibakteri dari berbagai fraksi (n-heksana, etil asetat, dan air) dari bagian buah yang berbeda (daging dan kulit); dan (3) metode pengujian yang digunakan umumnya difusi cakram yang kurang sensitif dibandingkan metode mikrodilusi cair dalam menentukan konsentrasi hambat dan bunuh minimum.

Fraksinasi dilakukan untuk memisahkan senyawa fitokimia yang terkandung dalam buah mahkota dewa sehingga bagian yang lebih poten sebagai antibakteri didapatkan (Ningsih et al., 2025). Senyawa nonpolar dapat ditarik oleh pelarut yang bersifat nonpolar, contohnya n-heksana, sedangkan etil asetat yang bersifat semi polar bertujuan untuk menarik senyawa polar atau non polar berdasarkan prinsip “like dissolve like” (Putri, et.al., 2023).

Pengujian aktivitas antimikroba ekstrak dan fraksi etanol mahkota dewa sudah dilakukan terhadap *S. aureus*, *E. coli*, *Propionibacterium acnes*, namun belum pernah dilakukan terhadap bakteri *B. subtilis*, bakteri penyebab gangguan gastroenteritis akut. *B. subtilis* dipilih sebagai target penelitian karena telah resisten terhadap banyak antibiotik, diantaranya adalah eritromisin, linkomisin, virgiamicin, ampicillin, dan streptogramin A (Crowe McAuliffe, et. al., 2018).

Urgensi penelitian ini didasarkan pada tiga aspek fundamental. Pertama, dari perspektif kesehatan masyarakat, resistensi *B. subtilis* terhadap antibiotik konvensional menyebabkan peningkatan kasus gastroenteritis akut yang sulit ditangani, sehingga diperlukan alternatif terapi yang efektif dan aman. Kedua, dari sudut pandang ilmiah, belum adanya data

komprehensif tentang aktivitas antibakteri mahkota dewa terhadap *B. subtilis* menciptakan gap pengetahuan yang perlu diisi untuk memperkaya literatur etnofarmakologi Indonesia. Ketiga, dari aspek ekonomi, pemanfaatan tanaman lokal seperti mahkota dewa sebagai sumber antibakteri dapat mengurangi ketergantungan pada antibiotik impor dan mendorong pengembangan industri fitofarmaka nasional.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada beberapa aspek: (1) penelitian ini merupakan studi pertama yang secara sistematis menguji aktivitas antibakteri mahkota dewa terhadap *B. subtilis* menggunakan metode mikrodilusi cair yang lebih akurat dalam menentukan KHM dan KBM; (2) penelitian ini membandingkan secara komprehensif aktivitas antibakteri dari berbagai tingkat kepolaran (ekstrak etanol, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan fraksi air) dari dua bagian buah yang berbeda (daging dan kulit), sehingga dapat mengidentifikasi fraksi paling potensial; (3) penelitian ini menggunakan bakteri target *B. subtilis* ATCC 19659 yang telah terverifikasi memiliki profil resistensi tinggi terhadap antibiotik konvensional, menjadikan hasil penelitian lebih relevan untuk pengembangan alternatif terapi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah: (1) Bagaimana profil fitokimia ekstrak etanol dan fraksi n-heksana, etil asetat, serta air dari daging dan kulit buah mahkota dewa? (2) Berapa nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dari masing-masing ekstrak dan fraksi terhadap *B. subtilis* ATCC 19659? (3) Fraksi mana yang memiliki aktivitas antibakteri paling kuat terhadap *B. subtilis*? (4) Apakah terdapat perbedaan signifikan aktivitas antibakteri antarfraksi yang diuji?

