

Review Literature: Perbandingan Uji Aktivitas Antibakteri *Escherichia coli* dari Sepuluh Ekstrak Tanaman

Albertrysia Richzchika Yolanurnazwa¹, Mars Jenita Grace Santy Indah Purba¹, Siti Haura Khairunnisa^{1*}, Vina¹, Yonathan Tri Atmodjo Reubun¹

¹ Program Studi Sarjana Farmasi, STIKes Medistra Indonesia, Jl. Cut Mutia No. 88a, Sepanjang Jaya, Rawa Lumbu, Bekasi, 17113.

*E-mail korespondensi: sitihaaura27@gmail.com

ABSTRAK

Infeksi bakteri *Escherichia coli* merupakan penyebab utama diare dan berbagai penyakit infeksi di Indonesia, dengan lebih dari 7 juta kasus diare dilaporkan setiap tahunnya. Meningkatnya resistensi *E. coli* terhadap antibiotik sintetik seperti ampicilin dan fluorokuinolon mendorong kebutuhan akan alternatif pengobatan berbasis bahan alam. Indonesia memiliki kekayaan hayati yang besar, dengan ribuan tanaman yang secara tradisional digunakan sebagai obat dan terbukti mengandung metabolit sekunder aktif. Literature review ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas antibakteri dari sepuluh ekstrak tanaman terhadap *E. coli* secara kuantitatif berdasarkan diameter zona hambat, mengidentifikasi senyawa aktif yang berperan, serta mengkaji pengaruh metode ekstraksi dan konsentrasi terhadap aktivitas antibakteri. Penelitian dilakukan dengan metode tinjauan pustaka sistematis menggunakan basis data Google Scholar, mencakup sepuluh artikel penelitian eksperimental *in vitro* yang diterbitkan antara tahun 2016 hingga 2025 dan menggunakan metode difusi agar. Hasil kajian menunjukkan bahwa seluruh ekstrak mampu menghambat pertumbuhan *E. coli*, dengan ekstrak etanol daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) pada konsentrasi 90% memberikan zona hambat tertinggi sebesar 22,6 mm (sangat kuat), diikuti daun sengkubak (*Pycnarrhena cauliflora*) 17,36 mm dan daun jambu biji (*Psidium guajava* (L.)) 15,94 mm, keduanya berkategori kuat. Pisang muli (*Musa acuminata*) dan bunga kamboja putih (*Plumeria acuminata*) menunjukkan aktivitas paling rendah dengan masing-masing zona hambat yaitu 5,63 mm dan 5,00 mm, keduanya berkategori sedang. Aktivitas antibakteri dipengaruhi oleh jenis dan kadar metabolit sekunder, pelarut yang digunakan, serta kompleksitas dinding sel *E. coli* sebagai bakteri gram negatif. Tanaman-tanaman ini berpotensi dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami untuk mengatasi resistensi antibiotik.

Kata Kunci: Uji Aktivitas Antimikroba, Antibakteri *Escherichia coli*, Ekstrak Tanaman

Literature Review: A Comparison of the Antibacterial Activity of Ten Plant Extracts Against *Escherichia coli*

ABSTRACT

Escherichia coli bacterial infections are the leading cause of diarrhea and various infectious diseases in Indonesia, with more than 7 million cases of diarrhea reported each year. The increasing resistance of *E. coli* to synthetic antibiotics such as ampicillin and fluoroquinolones has driven the need for alternative treatments based on natural ingredients. Indonesia possesses vast biological diversity, with thousands of plants that have traditionally been used as medicine and have been shown to contain active secondary metabolites. This literature review aims to quantitatively compare the antibacterial efficacy of ten plant extracts against *E. coli* based on inhibition zone diameter, identify the active compounds involved, and examine the influence of extraction methods and concentrations on antibacterial activity. The study was conducted using a systematic literature review method via the Google Scholar database, encompassing ten *in vitro* experimental research articles published between 2016 and 2025 that employed the agar diffusion method. The results of the study showed that all extracts were able to inhibit the growth of *E. coli*, with the 90% ethanol extract of Madagascar periwinkle (*Catharanthus roseus* (L.)) leaves yielding the highest inhibition zone of 22.6 mm (very strong), followed by sengkubak (*Pycnarrhena cauliflora*) at 17.36 mm and guava (*Psidium guajava*) leaves at 15.94 mm, both classified as strong. Muli bananas (*Musa acuminata*) and white frangipani flowers (*Plumeria acuminata*) exhibited the lowest antibacterial activity, with inhibition zones of 5.63 mm and 5.00 mm, respectively, both classified as moderate. Antibacterial activity is influenced by the type and concentration of secondary metabolites, the solvent used, and the complexity of the *E. coli* cell wall as a Gram-negative bacterium. These plants have the potential to be developed as natural sources of antibacterial agents to address antibiotic resistance.

