

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI EKSTRAK DAUN KESAMBI (*SCHLEICHERA OLEOSA* (LOUR.) OKEN) TERHADAP *ESCHERICHIA COLI* BERDASARKAN PERBEDAAN KEPOLARAN PELARUT

Nurul Inayah¹, Enni Mutiati², Barrotut Taqiyah³, Novi Tri Wahyuni⁴

^{1,3,4}Program Studi S1 Kimia, Fakultas SAINTEK, Universitas Annuqayah Sumenep, Indonesia

²Program Studi S1 Biologi, Fakultas SAINTEK, Universitas Annuqayah Sumenep, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Sep 7, 2026

Revised Sep 14, 2026

Accepted Sep 28, 2028

Keywords:

Schleicheria Oleosa,
Solvent Polarity,
Phytochemical,
Antioxidant,
Antibacterial.

ABSTRACT

Kesambi leaves (*Schleicheria oleosa*), from the Sapindaceae family, have long been used as traditional medicine with various reported pharmacological potentials. This study examined how extraction solvent polarity (methanol vs. n-hexane) affects the antioxidant (DPPH method) and antibacterial activity of kesambi leaves. Extraction was done by maceration, followed by phytochemical screening and antioxidant/antibacterial testing. The methanol extract yield (28%) was much higher than the n-hexane extract (1.31%), with simplicia moisture content of 3.7%, meeting Indonesian Herbal Pharmacopoeia standards. Phytochemical screening showed the methanol extract contained alkaloids, tannins, steroids, and saponins, while the n-hexane extract contained alkaloids, tannins, and steroids. The methanol extract exhibited strong antioxidant activity (IC₅₀ = 61.847 ppm), outperforming the n-hexane extract, which was weak (IC₅₀ = 205.757 ppm), compared to vitamin C as the positive control (IC₅₀ = 13.755 ppm). In antibacterial testing, both extracts inhibited *E. coli*, with the methanol extract producing a larger inhibition zone, though both remained weak relative to amoxicillin as the positive control. Overall, the polar solvent (methanol) yielded better antioxidant and antibacterial results than the nonpolar solvent (n-hexane), suggesting methanol extraction is more effective for harnessing kesambi leaves' bioactive compounds.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Nurul Inayah,
Program Studi S1 Kimia, Fakultas SAINTEK,
Universitas Annuqayah Sumenep,
Jl. Bukit Lancaran, Kec.Guluk-Guluk, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur.
Email: n.inayah29@gmail.com

1. INTRODUCTION

Kesambi (*Schleicheria oleosa* (Lour.) Merr), merupakan tanaman hutan Indonesia famili *Sapindaceae* yang tumbuh subur di daerah tropis (Hanifah & Kiptiyah, 2020) dan tersebar luas di hampir seluruh wilayah termasuk madura. Secara tradisional, bagian tanaman kesambi telah lama

dimanfaatkan sebagai obat tradisional (Maubana et al., 2026). Di Kabupaten Sumenep, daun kesambi secara turun temurun digunakan masyarakat sebagai bahan pengawet alami pada air siwalan dengan tujuan untuk pengawetan air siwalan sehingga memperpanjang daya simpan. Pemanfaatan ini diduga berkaitan dengan kandungan senyawa biokatif dalam daun kesambi yang memiliki aktivitas antioksidan sehingga berpotensi menghambat reaksi oksidatif dan pertumbuhan mikroba penyebab kerusakan pada air siwalan.

Secara farmakologis, aktivitas metabolit pada tanaman kesambi dilaporkan memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, analgesik, antikanker, hingga antimalaria (Khairi, 2024) (Nursamsiar et al., 2023). Sedangkan melalui Skrining fitokimia menunjukkan metabolit sekunder pada daun kesambi positif terhadap fenolik, alkaloid, tanin, saponin dan steroid (Nursamsiar et al., 2024). Kandungan senyawa yang terekstrak dari daun kesambi memiliki ketergantungan terhadap pelarut yang mana digunakan dalam proses ekstraksi. Skrining terhadap ekstrak kulit batang kesambi menggunakan tiga pelarut berbeda menampilkan bahwa fraksi n-heksana hanya mengandung senyawa golongan triterpen dan steroid, sementara itu fraksi metanol mengandung golongan flavonoid, fenolik, dan triterpen (Rahayu et al., 2021), yang mengonfirmasi perbedaan tajam profil metabolit antara pelarut nonpolar dan polar pada tanaman kesambi.

Perbedaan ini secara umum mengikuti konsep like dissolves like, yaitu senyawa dengan karakteristik kepolaran yang sesuai dengan pelarutnya akan lebih mudah terlarut dan terekstraksi (Holil & Griana, 2020). Metanol, sebagai pelarut polar, lebih efektif memisahkan senyawa polar seperti fenolik, tanin, dan saponin, sedangkan n-heksana, sebagai pelarut nonpolar, hanya mampu menyari senyawa lipofilik seperti lemak, terpenoid nonpolar, klorofil, dan steroid (Nawaz et al., 2020) (Chatepa et al., 2024). Perbedaan afinitas kepolaran inilah yang mendasari pemilihan metanol dan n-heksana sebagai dua pelarut dengan sifat yang berbeda, sehingga pengaruh kepolaran terhadap aktivitas biologis ekstrak daun kesambi dapat diamati secara lebih tegas. Perbandingan langsung antara ekstrak metanol dan n-heksana pada berbagai tanaman menunjukkan hasil yang bervariasi dan menunjukkan pentingnya kepolaran terhadap aktivitas antioksidan. Pada rimpang temu ireng (*Curcuma aeruginosa*), ekstrak metanol menunjukkan nilai IC_{50} yang jauh lebih kecil (aktivitas antioksidan lebih tinggi) dibandingkan ekstrak n-heksana yang memerlukan konsentrasi jauh lebih besar untuk meredam radikal DPPH dalam jumlah setara (Sukandiasyah et al., 2023). Sementara ekstrak non polar n-heksan pada buah paprika merah memiliki IC_{50} lebih rendah atau aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan ekstrak metanol (Anisah et al., 2022). Variasi hasil pada berbagai jenis tanaman tersebut menunjukkan bahwa efektivitas pelarut metanol maupun n-heksana dalam menghasilkan aktivitas antioksidan bersifat spesifik terhadap komposisi metabolit sekunder masing-masing spesies tumbuhan. Sehingga, pada penelitian ini penggunaan variasi pelarut pada ekstraksi daun kesambi diperlukan untuk menghasilkan nilai antioksidan yang optimal.