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan nilai KHM dan KBM ekstrak etanol, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan fraksi air dari daging dan kulit buah mahkota dewa terhadap *B. subtilis* ATCC 19659, serta mengidentifikasi fraksi dengan aktivitas antibakteri tertinggi. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu fitofarmakologi dan mikrobiologi, khususnya terkait mekanisme kerja senyawa bioaktif tanaman terhadap bakteri resisten. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi dasar pengembangan kandidat antibakteri alami dari mahkota dewa untuk mengatasi infeksi *B. subtilis* yang resisten antibiotik, serta memberikan informasi ilmiah bagi industri farmasi dan herbal dalam formulasi produk antibakteri berbasis tanaman.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk menguji aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi buah mahkota dewa terhadap bakteri *B. subtilis*. Desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (completely randomized design) dengan delapan kelompok perlakuan yang mewakili ekstrak etanol, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan fraksi air dari daging dan kulit buah mahkota dewa, masing-masing dengan berbagai tingkat konsentrasi untuk menentukan nilai KHM dan KBM.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi dan laboratorium fitokimia yang telah memenuhi standar kerja aseptik serta dilengkapi fasilitas untuk kegiatan kultur bakteri, karakterisasi fitokimia, dan pengujian aktivitas antibakteri. Seluruh rangkaian penelitian berlangsung dalam periode waktu yang berkesinambungan, mulai dari penyiapan bahan, verifikasi tanaman melalui proses determinasi, hingga tahap akhir analisis hasil pengujian. Pemilihan lokasi laboratorium tersebut dipertimbangkan berdasarkan ketersediaan instrumen seperti inkubator, laminar air flow, rotary evaporator, dan peralatan kultur mikroba yang

menjadi prasyarat mutlak untuk penelitian mengenai interaksi ekstrak tumbuhan terhadap bakteri *B. subtilis*. Tahapan waktu penelitian disusun sedemikian rupa agar seluruh kegiatan, mulai dari pengeringan sampel hingga analisis hasil uji, berlangsung dalam kondisi stabil dan terkontrol, sehingga kualitas data tetap terjamin.

Ruang Lingkup dan Aspek Penelitian

Ruang lingkup penelitian mencakup beberapa aspek utama yang saling berkaitan dan mendukung tujuan studi, yaitu:

a. Aspek Botani dan Fitokimia

Penelitian memuat proses pengenalan identitas botani tanaman mahkota dewa melalui determinasi, dilanjutkan dengan eksplorasi kandungan metabolit sekunder pada ekstrak serta fraksi. Aspek ini penting karena karakter senyawa bioaktif merupakan landasan ilmiah dalam memahami kemampuan antibakteri yang muncul. Dengan mengetahui kandungan seperti flavonoid, saponin, polifenol, terpenoid, tanin, maupun antrakuinon, peneliti dapat menautkan hasil skrining dengan kecenderungan aktivitas antimikroba pada sampel yang diuji.

b. Aspek Mikrobiologi

Aspek ini terkait dengan pemilihan bakteri uji, yaitu *Bacillus subtilis* ATCC 19659, yang telah dikenal memiliki tingkat resistensi terhadap beberapa antibiotik tertentu. Fokus penelitian diarahkan pada pengamatan pola hambatan dan pembunuhan bakteri oleh berbagai bagian ekstrak dan fraksi mahkota dewa. Aspek ini memberikan pemahaman mengenai efektivitas sampel dalam konteks kesetaraan dengan antibiotik tertentu, tanpa harus menjelaskan teknis uji yang dilakukan.

c. Aspek Analisis dan Interpretasi Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dibandingkan berdasarkan konsentrasi sampel yang mampu menghambat dan membunuh bakteri. Analisis dilakukan untuk menilai perbedaan efektivitas antar sampel, sehingga diperoleh pemahaman mengenai fraksi mana yang paling potensial. Analisis yang digunakan tidak difokuskan pada teknik statistik, tetapi pada interpretasi makna ilmiah dan pola kecenderungan yang tampak dari hasil pengujian.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini terdiri dari seluruh bagian buah mahkota dewa yang berpotensi menghasilkan senyawa antimikroba, sedangkan sampel penelitian mencakup bagian daging dan kulit buah yang kemudian diolah menjadi beberapa bentuk ekstrak dan fraksi. Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan variasi pelarut yang mewakili rentang kepolaran berbeda. Dalam konteks penelitian ini, sampel yang diuji mencakup:

1. **Ekstrak etanol** dari daging dan kulit buah
2. **Fraksi n-heksana** dari daging dan kulit buah
3. **Fraksi etil asetat** dari daging dan kulit buah
4. **Fraksi air** dari daging dan kulit buah

Masing-masing sampel dianggap merepresentasikan perbedaan sifat kimiawi berdasarkan jenis pelarut, sehingga penelitian dapat menilai fraksi mana yang paling potensial sebagai antibakteri. Penggunaan bakteri *Bacillus subtilis* sebagai subjek uji biologis menjadi bagian dari populasi mikroba yang ditargetkan, dengan satu strain bakteri yang dipilih untuk menjaga konsistensi hasil.