Keywords: Antimicrobial Activity Test, *Escherichia coli*, Antibacterial, Plant Extracts

PENDAHULUAN

Penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan utama di Indonesia dan di seluruh dunia. *Escherichia coli* adalah bakteri berbentuk batang yang tergolong bakteri Gram-negatif dan secara alami hidup di sistem pencernaan manusia dan hewan. Namun, bakteri ini bisa menjadi berbahaya ketika keseimbangan flora normal terganggu atau ketika jenis patogenik menginfeksi individu dengan daya tahan tubuh yang rendah (Fransisca et al., 2020; Hayati et al., 2022). Menurut data dari Kementerian Kesehatan RI di tahun 2019 (*Kemenkes RI*, 2019), terdapat lebih dari 7 juta kasus diare di Indonesia, yang setara dengan sekitar 270 per 1.000 orang, dimana *E. coli* menjadi penyebab kedua terbanyak diare (Hayati et al., 2022). Selain diare, *E. coli* juga menjadi penyebab berbagai infeksi lain seperti infeksi saluran kemih, peritonitis, dan septikemia yang mempengaruhi banyak kelompok usia (Sartika et al., 2019; Ardiansah et al., 2025).

Menurut data WHO, diare adalah salah satu penyebab utama kematian pada anak di bawah lima tahun. Bakteri *E. coli* menempati urutan kedua terbanyak sebagai pemicu diare akut setelah rotavirus. Jumlah penderita diare di Indonesia masih tergolong tinggi, Riset Kesehatan Dasar melaporkan prevalensi nasional sebesar 3,5%, sementara di lokasi spesifik seperti Kalimantan Tengah, angka ini berkisar di kisaran 2,6% (Fransisca et al., 2020b). *E. coli* bagian dari keluarga *Enterobacteriaceae*, lazim ditemukan di usus manusia. Namun, saat daya tahan tubuh melemah, bakteri ini bisa jadi berbahaya. Bakteri tersebut bisa menimbulkan infeksi serius pada pencernaan, saluran kemih, bahkan sampai ke aliran darah (sepsis). Strain *E. coli* tertentu, seperti *Enteropathogenic E. coli* (EPEC) dan *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC), menghasilkan racun yang sangat berisiko bagi kelompok rentan, termasuk bayi, anak-anak, lansia, serta individu dengan sistem kekebalan tubuh rendah (Mufti et al., 2017).

Masalah yang semakin serius dalam menangani infeksi *E. coli* adalah semakin tingginya ketahanan bakteri terhadap antibiotik. Penggunaan antibiotik buatan yang tidak bijak dan tidak sesuai dosis telah menyebabkan munculnya jenis-jenis *E. coli* yang tahan terhadap berbagai jenis antibiotik, seperti ampicilin, kloramfenikol, dan juga fluorokuinolon. Keadaan ketahanan ini tidak hanya membuat kegagalan terapi dan memperburuk keadaan pasien, tetapi juga menambah biaya pengobatan, meningkatkan risiko keselamatan pasien, serta menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat secara keseluruhan (Ardiansah et al., 2025).

Indonesia, sebagai negara beriklim tropis, memiliki kekayaan keanekaragaman hayati tumbuhan yang luar biasa. Dari sekitar 40.000 spesies tumbuhan global, 30.000 di antaranya tumbuh di Indonesia, dan 940 spesies di antaranya diketahui bermanfaat sebagai obat serta digunakan dalam pengobatan tradisional turun-temurun (Hardiana et al., 2024). Tumbuhan ini mengandung zat metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, dan senyawa fenolik yang secara ilmiah terbukti mampu melawan mikroba dari berbagai patogen, termasuk *E. coli* (Handrianto & Surabaya, 2016; Kadek Yunita Sari et al., 2023). Pengobatan tradisional yang memanfaatkan bahan alami dianggap lebih aman dibanding penggunaan antibiotik sintetis karena efek sampingnya lebih minim (Kadek Yunita Sari et al., 2023).