Selain berpotensi sebagai antioksidan, kepolaran pelarut metanol dan n-heksana juga dilaporkan memberikan pengaruh berbeda terhadap aktivitas antibakteri ekstrak tumbuhan. Pengujian ekstrak polar pada batang kesambi dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan *E.coli* lebih tinggi dibandingkan pada fraksi non polar & semi polar (Masduqi et al., 2025). Pada daun gendola menunjukkan bahwa ekstrak polar memberikan aktivitas antibakteri yang tinggi terhadap bakteri Gram-positif maupun Gram-negatif pada *Escherichia coli*, sedangkan ekstrak nonpolar sama sekali tidak menunjukkan aktivitas hambat terhadap seluruh bakteri uji (Muldianah et al., 2023) Namun demikian, hasil yang berbeda dilaporkan pada rimpang lengkuas merah, di mana ekstraksi menggunakan n-heksana dan metanol sama-sama mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* tanpa perbedaan yang signifikan di antara keduanya (Juariah et al., 2023). hal ini menunjukkan bahwa kepolaran pelarut terhadap aktivitas antibakteri sangat bergantung pada jenis senyawa bioaktif spesifik yang terkandung dalam masing-masing tumbuhan. Golongan alkaloid dan tanin diketahui memiliki kontribusi penting terhadap aktivitas antimikroba tumbuhan. Aktivitas tersebut melalui beberapa mekanisme, antara lain menghambat sintesis dinding sel bakteri, mengganggu permeabilitas membran, serta menghambat sintesis asam nukleat dan protein (Yan et al., 2021). Pengujian analisis antibakteri dilakukan dengan menggunakan

metode difusi cakram yang mengacu pada (Kirby–Bauer) karena prosedurnya sederhana, telah terstandarisasi secara internasional, dan tepat untuk mengukur diameter zona hambat.

Berdasarkan uraian di atas, tampak bahwa hasil aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak metanol dibandingkan n-heksana pada berbagai tanaman masih menunjukkan kecenderungan yang berbeda-beda dan belum konsisten, sedangkan kajian yang secara khusus membandingkan kedua pelarut ini pada daun kesambi masih relatif terbatas. Selain itu, informasi terkait daun kesambi yang berasal dari Madura khususnya Kabupaten Sumenep masih sangat minim atau belum ada yang melaporkan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan kepolaran pelarut ekstraksi metanol dan n-heksana daun kesambi (*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken) terhadap skrining fitokimia, aktivitas antioksidan (metode DPPH berdasarkan nilai IC_{50}) dan antibakteri terhadap *E. coli* (metode difusi cakram berdasarkan diameter zona hambat) ekstrak daun kesambi yang berasal dari Kabupaten Sumenep.

2. RESEARCH METHOD

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi neraca analitik, erlenmeyer 500 mL, gelas ukur, batang pengaduk, kertas saring Whatman No. 1, corong kaca, aluminium foil, kotak/ruang penyimpanan kedap cahaya, rotary evaporator, dan wadah penyimpanan ekstrak kedap udara, cawan dan kertas cakram. Bahan yang digunakan meliputi simplisia daun kesambi (*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken) yang telah dikeringkan dan dihaluskan, pelarut metanol, pelarut n-heksana, serta akuades, vitamin C, DPPH, etanol, asam sulfat pekat (H_2SO_4), besi (III) klorida ($FeCl_3$), pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorff, HCl 2 N, DMSO, media Nutrient Agar (NA), NaCl, Mueller–Hinton Agar (MHA) dan amoksilin.

Ekstraksi Maserasi Daun Kesambi

Sampel Daun kesambi dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Sumenep Madura. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pemanfaatan daun kesambi oleh masyarakat sebagai bahan alam dalam pengawetan air nira siwalan untuk memperpanjang masa simpan. Selain itu, daun kesambi juga mudah ditemui di Kabupaten Sumenep. Sampel Daun kesambi segar dicuci bersih kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan. Selanjutnya daun kesambi kering dihaluskan dan disaring dengan ukuran penyaringan 50 Mesh. Sebanyak 100 gram simplisia daun kesambi dimasukkan ke dalam erlenmeyer tertutup, kemudian ditambahkan pelarut (metanol atau n-heksana secara terpisah) dengan perbandingan 1:5 hingga seluruh permukaan simplisia terendam sempurna, dihomogenkan menggunakan batang pengaduk, ditutup rapat dengan aluminium foil untuk mencegah penguapan pelarut dan kontaminasi dari luar, lalu disimpan pada suhu ruang di dalam ruang kedap cahaya selama 24 jam dengan pengadukan berkala agar difusi senyawa metabolit sekunder ke dalam pelarut berlangsung lebih optimal. Ekstraksi daun kesambi diambil dilakukan teknik maserasi menggunakan dua pelarut yang memiliki tingkat kepolaran berbeda, yaitu metanol sebagai pelarut polar dan n-heksana sebagai pelarut nonpolar, untuk memperoleh profil metabolit sekunder berdasarkan afinitas kepolarannya terhadap masing-masing pelarut (Nawaz et al., 2020)(Chatepa et al., 2024). Metode maserasi dipilih karena prosedurnya sederhana, tidak memerlukan pemanasan sehingga meminimalkan risiko degradasi senyawa bioaktif yang bersifat termolabil, serta sesuai untuk ekstraksi skala laboratorium (Fitri et al., 2026).

Maserat kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dari ampas. Selanjutnya, diremaserasi kembali menggunakan pelarut segar dengan jenis dan volume yang sama; tahapan perendaman dan penyaringan tersebut diulang hingga tiga kali (3×24 jam) untuk memaksimalkan penarikan metabolit sekunder yang masih tersisa. Seluruh filtrat dari tiga kali penyaringan digabungkan menjadi maserat total metanol dan maserat total n-heksana. Filtrat yang dihasilkan kemudian dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu $50^\circ C$ dengan tekanan tereduksi hingga pelarut menguap sempurna, sehingga diperoleh ekstrak kental metanol dan ekstrak kental n-heksana daun kesambi yang bebas pelarut (Sukandiarasyah et al., 2023). Ekstrak kental yang diperoleh selanjutnya ditimbang untuk menentukan rendemen ekstrak, kemudian disimpan dalam wadah tertutup pada suhu rendah ($\pm 4^\circ C$) untuk mencegah degradasi

senyawa aktif, sebelum digunakan pada tahap pengujian aktivitas antioksidan dan antibakteri selanjutnya.