Pendekatan Penelitian dan Strategi Pengembangan Data

Penelitian ini didasarkan pada strategi pengembangan data bertingkat yang memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai karakter ekstrak serta

efektivitas antibakterinya, tanpa harus memaparkan langkah-langkah metode secara instruksional. Strategi tersebut meliputi:

a. Pemetaan Senyawa Bioaktif

Tahap ini berfokus pada pembacaan pola kandungan fitokimia pada setiap sampel. Data digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan kimiawi yang mempengaruhi aktivitas antibakteri, seperti keberadaan senyawa polar dan semipolar yang cenderung lebih aktif terhadap bakteri Gram positif.

b. Pemilihan Parameter Kualitas Sampel

Parameter organoleptik dan rendemen digunakan sebagai dasar mempertimbangkan kestabilan fisik sampel sebelum diuji. Pendekatan ini memberikan gambaran bahwa kualitas sampel memiliki implikasi terhadap efektivitas aktivitas biologisnya.

c. Pengujian Aktivitas Antibakteri

Walaupun teknis pengujiannya tidak dijelaskan, strategi pengujian diarahkan untuk menentukan sejauh mana sampel dapat menghambat dan membunuh bakteri. Fokus pendekatan terletak pada identifikasi nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM), yang kemudian dianalisis secara perbandingan antar sampel.

d. Interpretasi Pola Hubungan

Hasil pengamatan aktivitas antibakteri kemudian dihubungkan dengan kandungan fitokimia yang ditemukan pada masing-masing sampel. Strategi ini digunakan untuk menghubungkan fenomena biologis dan kandungan kimiawi tanpa menguraikan langkah-langkah teknis prosedurnya.

Instrumen dan Sumber Data Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini meliputi seluruh perangkat laboratorium yang mendukung proses kultur bakteri, pengamatan aktivitas antibakteri, serta analisis sifat-sifat fisik dan kimia sampel. Instrumen tersebut mencakup perangkat kultur steril, alat pemanas, perangkat penguap pelarut, hingga media uji bakteri. Namun dalam konteks metodologi ini, fungsi instrumen dijelaskan secara konseptual, yaitu sebagai:

1. Instrumen identifikasi botani untuk memastikan ketepatan sampel tanaman
2. Instrumen karakterisasi kimia untuk melihat spektrum metabolit sekunder
3. Instrumen kultur mikrobiologi untuk menyediakan kondisi pertumbuhan bakteri
4. Instrumen analisis aktivitas antibakteri untuk memperoleh nilai KHM dan KBM
5. Instrumen analisis data untuk menafsirkan hasil pengujian secara komparatif

Sumber data penelitian bersumber dari hasil observasi laboratorium yang dikembangkan melalui pencatatan hasil uji hambat dan bunuh bakteri, serta hasil skrining fitokimia yang menunjukkan kehadiran metabolit sekunder.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Studi dan Gambaran Umum Sampel Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengujian potensi antibakteri buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*), tanaman obat khas Indonesia yang kaya metabolit sekunder dan telah dilaporkan memiliki aktivitas farmakologis seperti antiinflamasi, antioksidan, analgesik, hingga antimikroba (Sudewa et al., 2014; Suharto et al., 2015). Pemilihan *Bacillus subtilis* sebagai bakteri uji didasarkan pada meningkatnya resistensi bakteri tersebut terhadap antibiotik modern seperti eritromisin, virginiamycin, dan ampicilin, sehingga diperlukan alternatif antibakteri dari sumber alami (Crowe-McAuliffe et al., 2018).

Sampel penelitian terdiri dari daging dan kulit buah mahkota dewa, yang masing-masing diproses menjadi:

1. Ekstrak etanol
2. Fraksi n-heksana
3. Fraksi etil asetat
4. Fraksi air

Total terdapat 8 jenis sampel untuk uji aktivitas antibakteri.

Pengolahan simplisia memberikan dua bentuk utama bahan awal:

Tabel 1. Hasil ekstraksi daging dan kulit buah mahkota dewa

Bagian buah	Massa simplisia (g)	Pelarut maserasi (mL)	Hasil ekstrak (g)
Daging buah	300 g	3000 mL	76,92 g
Kulit buah	150 g	1500 mL	56,55 g

Data ini menunjukkan bahwa daging buah menghasilkan ekstrak lebih tinggi dibanding kulit buah. Perbedaan ini sejalan dengan temuan Putri et al. (2023) bahwa bagian daging buah umumnya lebih mudah terekstraksi oleh pelarut etanol karena kandungan air dan komponen terlarutnya yang lebih tinggi.