Berbagai riset telah dijalankan untuk meneliti potensi ekstrak tumbuhan dalam memerangi *E. coli*. Beberapa tumbuhan yang telah diteliti meliputi jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) (Handrianto & Surabaya, 2016), daun walay (*Meistera chinensis* (L.)) (Ardiansah et al., 2025), bunga kamboja putih (*Plumeria acuminata*) (Sari et al., 2023), daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) (Hardiana et al., 2024), daun sungkai (*Peronema canescens*) (Fransisca et al., 2020), daun jambu biji (*Psidium guajava* (L.)) (Saputro et al., 2022), daun kakao (*Theobroma cacao* (L.)) (Novitasari et al., 2022), daun sengkubak (*Pycnarrhena cauliflora*) (Novitasari et al., 2022), daun sawo (*Manilkara zapota*) (Mufti et al., 2017), serta kulit dan jantung pisang muli (*Musa acuminata*) (Sartika et al., 2019).

Literatur review ini bertujuan melakukan tinjauan menyeluruh terhadap sepuluh penelitian yang telah dipilih, yang masing-masing menguji aktivitas antibakteri dari berbagai bahan alam terhadap bakteri *E. coli*. Tujuan utamanya adalah menganalisis serta membandingkan tingkat efektivitas antibakteri dari sepuluh ekstrak bahan alam tersebut secara kuantitatif berdasarkan ukuran zona hambat yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi senyawa-senyawa aktif yang berperan dalam aktivitas antibakteri dari masing-masing bahan alam, serta mengeksplorasi pengaruh dari metode ekstraksi dan perbedaan konsentrasi terhadap kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah menyediakan informasi ilmiah yang terorganisir dan lengkap sebagai referensi akademis bagi para peneliti, mahasiswa, serta praktisi kesehatan dalam mengembangkan agen antibakteri alami. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan ilmiah dalam pengembangan formula

obat antidiare yang menggunakan bahan alami lebih efektif, serta mendorong penelitian lanjutan yang lebih spesifik terhadap bahan alami yang menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat baik.

Penelitian ini hanya mencakup sepuluh studi eksperimental *in vitro* yang secara khusus menguji efektivitas ekstrak tanaman dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*, menggunakan metode difusi seperti cakram, sumuran, silinder, atau Kirby-Bauer, dan diterbitkan dalam jurnal ilmiah yang telah melalui proses peninjauan antara tahun 2016 hingga 2025. Parameter utama yang dibandingkan adalah ukuran area hambatan pertumbuhan bakteri *E. coli* pada berbagai tingkat konsentrasi ekstrak. Penelitian ini tidak mencakup studi *in vivo*, studi yang menggunakan metode selain difusi agar, serta studi yang tidak menyertakan data kuantitatif zona hambat secara lengkap.

METODOLOGI PENELITIAN

Desain dan Pendekatan

Metode yang digunakan dalam review artikel ini menggunakan pencarian literatur yang dilakukan secara sistematis menggunakan basis data elektronik dari Google Scholar. Kata kunci yang digunakan mencakup kombinasi dari “Uji aktivitas antimikroba”, “Antibakteri *Escherichia coli*”, serta “Ekstrak tanaman”. Jumlah literatur yang digunakan sebanyak 10 jurnal yang kemudian dianalisis dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2025.

Kriteria Inklusi

Artikel yang terlibat dalam penelitian ini harus memenuhi semua kriteria inklusi berikut:

1. artikel penelitian asli (original research article), bukan artikel tinjauan, editorial, atau meta-analisis.
2. Secara spesifik dan jelas menguji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* sebagai salah satu atau satu-satunya bakteri yang digunakan dalam uji.
3. metode pengujian *in vitro* berbasis difusi agar, seperti difusi cakram (Kirby-Bauer), difusi sumuran (*well diffusion*), atau difusi silinder (*cylinder diffusion*).
4. Penyajian data kuantitatif mengenai diameter zona hambat yang telah diukur dan dapat dibandingkan, dengan satuan yang digunakan adalah milimeter.
5. Menggunakan ekstrak tanaman sebagai bahan uji utama, dengan minimal satu bahan uji berupa ekstrak tanaman.
6. Menyertakan informasi mengenai kandungan senyawa fitokimia atau metabolit sekunder yang telah teridentifikasi dari tanaman uji.
7. Tersedia dalam teks lengkap (*full text*).