Uji Fitokimia Metabolit Sekunder

Golongan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak daun kesambi diidentifikasi secara kualitatif melalui uji flavonoid, tanin, alkaloid, dan saponin, dengan mengamati reaksi warna atau reaksi pengendapan yang khas untuk masing-masing golongan senyawa setelah ekstrak direaksikan dengan pereaksi tertentu. Uji flavonoid dilakukan dengan menambahkan beberapa tetes asam sulfat pekat (H_2SO_4) pada ekstrak metanol daun kesambi, dengan terbentuknya warna kuning menandakan adanya flavonoid (Anisa et al., 2026). Uji tanin dilakukan dengan menambahkan 10–15 tetes larutan besi (III) klorida (FeCl_3) 5% pada 1 mL ekstrak, dengan perubahan warna menjadi hijau, merah, ungu, biru, atau hitam menandakan adanya tanin (Shabira et al., 2025). Uji alkaloid dilakukan dengan dua jenis pereaksi agar hasilnya saling menguatkan (Anisa et al., 2026), yaitu pereaksi Mayer yang ditambahkan pada 1 mL ekstrak dan menghasilkan endapan putih apabila positif, serta pereaksi Dragendorff yang menghasilkan endapan berwarna jingga atau merah apabila positif. Uji saponin dilakukan dengan menambahkan 10 mL air panas pada 1 mL ekstrak, kemudian dikocok kuat selama beberapa menit; terbentuknya busa setinggi 1–10 cm yang tetap stabil setelah ditetesi larutan HCl 2 N menandakan adanya saponin (Shabira et al., 2025).

Analisis Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan ekstrak metanol dan n-heksana simplisia daun kesambi ditentukan secara kuantitatif melalui metode penangkapan radikal bebas DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Aktivitas tersebut dinyatakan berdasarkan nilai IC_{50} (Inhibition Concentration 50), yaitu konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas radikal bebas DPPH (Juariah et al., 2023). Nilai IC_{50} semakin rendah menunjukkan kemampuan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi (Nursamsiar et al., 2024). Pada analisis antioksidan pertama dilakukan pembuatan larutan DPPH dengan malutkan serbuk DPPH 1,9716 mg kedalam metanol p.a 50 ml dan ditanda bataskan. Larutan DPPH kemudian disimpan dalam wadah tertutup untuk menjaga kestabilan sebelum digunakan. Selanjutnya adalah pembuatan larutan uji dan kontrol dengan membuat larutan induk terlebih dahulu. Ekstrak kental metanol dan n-heksana daun kesambi masing-masing ditimbang sebanyak 5 mg dan dilarutkan dengan metanol p.a 50 mL untuk membuat larutan induk 1000 ppm. Pada n-heksan sampel yang tidak larut ditambahkan DMSO 2% sebanyak 2 mL. kemudian diencerkan menjadi beberapa konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm dan 80 ppm. Sebagai kontrol positif digunakan senyawa antioksidan standar yaitu vitamin C yang diperlakukan dan diukur dengan cara yang sama seperti larutan uji, sedangkan kontrol negatif berupa larutan DPPH tanpa penambahan larutan uji.

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pengukuran Absorbansi Sampel

Penentuan Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan melihat nilai absorbansi tertinggi dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 400-800 nm. Sebanyak 2 ml larutan DPPH dipipet kedalam labu kemudian diukur absorbansinya sesuai panjang gelombang yang telah ditentukan. Pada pengukuran absorbansi ekstrak metanol dan n-heksana daun kesambi masing-masing dipipet 2 ml berdasarkan perhitungan konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, dan 80 ppm. Kemudian ditambahkan 2 ml DPPH kedalam tabung brekasi tersebut dan dihomogenkan. Selanjutnya, didiamkan dalam ruang gelap selama ± 30 menit agar reaksi antara senyawa antioksidan dengan radikal DPPH berlangsung sempurna. Nilai absorbansi dari setiap larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan sebelumnya. Penurunan nilai absorbansi menunjukkan adanya peredaman radikal bebas DPPH oleh senyawa antioksidan yang terdapat dalam ekstrak, ditandai dengan perubahan warna larutan dari ungu tua menjadi kuning pucat. Selanjutnya, Persentase inhibisi radikal DPPH pada masing-masing konsentrasi dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

Nilai persen inhibisi yang dihasilkan pada masing-masing konsentrasi kemudian dianalisis dengan persamaan regresi linear untuk menghasilkan persamaan $y = a + bx$, dengan y menyatakan persen inhibisi dan x konsentrasi daun kesambi ($\mu\text{g/mL}$ atau ppm). Nilai IC_{50} kemudian dihitung dengan mensubstitusikan $y = 50$ ke dalam persamaan regresi linear tersebut, sehingga diperoleh nilai x yang merupakan konsentrasi ekstrak (IC_{50}) yang mampu meredam 50% radikal bebas DPPH. Semakin rendah nilai IC_{50} suatu ekstrak, semakin kuat aktivitas antioksidannya, begitupula sebaliknya (Nurhayati et al., 2026).

Analisis Aktivitas Antibakteri Metode Difusi Cakram

Aktivitas antibakteri ekstrak daun kesambi (*Schleichera oleosa* Merr.) terhadap *Escherichia coli* diuji dengan metode difusi cakram Kirby–Bauer pada konsentrasi ekstrak 200, 400, 600, dan 800 ppm, dengan DMSO sebagai kontrol negatif dan amoksisilin sebagai kontrol positif. Pengujian diawali dengan peremajaan kultur murni *Escherichia coli* pada media Nutrient Agar (NA) miring yang diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam, kemudian koloni bakteri disuspensikan dalam NaCl fisiologis 0,9% steril. Selanjutnya, suspensi bakteri diinokulasi secara merata pada media Mueller–Hinton Agar (MHA) menggunakan swab steril. Ekstrak daun kesambi yang digunakan adalah konsentrasi 200, 400, 600, dan 800 ppm yang sebelumnya dilarutkan dalam DMSO diterapkan ke kertas cakram berdiameter 6 mm, dikeringkan, lalu diletakkan pada permukaan media bersama cakram kontrol positif berisi amoksisilin dan cakram kontrol negatif berisi DMSO dengan jarak antar-cakram yang cukup. Cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam. Setelah masa inkubasi selesai, diameter zona bening (zona hambat) yang terbentuk di sekitar tiap cakram diukur menggunakan jangka sorong pada dua sisi yang saling tegak lurus. Untuk mengukur zona hambat pada sampel digunakan rumus:

$$\text{Diameter Zona} = (\text{Dv}-\text{Ds}) + (\text{Dh}-\text{Ds})/2$$

Dv : Diameter Vertikal

Ds: Dimatere sumur/Cakram

Dh : Diameter Horizontal

Diameter zona hambat semakin besar menunjukkan aktivitas antibakteri ekstrak semakin tinggi pula. Penggunaan DMSO sebagai pelarut dan kontrol negatif didasarkan pada bukti bahwa pada konsentrasi rendah DMSO tidak memberikan efek hambatan terhadap pertumbuhan bakteri uji, sehingga aman digunakan tanpa memengaruhi hasil pengukuran zona hambat ekstrak (Rohama et al., 2023).

3. RESULTS AND ANALYSIS

Ekstraksi Maserasi

Tahap awal dalam penelitian ini adalah ekstraksi daun kesambi dengan menggunakan dua pelarut yang memiliki tingkat kepolaran berbeda, yaitu metanol (polar) dan n-heksana (nonpolar), untuk memperoleh ekstrak kental yang selanjutnya digunakan dalam penentuan rendemen dan kadar air simplisia, skrining fitokimia, serta uji aktivitas antioksidan dan antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Sebelum diekstraksi, daun kesambi terlebih dahulu dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada suhu ruang untuk menghilangkan kadar air sekaligus meminimalkan risiko degradasi senyawa metabolit sekunder yang bersifat termolabil seperti senyawa fenolik, kemudian dihaluskan dan diayak 50 mesh untuk menyeragamkan ukuran partikel sehingga memperluas permukaan kontak antara simplisia dan pelarut, mempercepat laju difusi, serta meningkatkan efisiensi penarikan senyawa aktif (Asworo & Widwastuti, 2023).

Proses maserasi dilakukan selama 1×24 jam dengan penggantian pelarut setiap 24 jam selama 3 hari untuk menghindari penjuanan, kemudian filtrat yang diperoleh dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada 60 rpm dengan suhu 50°C dan dilanjutkan penguapan di water bath hingga diperoleh bobot tetap, di mana penggunaan suhu dan tekanan rendah tersebut bertujuan menjaga stabilitas senyawa aktif agar tidak terdegradasi oleh panas selama proses pemekatan berlangsung (Sayakti, P. I., Anisa, N., & Ramadhan, 2022). Hasil ekstrak simplisia daun kesambi yang diperoleh kemudian dihitung rendemennya, diperoleh hasil berikut:

Tabel 1. Hasil Rendemen dan Kadar Air Daun Kesambi

Pelarut	Bobot Simplisia (gram)	Bobot Ekstrak (gram)	Rendemen (%)	Kadar Air (%)
Metanol	100	28	28	3,7
n-Heksana	100	1,31	1,31	

Rendemen merupakan presentase yang menunjukkan perbandingan antara bobot ekstrak akhir yang dibandingkan dengan bobot simplisia yang digunakan (Husain et al., 2024). Besarnya nilai rendemen dipengaruhi oleh sifat kelarutan komponen bioaktif dalam sampel; semakin tinggi nilai rendemen ekstrak yang diperoleh, semakin banyak pula komponen atau senyawa zat yang tertarik dari sampel (Satriawan & Wijaya, 2023). Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak metanol daun kesambi menghasilkan rendemen sebesar 28%, sedangkan ekstrak n-heksana hanya sebesar 1,31%. Dengan demikian, rendemen ekstrak metanol menunjukkan hasil yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak n-heksana. Perbedaan yang signifikan ini secara ilmiah dapat dijelaskan melalui komposisi kimia daun kesambi yang didominasi oleh senyawa-senyawa bersifat polar hingga semipolar (seperti alkaloid, tanin, dan saponin yang umumnya bersifat polar), sehingga metanol sebagai pelarut polar mampu menarik komponen tersebut secara lebih maksimal dibandingkan n-heksana yang hanya efektif melarutkan senyawa nonpolar seperti lipid, steroid, dan sebagian kecil terpenoid.

Rendemen dianggap positif apabila nilainya $>10\%$ (Satriawan & Wijaya, 2023), sehingga rendemen ekstrak n-heksana yang jauh di bawah ambang tersebut mengindikasikan rendahnya kandungan senyawa nonpolar pada daun kesambi. Selain rendemen, kadar air daun kesambi juga menjadi salah satu parameter penting yang perlu diperhatikan. Hal ini karena kadar air yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur dan bakteri yang dapat merusak senyawa aktif serta menurunkan kualitas simplisia akibat reaksi hidrolisis maupun aktivitas enzimatis yang disebabkan oleh keberadaan air bebas dalam simplisia; berdasarkan data hasil uji pada Tabel 1, diperoleh kadar air sebesar 3,7% yang tergolong rendah dan telah memenuhi standar Farmakope Herbal Indonesia yang mensyaratkan kadar air simplisia maksimal 10% (Husain et al., 2024), di mana kadar air yang berada di bawah ambang batas ini berperan penting dalam mencegah pertumbuhan mikroba serta menghambat aktivitas enzim yang dapat mendegradasi metabolit sekunder, sehingga bahan menjadi lebih stabil selama penyimpanan dan kandungan zat aktifnya tetap terjaga.