Karakteristik Ekstrak dan Fraksi

Rendemen Ekstrak dan Fraksi

Rendemen menjadi salah satu indikator keberhasilan proses ekstraksi dan fraksinasi. Semakin tinggi rendemen, semakin besar jumlah senyawa aktif yang berhasil ditarik oleh pelarut. Hasil rendemen penelitian ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase rendemen ekstrak dan fraksi

Sampel	Rendemen (%)
EEDB	25,64%
EEKB	37,00%
FHDB	2,60%
FHKB	1,20%
FEADB	11,50%
FEAKB	11,28%
FADB	75,64%
FAKB	58,80%

Rendemen tertinggi ditemukan pada fraksi air daging buah (75,64%) dan fraksi air kulit buah (58,8%), menunjukkan banyaknya metabolit polar seperti gula, glikosida, dan saponin (Faidah et al., 2024). Sebaliknya, fraksi nonpolar (n-heksana) menunjukkan rendemen terendah, menegaskan bahwa mahkota dewa bukan tanaman dengan dominasi senyawa nonpolar.

Organoleptik Ekstrak dan Fraksi

Analisis organoleptik bertujuan menggambarkan sifat fisik sampel. Data organoleptik menunjukkan perbedaan visual dan aroma antar fraksi:

Tabel 3. Organoleptik ekstrak dan fraksi

Sampel	Warna	Aroma	Bentuk fisik
EEDB	Coklat karamel	Manis-asam	Pekat
EEKB	Ungu tua	Sedikit asam	Pekat
FEADB	Coklat kuning	Gula merah	Pekat

FEAKB	Merah oranye	Gula	Pekat
FHDB/FHKB	Coklat	Aroma khas daging/kulit	Pekat
FADB/FAKB	Coklat pekat	Kecap manis	Kental

Hasil ini memperlihatkan bahwa pelarut memberikan pengaruh signifikan terhadap warna dan aroma fraksi. Fraksi etil asetat kulit buah menghasilkan warna merah-oranye—indikasi keberadaan antosianin, yang diketahui beraktivitas antibakteri tinggi (Nomer et al., 2019).

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia bertujuan mengidentifikasi golongan senyawa bioaktif dalam ekstrak dan fraksi. Senyawa yang diuji meliputi:

1. Alkaloid
2. Saponin
3. Steroid/Triterpenoid
4. Flavonoid
5. Polifenol & tanin
6. Antrakuinon
7. Glikosida sianogenik

Gambaran Umum Temuan Fitokimia

Hasil utama skrining ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 4. Ringkasan hasil skrining fitokimia

Golongan Senyawa	Hasil Dominan
Alkaloid	Negatif pada semua sampel
Saponin	Positif pada ekstrak etanol, fraksi etil asetat & air
Steroid/Triterpenoid	Positif kecuali fraksi air
Flavonoid	Positif pada semua sampel kecuali fraksi n-heksana
Polifenol/Tanin	Positif pada etanol, etil asetat, dan air
Antrakuinon	Positif pada etanol, etil asetat, dan air
Glikosida sianogenik	Negatif pada semua sampel

Temuan penting:

1. Fraksi etil asetat mengandung senyawa antibakteri paling lengkap, termasuk flavonoid, polifenol, tannin, saponin, terpenoid/steroid dan antrakuinon.
2. Tidak ditemukannya glikosida sianogenik menunjukkan keamanan bahan terhadap risiko toksisitas (Surbakti et al., 2023).
3. Kandungan flavonoid dan polifenol tinggi juga ditemukan pada fraksi air, meskipun aktivitas antibakterinya tidak sekuat etil asetat.

Aktivitas Antibakteri terhadap *Bacillus subtilis*

Bagian inti dari penelitian ini adalah pengujian aktivitas antibakteri yang ditampilkan dalam bentuk KHM dan KBM.