Analisis Fitokimia Ekstrak Daun Kesambi

Uji fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak metanol dan n-heksan daun kesambi berdasarkan perubahan warna dan/atau terbentuknya endapan, sehingga dapat diketahui kelompok senyawa apa saja yang efektif berperan sebagai antioksidan dan antibakteri. Pada penelitian ini, analisis fitokimia dilakukan dengan metode pereaksi warna terhadap golongan senyawa flavonoid, tanin, alkaloid, steroid, dan saponin. Hasil identifikasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Kesambi

Metabolit Sekunder	Ekstrak Metanol	Ekstrak n-Heksana
Alkaloid	+	+
Flavonoid	–	–
Saponin	+	–
Tanin	+	+
Steroid	+	+

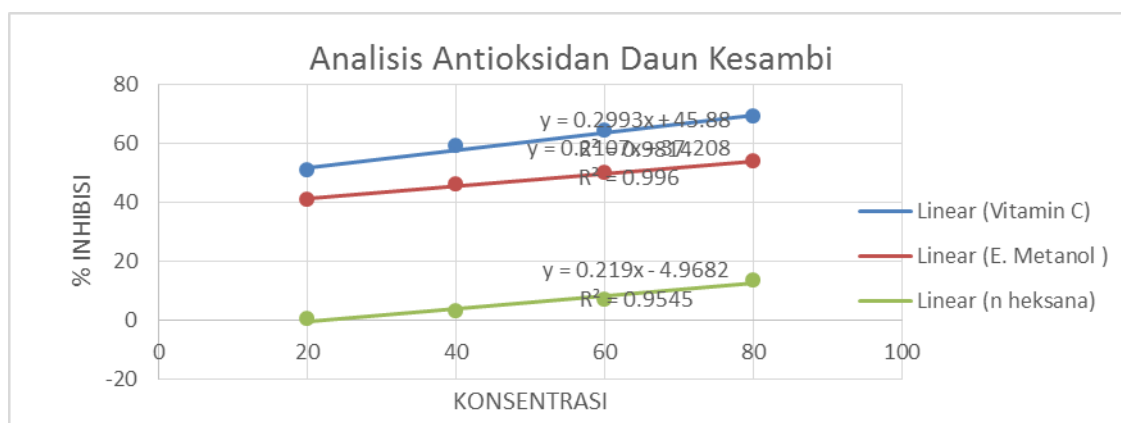
Berdasarkan tabel 2, ekstrak metanol daun kesambi menunjukkan hasil positif pada golongan alkaloid, steroid, tanin, dan saponin. Sementara itu, ekstrak n-heksana memberikan hasil positif pada alkaloid, tanin, dan steroid. Keberadaan alkaloid pada kedua ekstrak menunjukkan bahwa senyawa ini memiliki rentang kepolaran yang cukup luas atau berada dalam bentuk basa bebas yang dapat tertarik baik oleh pelarut polar (metanol) maupun nonpolar (n-heksan). Hal yang sama pada tanin dan steroid, yaitu terdeteksi pada kedua ekstrak. Steroid

sebagai golongan senyawa yang secara struktural memang bersifat lipofilik menjelaskan mengapa senyawa ini tetap tertarik secara maksimal oleh pelarut nonpolar seperti n-heksan. Sebaliknya, saponin—yang merupakan senyawa glikosida dengan gugus gula bersifat polar—hanya terdeteksi pada ekstrak metanol dan tidak terdeteksi pada ekstrak n-heksan, sesuai dengan prinsip kepolaran pelarut (like dissolves like) di mana senyawa polar akan lebih mudah tertarik oleh pelarut yang juga bersifat polar.

Keberadaan alkaloid, tanin, steroid, dan saponin pada ekstrak daun kesambi ini sejalan dengan beberapa temuan penelitian terdahulu. Penelitian (Rahayu et al., 2021) melaporkan bahwa ekstrak daun kesambi mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, steroid, tanin, dan minyak atsiri, yang sebagian besar berkesesuaian dengan golongan senyawa positif pada penelitian ini. Demikian pula penelitian (Holil & Griana, 2020), yang menggunakan pelarut metanol 90%, etanol 96%, dan air, melaporkan bahwa ekstrak daun kesambi pada ketiga pelarut tersebut sama-sama mengandung tanin dan saponin. Sementara itu, menurut (Masduqi et al., 2025) daun kesambi memiliki senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, fenolik, glikosida, saponin, dan tanin, yang juga sejalan dengan golongan alkaloid, tanin, dan saponin yang terdeteksi positif pada penelitian ini. Keceragaman temuan mengenai keberadaan alkaloid, tanin, steroid, dan saponin pada daun kesambi di berbagai penelitian dengan lokasi dan metode ekstraksi yang berbeda-beda memperkuat dugaan bahwa golongan senyawa tersebut merupakan komponen metabolit sekunder khas yang secara reguler disintesis oleh tanaman *Schleichera oleosa*, sekaligus menjadi dasar ilmiah bagi potensi aktivitas farmakologis (antioksidan dan antibakteri) yang diuji lebih lanjut pada penelitian ini.

Analisis Antioksidan Ekstrak Daun Kesambi

Analisis antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH. Metode ini cukup sederhana, mudah digunakan dengan jumlah sampel yang sedikit serta jangka waktu pengujian yang singkat (Holil & Griana, 2020). Penggunaan DPPH didasarkan pada kemampuan ekstrak yang memiliki sifat antioksidan mampu menetralkan radikal bebas berupa DPPH. Dalam analisis antioksidan digunakan juga vitamin C sebagai pembanding, hal ini karena aktivitas antioksidan vitamin C dianggap cukup baik dan stabil. Jumlah antioksidan yang dibutuhkan untuk menurunkan konsentrasi radikal DPPH awal sebesar 50 % atau disebut juga dengan (Sari & Sari, 2023). Hasil identifikasi ekstrak metanol, n-heksana serta vitamin c daun kesambi disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Perbandingan Kurva Regresi Sampel Daun Kesambi

Hasil plotting antara konsentrasi sampel dengan % inhibisi ditunjukkan oleh persamaan regresi dengan nilai korelasi (r^2) masing-masing ekstrak didapatkan mendekati angka 1 ($>0,95$) pada semua jenis pelarut. Hal ini, mengartikan bahwa ekstrak memiliki korelasi yang linier antara konsentrasi dan absorbansi yang sangat kuat. Pada vitamin C didapatkan kurva baku dengan persamaan regresi linear $y = 0,2993x + 45,88$, sedangkan pada kurva baku ekstrak simplisia daun kesambi dengan pelarut metanol diperoleh persamaan regresi $y = 0,2107x + 37,208$ dan untuk ekstrak daun kesambi dengan pelarut n-heksan $y = 0,219x - 4.9682$. Persamaan kurva baku (regresi linear) yang diperoleh selanjutnya akan digunakan untuk menghitung nilai IC_{50} ekstrak

simplisia daun kesambi dengan perhitungan $IC_{50} = 50-b/a$. Hasil perhitungan diperoleh sesuai Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Antioksidan Ekstrak Daun Kesambi