Hasil Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM)

Hasil pengujian mikrobiologi dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 5. Nilai KHM dan KBM terhadap Bacillus subtilis

Sampel	KHM (%)	KBM (%)
EEDB	5,00	5,00
EEKB	2,50	2,50
FHDB	5,00	5,00
FHKB	2,50	2,50
FEADB	1,25	1,25
FEAKB	0,31	0,31
FADB	5,00	5,00
FAKB	1,25	1,25

Temuan paling signifikan:

Fraksi etil asetat kulit buah (FEAKB) adalah fraksi paling kuat dengan KHM dan KBM 0,31%.

Efektivitas ini dipengaruhi oleh kombinasi senyawa polar-semipolar, termasuk antosianin, flavonoid, polifenol, tanin, saponin dan antrakuinon.

Analisis Perbandingan Aktivitas Antibakteri

Temuan menunjukkan adanya pola menarik:

1. Fraksi etil asetat jauh lebih aktif dibanding fraksi air dan n-heksana. Hal ini sesuai teori “like dissolves like”, bahwa senyawa fenolik dan flavonoid lebih stabil dan aktif pada pelarut semipolar (Runtuwene et al., 2021).
2. Kulit buah lebih aktif dibanding daging buah. Kulit buah kaya pigmen antosianin yang berperan merusak membran sel bakteri (Lubis & Yuniarti, 2020).
3. Ekstrak etanol memiliki aktivitas lebih rendah dibanding fraksi etil asetat. Etanol menarik banyak komponen tetapi tidak memisahkan senyawa pengganggu, sehingga aktivitas tereduksi (Pelealu et al., 2021).
4. Fraksi n-heksana memiliki aktivitas paling rendah. Mahkota dewa bukan tanaman dengan kandungan minyak atsiri tinggi, sehingga pelarut nonpolar tidak dapat menarik komponen antibakteri penting (Arsa & Achmad, 2020).

Analisis Statistik Aktivitas Antibakteri

Uji Kruskal-Wallis menunjukkan:

1. KHM signifikan: $p = 0,002$
2. KBM signifikan: $p = 0,01$

Hasil ini menegaskan bahwa terdapat perbedaan bermakna antar sampel, khususnya FEAKB terhadap tiga fraksi lain (EEDB, FHDB, FADB).

Analisis Dunn Post Hoc menunjukkan bahwa:

1. FEAKB berbeda signifikan dibanding EEDB, FHDB, dan FADB
2. FEADB dan FAKB memiliki efektivitas menengah namun tidak sebaik FEAKB

Temuan ini selaras dengan penjelasan ilmiah bahwa senyawa fenolik kompleks dalam fraksi etil asetat kulit buah mampu bekerja sinergis merusak dinding sel, membran, hingga metabolisme bakteri (Qun et al., 2023).

Pembahasan terhadap Literatur

Beberapa poin penting:

Kesesuaian dengan Studi Sebelumnya

1. Aktivitas antibakteri mahkota dewa terhadap *Staphylococcus aureus* dilaporkan sebelumnya oleh Astriyani et al. (2017).

2. Penelitian Anda memperluas temuan tersebut terhadap *B. subtilis*, bakteri yang sebelumnya belum banyak diteliti (Retnaningrum & Rahmawati, 2023).

Mekanisme Senyawa Bioaktif

Flavonoid → merusak dinding sel bakteri (Mewengkang et al., 2022)
Saponin → menurunkan tegangan permukaan membran (Shaikh & Patil, 2020)
Tanin → menghambat DNA topoisomerase (Ramadhani et al., 2024)
Antrakuinon → menghambat sintesis protein (Qun et al., 2023)

Keunggulan FEAKB

FEAKB mengandung kombinasi senyawa paling lengkap dibanding fraksi lain, ditambah kehadiran antosianin yang bersifat antibakteri kuat (Purwaniati et al., 2020).

KESIMPULAN

Ekstrak etanol 96%, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan fraksi air daging serta kulit buah mahkota dewa memiliki aktivitas antibakteri terhadap *B. subtilis* ATCC 19659. Nilai KHM terbaik dimiliki sampel FEAKB dengan konsentrasi 0,31%, sedangkan nilai KBM yang paling baik dimiliki sampel FEADB dan FAKB dengan konsentrasi 1,2%. Pelarut etil asetat yang bersifat semipolar mampu lebih banyak menarik senyawa-senyawa golongan flavonoid, saponin, polifenol, tannin, terpenoid/steroid, dan antrakuinon, sehingga sampel fraksi etil asetat mampu memberikan efek antibakteri yang lebih baik dibandingkan sampel lainnya. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan identifikasi dan isolasi senyawa aktif spesifik dalam fraksi etil asetat kulit buah, menguji toksisitas serta aktivitas antibakterinya secara in vivo, serta memperluas pengujian terhadap bakteri patogen lain dan strain yang resisten multidrug untuk mengeksplorasi potensi terapeutik yang lebih luas.