Sampel	Konsentrasi (ppm)	% Inhibisi	Nilai IC_{50} (ppm)
Vitamin C	20	50,86	13,755
	40	59,13	
	60	64,30	
	80	69,09	
Ekstrak metanol	20	41,10	61,847
	40	46,04	
	60	50,02	
	80	53,81	
Ekstrak n-Heksana	20	0,41	205,757
	40	2,91	
	60	6,93	
	80	13,67	

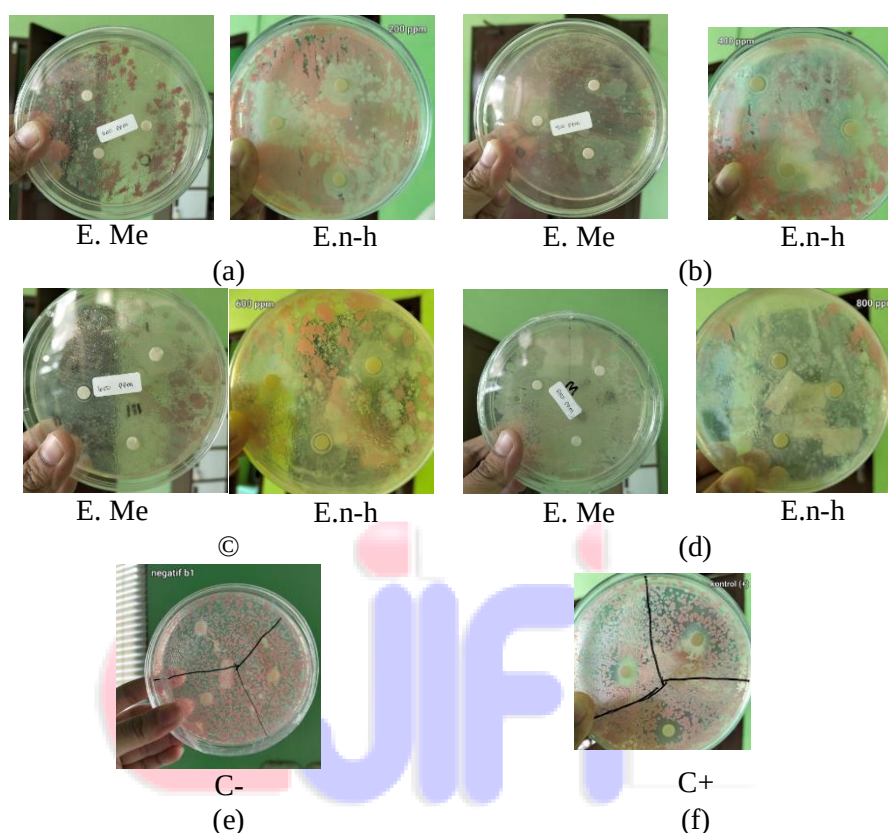
Berdasarkan pada tabel di atas, persentase inhibisi mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi sampel. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar jumlah senyawa antioksidan yang tersedia untuk mendonorkan atom hidrogen kepada radikal DPPH. Proses tersebut menyebabkan radikal DPPH berubah menjadi bentuk molekul DPPH-H yang lebih stabil dan non-radikal. Nilai IC_{50} menunjukkan bahwa ekstrak metanol (61,847 ppm) memiliki aktivitas antioksidan jauh lebih kuat dibandingkan ekstrak n-heksan (205,757 ppm), meskipun keduanya masih berada di atas nilai IC_{50} vitamin C (13,755 ppm) sebagai pembanding. Semakin rendah nilai IC_{50} , semakin kuat aktivitas antioksidan suatu senyawa, karena mengindikasikan bahwa konsentrasi yang dibutuhkan untuk meredam separuh radikal bebas lebih sedikit. Berdasarkan kategorisasi kekuatan antioksidan yang umum digunakan, suatu senyawa dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat apabila nilai IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$, kuat pada rentang 50–100 $\mu\text{g/mL}$, sedang pada rentang 100–150 $\mu\text{g/mL}$, dan lemah pada rentang 150–200 $\mu\text{g/mL}$. Berdasarkan kategori tersebut, ekstrak metanol daun kesambi pada penelitian ini tergolong memiliki aktivitas antioksidan kuat, sedangkan ekstrak n-heksan tergolong lemah.

Menurut penelitian ekstrak metanol daun kesambi memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat yaitu 16,12 $\mu\text{g/mL}$ dibandingkan dengan ekstrak air sebesar 904,28 $\mu\text{g/mL}$ (Holil & Griana, 2020). Hasil serupa juga dilaporkan Nursamsiar dkk yang menemukan bahwa ekstrak etil asetat daun kesambi memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan IC_{50} sebesar 5,4952 $\mu\text{g/mL}$ (Nursamsiar et al., 2024). Pola serupa juga tampak pada penelitian Istiqomah dkk. (Istiqomah et al., 2021) terhadap kulit batang kesambi, yang melaporkan bahwa fraksi etil asetat memiliki aktivitas antioksidan kuat ($IC_{50} = 57,3$ ppm), fraksi etanol tergolong kuat ($IC_{50} = 87,52$ ppm), sedangkan fraksi n-heksana hanya tergolong sedang ($IC_{50} = 136,03$ ppm) sehingga secara analisis data mengindikasikan bahwa ekstrak nonpolar dari tanaman kesambi cenderung memiliki aktivitas antioksidan yang lebih rendah dibandingkan fraksi yang bersifat polar, sejalan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder bersifat polar seperti golongan fenolik, alkaloid, saponin dan tanin dalam daun kesambi. Dengan demikian, pemilihan pelarut ekstraksi menjadi faktor determinan dalam memperoleh ekstrak dengan potensi antioksidan yang optimal dari tanaman ini.