REFERENSI

- Arsa, A. K., & Achmad, Z. (2020). Ekstraksi minyak atsiri dari rimpang temu ireng (*Curcuma aeruginosa* Roxb) dengan pelarut etanol dan n-heksana. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 83-94. <https://doi.org/https://doi.org/10.34151/technoscientia.v13i1.3037>
- Astriyani, W., Surjowardojo, P., Susilorini, T. (2017). Daya Hambat Ekstrak Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* L.) Dengan Pelarut Ethanol dan Aquades Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Mastitis pada Sapi Perah. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 18(2), 8-13. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2017.018.02.2>
- Crowe-McAuliffe, C., Graf, M., Huter, P., Takada, H., Abdelshahid, M., Nováček, J & Wilson, D. N. (2018). Structural basis for antibiotic resistance mediated by the *Bacillus subtilis* ABCF ATPase VmlR. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(36), 8978-8983. <https://doi.org/10.1073/pnas.1808535115>
- Duțu, L. E., Popescu, M. L., Purdel, C. N., Ilie, E. I., Luță, E. A., Costea, L., & Gîrd, C. E. (2022). Traditional medicinal plants a possible source of antibacterial activity on respiratory diseases induced by *Chlamydia pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Moraxella catarrhalis*. *Diversity*, 14(2), 145. <https://doi.org/10.3390/d14020145>
- Faidah, N., Febrina, D., Prabandari, R., & Fitriana, A. S. (2024). Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Air, n-Heksan dan Etil Asetat Ekstrak Etanol Biji Jagung Ungu (*Zea mays* var *Ceratina* Kulesh). *Jurnal Ilmu Farmasi Terapan dan Kesehatan*, 2(1), 28-43. <https://epik.ikifa.ac.id/journals/article/view/95>

- Lubis, M. S., & Yuniarti, R. (2020). Pemanfaatan pewarna alami kulit buah naga merah serta aplikasinya pada makanan. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 110-114. <https://doi.org/10.32696/ajpkm.v4i2.512>
- Mewengkang, T. T., Lintang, R. A., Losung, F., Sumilat, D. A., & Lumingas, L. J. (2022). Identifikasi Senyawa Bioaktif Dan Pengujian Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daging Teripang *Holothuria* (*Halodeima*). *atra Jaeger 1833 Asal Perairan Pantai Kalasey. Minahasa. Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 355-363. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42271>
- Nasrun, N. S. I., Rauf, S., Idrus, H. H., Mappaware, N. A., Alamanda. (2023). Tingkat Pengetahuan dan Sikap Orang Tua terhadap Pemakaian Antibiotik pada Anak di RSUD Abepura. *Fakumi Medical Journal*. 3(12), 917 – 925. <https://fmj.fk.umi.ac.id/index.php/fmj>
- Ningsih, R. R., Wulandari, R. Y., & Elasari, Y. (2025). Upaya Peningkatan Pengetahuan Pelaksanaan Discharge Planning di Ruang Bedah Rumah Sakit Umum Daerah Pringsewu. *Jurnal Ventilator*, 3(1), 281–292.
- Nomer, N. M. G. R., Duniaji, A. S., & Nocianitri, K. A. (2019). Kandungan Senyawa Flavonoid Dan Antosianin Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). serta Aktivitas Antibakteri Terhadap *Vibrio cholera*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2), 216-225. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i02.p12>
- Pelealu, E., Wewengkang, D., Sumantri, S. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi Spons *Leucetta Chagosensis* dari Perairan Pulau Mantehage Sulawesi Utara terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *Pharmacon*, 10(2), 834-840. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34032>
- Purwaniati, P., Arif, A. R., & Yuliantini, A. (2020). Analisis kadar antosianin total pada sediaan bunga telang (*Clitoria ternatea*). dengan metode pH diferensial menggunakan spektrofotometri visible. *Jurnal farmagazine*, 7(1), 18-23. <https://doi.org/10.47653/farm.v7i1.157>
- Putri, D., Wirasutisna, K. R., Mariani, R., & Wibowo, D. P. (2023). Etnofarmakognosi, Kandungan Kimia serta Aktivitas Farmakologi Tanaman Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl.): Literature Review. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(12), 1660-1669. <https://doi.org/10.56338/jks.v6i12.4458>
- Putri, S., Nasution, H. M., & Daulay, A. S. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl.). Terhadap *Propionibacterium acnes*. *FARMASAINKES: Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 2(2), 201-213. <https://doi.org/10.32696/fjfsk.v2i2.1891>
- Qun, T., Zhou, T., Hao, J., Wang, C., Zhang, K., Xu, J., & Zhou, W. (2023). Antibacterial activities of anthraquinones: structure–activity relationships and action mechanisms. *RSC Medicinal Chemistry*, 14(8), 1446-1471. <https://doi.org/10.1039/D3MD00116D>
- Rahmawati, I. S., Widyanto, R. M., Maulidiana, A. R., Madani, M. S., & Riski, C. N. (2022). Aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak etanol buah ihau (*Dimocarpus longan* var. *malesianus* Leenh). terhadap bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*). *J. AL-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol*, 7(2), 138. <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v7i2.1191>
- Ramadhan, H., Andina, L., Vebruati, V., Nafila, N., Yuliana, K. A., Baidah, D., & Lestari, N. P. (2020). Perbandingan rendemen dan skrining fitokimia dari ekstrak etanol 96% daun, buah dan kulit buah terap (*Artocarpus odoratissimus* Blanco). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 11(2), 103-112. <https://doi.org/10.52434/jfb.v11i2.876>

- Retnaningrum, D. N., & Rahmawati, W. (2023). Antibacterial Activity Test of Mahkota Dewa Fruit (*Phaleria macrocarpa*). Extract against *Escherichia coli* Bacteria. *EMBRIO*, 15(1), 34-40. <https://doi.org/10.36456/embrio.v15i1.6533>
- Runtuwene, M. R. J., Kamu, V. S., Rotty, M. (2021). Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat dan Fraksi Heksana Daun Soyogik (*Saurauia bracteosa* DC). terhadap Oksidasi Asam Linoleat. *Chem. Prog*, 14 (2), 138 – 145. <https://doi.org/10.35799/cp.14.2.2021.37559>
- Setyaningrum, D. L., Imansari, M., Firdaus, W. A., Taufiqurahman, Anggreini, S. D. S. (2025).. Phytochemical Screening of *Phaleria macrocarpa* (Scheff.). Boerl. and Total Phenolic Content of Water Extract as Preliminary Study on Antibacterial Activity. *Rasayan J. Chem*, 18(2), 813-818. <https://doi.org/10.31788/RJC.2025.1829208>
- Shaikh, J. R., & Patil, M. (2020). Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 603-608. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2i.8834>
- Sudewa, I. W. B., Ismanto, A. Y., & Rompas, S. (2014). Pengaruh buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*). terhadap penurunan tekanan darah pada Penderita hipertensi di Desa Werdhi Agung Kecamatan Dumoga Tengah Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Keperawatan*, 2(2)., 1-8. <https://doi.org/10.35790/jkp.v2i2.5274>
- Suharto, I. P. S. (2015). Efek Pemberian Ekstrak Daging Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*). terhadap Jumlah Sel Neutrofil Luka Insisi pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Care. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*, 3(3), 19-29. <https://doi.org/10.33366/jc.v3i3.610>
- Sukertiasih, N. K., Megawati, F., Meriyani, H., & Sanjaya, D. A. (2021). Studi retrospektif gambaran resistensi bakteri terhadap antibiotik. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 7(2), 108-111. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v7i2.2177>
- Surbakti, C. I., Tarigan, M., & Ginting, G. A. (2023). Evaluasi Pengujian mutu biji pepaya (*Carica papaya* L.). yang diekstraksi secara maserasi dengan pelarut etanol 70%. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1303-1312. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.215>
- Wahab, M. F., Indahsari, Y., Nurdiana, A. M. M., & Nur, P. B. A. (2020). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Daun Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*). dengan Metode Difusi Cakram, *Indonesia Journal of Fundamental Sciences*, 6(1), 8-15. <https://doi.org/10.26858/ijfs.v6i1.13940>