Analisis Antibakteri Daun Kesambi

Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak daun kesambi terhadap bakteri *Escherichia coli* bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya hambat pada tiap konsentrasi ekstrak metanol dan n-heksana daun kesambi terhadap pertumbuhan bakteri uji. Prinsip metode ini didasarkan pada difusi senyawa antibakteri dari cakram kertas ke media agar, membentuk gradien konsentrasi yang menurun seiring bertambahnya jarak dari pusat cakram; area di sekitar cakram tempat pertumbuhan bakteri terhambat akan tampak sebagai zona bening (zona hambat), dengan

diameter yang dapat digunakan sebagai indikator kekuatan aktivitas antibakteri senyawa. Hasil pengujian aktivitas antibakteri dengan uji cakram menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* disebabkan oleh keberadaan senyawa antibakteri pada daun kesambi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil difusi cakram ekstrak daun kesambi (*Schleichera oleosa* Merr.) terhadap bakteri *Escherichia coli*. (a) konsentrasi ekstrak 200 ppm; (b) konsentrasi ekstrak 400 ppm; (c) konsentrasi ekstrak 600 ppm; (d) konsentrasi ekstrak 800 ppm, (e) Kontrol negatif DMSO; (f) Kontrol positif amoksisilin;

Hasil uji perhitungan aktivitas antibakteri juga ditampilkan pada Tabel 4 menunjukkan diameter zona hambat terbesar terdapat pada kontrol positif amoksisilin dengan daya hambat sebesar 3,97 mm, sedangkan pada kontrol negatif menggunakan larutan DMSO tidak terbentuk zona hambat sama sekali. DMSO dipilih sebagai kontrol negatif karena berfungsi sebagai pelarut/pengencer untuk ekstrak n-heksan yang bersifat nonpolar dan sukar larut dalam air; penggunaan kontrol negatif ini penting secara metodologis untuk memastikan bahwa aktivitas hambat yang teramati murni berasal dari senyawa aktif dalam ekstrak, bukan dari efek pelarut yang digunakan sebagai pembawa (Luh et al., 2024). Data pada Tabel 4 memperlihatkan pola hubungan respons yang seragam pada kedua jenis ekstrak, di mana diameter zona hambat meningkat secara progresif seiring peningkatan konsentrasi ekstrak yang diujikan, dari 200 ppm hingga 800 ppm. Pola ini menunjukkan bahwa efek antibakteri ekstrak daun kesambi bersifat dose-dependent, mengindikasikan bahwa semakin banyak molekul senyawa aktif yang tersedia, semakin besar pula kemungkinan interaksinya dengan target selular bakteri sehingga efek penghambatan semakin nyata. Selain itu, ekstrak metanol secara sistematis menunjukkan diameter zona hambat yang lebih besar dibandingkan ekstrak n-heksan pada setiap tingkat konsentrasi yang sama, sejalan dengan hasil uji fitokimia dan analisis antioksidan yang menunjukkan ekstrak metanol memiliki profil senyawa aktif (termasuk saponin) yang lebih lengkap dibandingkan ekstrak n-heksan.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Rata-Rata Diameter Zona Hambat (mm) Ekstrak Daun Kesambi

Ekstrak	200 ppm	400 ppm	600 ppm	800 ppm
Metanol	0,73	1,65	2,30	2,48
n-Heksana	0,433	0,633	0,80	1,066
Kontrol (-) DMSO	0			
Kontrol (+) Amoksilin	3,97			

Meski demikian, apabila mengacu pada kategori kekuatan antibakteri berdasarkan diameter zona hambat (kategori lemah: <5 mm; sedang: 5–10 mm; kuat: 10–20 mm; sangat kuat: >20 mm), nilai zona hambat yang diperoleh pada kedua ekstrak dalam penelitian ini yaitu pada konsentrasi tertinggi 800 ppm masih tergolong dalam kategori lemah dibandingkan dengan kontrol positif amoksilin. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ekstrak daun kesambi terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, potensinya sebagai kandidat antibakteri alami masih memerlukan optimasi lebih lanjut, misalnya melalui purifikasi/fraksinasi senyawa aktif, peningkatan konsentrasi ekstrak, atau penggunaan pelarut yang lebih polar yang terbukti pada penelitian ini memberikan profil senyawa aktif dan daya hambat yang lebih baik dibandingkan pelarut nonpolar.

Menurut Luh dkk. (Luh et al., 2024), daun kesambi mengandung senyawa metabolit sekunder fenolik dan alkaloid yang berperan aktif sebagai antifungi dan antibakteri. Sedangkan, laporan (Masduqi et al., 2025) yang meneliti ekstrak kulit batang kesambi menggunakan n-heksana, etil asetat, dan aquades, dan menunjukkan bahwa ketiga ekstrak tersebut aktif menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dengan ekstrak polar (etil asetat) menunjukkan daya hambat tertinggi dibandingkan ekstrak nonpolar. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa polar dalam daun kesambi cukup efektif dalam analisis fitokimia, antioksidan maupun antibakteri.

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan kepolaran pelarut ekstraksi berpengaruh nyata terhadap rendemen, fitokimia, serta aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak daun kesambi (*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken). Ekstrak metanol (polar) menghasilkan rendemen yang jauh lebih tinggi, memiliki profil metabolit sekunder yang lebih lengkap (alkaloid, tanin, steroid, dan saponin), serta menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong kuat dan daya hambat antibakteri terhadap *Escherichia coli* yang lebih besar dibandingkan ekstrak n-heksana (nonpolar), yang hanya mengandung alkaloid, tanin, dan steroid. Namun hasil analisis aktivitas antibakteri pada kedua ekstrak tergolong sangat lemah dibandingkan kontrol positif amoksilin, sehingga diperlukan penelitian lanjutan, yaitu dengan melalui purifikasi atau fraksinasi senyawa aktif, untuk mengoptimalkan potensi daun kesambi sebagai kandidat agen antioksidan dan antibakteri alami.

Acknowledgments

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) atas pendanaan penelitian ini melalui skema hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun anggaran 2026 sesuai dengan kontrak penelitian Nomor 196/KPA/C3/KPT/2026 dan perjanjian kontrak Nomor 286/C3/DT.05.00/PL/BARU/2026. 097/LL7/DT.05.00/PL/BARU/2026, 084/071116/PDP/IV.1.F/2026 yang dikelola melalui BIMA. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Universitas Annuqayah atas dukungan fasilitas dan administrasi selama pelaksanaan penelitian.

REFERENCES

- Anisa, S., Fauziah, S. M., & Rohmawati, U. (2026). Skrining Fitokimia Dan Uji Antioksidan Pada Tumbuhan Paku Di Kawasan Air Terjun Kakek Bodo. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 5(3), 720–731.
- Anisah, N., Warsi, W., Ramandha, M. E. P., Isasih, W. D., Inayati, R., & Indriani, N. (2022). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol dan Fraksi N-Heksan-Etil Asetat Buah Paprika

- Merah (*Capsicum annum* L.). *Biocity Journal of Pharmacy Bioscience and Clinical Community*, 1(1), 11–18.
- Asworo, R. Y., & Widwastuti, H. (2023). Pengaruh ukuran serbuk simplisia dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit sirsak. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2).
- Chatepa, L. E. C., Mwamatope, B., Chikowe, I., & Masamba, K. G. (2024). Effects of solvent extraction on the phytoconstituents and in vitro antioxidant activity properties of leaf extracts of the two selected medicinal plants from Malawi. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 24(1), 317.
- Fitri, Z. A., Annisa, R., & Basar, F. M. (2026). Kajian Komparatif Metode Ekstraksi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Variasi Profil Fitokimia Dan Fungsi Terapeutik Pada Penyakit Degeneratif. *Jurnal Sosial Terapan*, 4(1), 71–84.
- Hanifah, L., & Kiptiyah. (2020). Potensi kesambi (*Schleichera oleosa*) sebagai kandidat imunomodulator. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19*, 119–126.
- Holil, K., & Griana, T. P. (2020). Analisis Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kesambi (*Schleichera oleosa*) Metode DPPH. *J. Islamic Pharm.*, 5(1), 28–32.
- Husain, M. H., Febrianti, D. R., Salsabillah, S., Rolita, N., Amrullah, K. N., Bawani, E. A., & Ramadhani, L. (2024). Antioxidant Activity Test On Ethanol Extract Of Cassava Leaves (*Manihot Esculenta* C .) Using DPPH Method Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Daun Singkong (*Manihot Esculenta* C .) Menggunakan Metode DPPH. *Biopedagogia*, 6(2), 97–105.
- Istiqomah, I., Yahdi, Y., & Dewi, Y. K. (2021). Uji aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit batang kesambi [*Schleichera oleosa* (lour) Oken] menggunakan metode ekstraksi bertingkat. *SPIN Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 3(1), 22–31.
- Juariah, S., Ningrum, T. S., & Yusrita, E. (2023). Uji Efektivitas Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* K. Schum) terhadap *Candida albicans*. *Meditory: The Journal of Medical Laboratory*, 11(1), 83–89.
- Khairi, N. (2024). *Antioxidant Activities Of Ethyl Acetate Extract Of Kesambi (Schleichera Oleosa L.) With DPPH Method*. 11(1), 1–8.
- Luh, N., Rahayu, M., Lestari, W., Putu, D., Vidika, R., & Putu, N. (2024). Uji Fitokimia Dan Aktivitas Antibakteri Fraksi Air Kulit Batang Tanaman Turi (*Sesbania grandiflora* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 7(1), 35–43.
- Masduqi, A. F., Purwaningsih, Y., Salsabila, K. P., & Ma'arif, M. N. S. (2025). Kesambi (*Schleichera oleosa* (Lour) Oken) Tree Bark Extract And Its Fractions: Phytochemical Screening, Determination Of Total Phenolic Content, And Antimicrobial Activity Against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, AND *Candida albicans*. *Berita Biologi*, 24(2), 411–425.
- Maubana, D. A. M., Telussa, A. S., Lada, C. O., & Riwu, M. (2026). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kesambi (*Schleichera Oleosa*) terhadap Bakteri *Propionibacterium Acnes*. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 5(4), 1163.
- Muldianah, D., Utami, M. R., & Malau, J. (2023). Potensi antibakteri ekstrak daun gendola (*Basella alba* Linn var. *rubra*) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1831–1841.
- Nawaz, H., Shad, M. A., Rehman, N., Andaleeb, H., & Ullah, N. (2020). Effect of solvent polarity on extraction yield and antioxidant properties of phytochemicals from bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 56, e17129.
- Nurhayati, G., Februyani, N., & Zuhriyah, A. (2026). Uji Aktivitas Antioksidan dan Penetapan Nilai IC50 Fraksi Etanol-Air Daun Jelatang (*Urtica dioica* L.). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 12(1), 386–394.
- Nursamsiar, Khairuddin, Marwati, & Nur, S. (2024). Aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat berbagai bagian tanaman kesambi dengan metode DPPH. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 11(1), 1–8.
- Nursamsiar, Utami, A. T., & Febrina, M. (2023). Pengaruh pelarut terhadap kadar fenolik dan

- flavonoid total serta aktivitas antioksidan ekstrak daun kesambi (*Schleichera oleosa*). *Jurnal Farmasi Dan Bahan Alam*, 11(1), 22–30.
- Rahayu, T., Pratiwi, R. I. A., & Mubarakati, N. J. (2021). Profil metabolit daun kesambi (*Schleichera oleosa*) berdasarkan analisis histokimia dan in silico. *Metamorfosa Journal of Biological Sciences*, 8(1), 156.
- Rohama, R., Melviani, M., & Rahmadani, R. (2023). Aktivitas antibakteri dan penetapan kadar flavonoid fraksi daun kalangkala (*Litsea angulata*) serta profil kromatografi lapis tipis: Antibacterial activity and determination of flavonoid levels of kalangkala leaf fraction (*Litsea angulata*) and thin layer chromatography profile. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 9(1), 267–276.
- Sari, F. N., & Sari, Y. (2023). Antioxidant activity test on Indonesian typical fruit peel waste. *Jurnal Analis Farmasi*, 8(1), 123–131.
- Satriawan, B., & Wijaya, A. (2023). Pengaruh Perbedaan Jenis Pelarut Terhadap Nilai Rendemen Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* . L). *Jurnal Ilmiah Jophus : Journal of Pharmacy UMUS*, 5(01), 10–17.
- Sayakti, P. I., Anisa, N., & Ramadhan, H. (2022). Pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) menggunakan metode CUPRAC. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 97–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.20885/jif.specialissue2022.ar t12>
- Shabira, A. R., Fadiah, L. H., & Umami, M. (2025). Analisis senyawa fitokimia dari ekstrak maggot black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Zoologi: Jurnal Ilmu Peternakan, Ilmu Perikanan, Ilmu Kedokteran Hewan*, 3(2), 51–63.
- Sukandiansyah, F., Purwaningsih, I., & Ratnawaty, G. J. (2023). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) Metode DPPH. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(1), 62–70.
- Yan, Y., Li, X., Zhang, C., Lv, L., Gao, B., & Li, M. (2021). Research progress on antibacterial activities and mechanisms of natural alkaloids: A review. *Antibiotics*, 10(3), 318.