Kriteria Eksklusi

Artikel dikeluarkan dari penelitian jika memenuhi salah satu kriteria eksklusi berikut:

1. Merupakan penelitian di dalam tubuh yang dilakukan dengan menggunakan hewan percobaan atau calon peserta manusia.
2. Merupakan artikel review, meta-analisis, atau tinjauan pustaka.
3. Tidak disertakan data kuantitatif yang jelas dan terukur mengenai zona hambat terhadap bakteri *E. coli*.
4. Menggunakan bahan uji yang tidak berasal dari ekstrak tanaman, seperti antibiotik sintetik, senyawa kimia murni, atau bahan non-hayati.
5. Merupakan artikel yang mengulang konten, studi awal tanpa data yang lengkap, atau artikel yang tidak dapat dikonfirmasi keasliannya.
6. Tidak menyertakan informasi senyawa fitokimia tanaman uji
7. Teks tidak tersedia secara lengkap, sehingga ekstraksi data tidak dapat dilakukan secara menyeluruh.
8. Tidak disertakan metode statistik yang cukup untuk menganalisis data.

Karakteristik Umum Studi yang Dikaji

Seluruh sepuluh penelitian yang diteliti memanfaatkan desain eksperimental di laboratorium dengan pendekatan *in vitro*. Secara keseluruhan, teknik pengujian efektivitas antibakteri yang diterapkan dapat dibagi menjadi tiga kategori utama metode difusi, termasuk metode difusi cakram yang digunakan oleh Handrianto & Surabaya (2016), Hardiana et al. (2024), Fransisca et al. (2020), Elhany et al. (2024), Novitasari et al. (2022) dan Sartika et al. (2019); metode difusi sumuran yang diterapkan oleh Ardiansah et al. (2025) dan Sari et al., (2023); serta metode difusi silinder yang digunakan oleh Saputro dan Saputro et al. (2022). Satu penelitian yang dilakukan oleh Mufti et al. (2017) juga menerapkan metode difusi cakram. Semua metode ini beroperasi berdasarkan prinsip serupa, yaitu melihat pembentukan zona transparan (zona hambat) di sekitar cakram atau sumuran yang mengandung ekstrak yang diuji sebagai tanda aktivitas antibakteri.

Bahan yang diuji dalam semua penelitian diekstraksi menggunakan teknik maserasi, kecuali pada penelitian (Handrianto & Surabaya, 2016) yang menggunakan ekstrak segar dari rimpang jahe dengan teknik sentrifugasi, serta penelitian (Elhany et al., 2024) yang memanfaatkan penggilingan langsung daun kelor. Pelarut yang paling sering dipakai adalah etanol dengan tingkat konsentrasi 96%, ditentukan karena karakteristiknya sebagai pelarut universal yang dapat mengekstrak senyawa polar dan non-polar dari bahan tumbuhan. Setelah proses maserasi, filtrat biasanya diperkental menggunakan *rotary evaporator* hingga

menghasilkan ekstrak kental yang kemudian diencerkan untuk membuat rangkaian konsentrasi uji.

Media yang biasa digunakan untuk pertumbuhan bakteri adalah Nutrient Agar (NA) dan Mueller Hinton Agar (MHA). Bakteri *E. coli* yang digunakan dalam sebagian besar penelitian berasal dari koleksi laboratorium (isolat murni), sedangkan penelitian (Mufti et al., 2017) memakai *E. coli* yang didapatkan dari enam sampel pasien yang berbeda untuk memperhitungkan variasi strain klinis. Kontrol positif yang digunakan bervariasi antara kloramfenikol, amoksisilin, dan ciprofloxacin, sementara kontrol negatif umumnya berupa aquades steril atau DMSO 10%. Penilaian kekuatan daya hambat pada sebagian besar penelitian merujuk kepada kategori (Davis & Stout, 1971), yaitu lemah jika diameter zona hambat kurang dari 5 mm, sedang jika 5–10 mm, kuat jika 10–20 mm, dan sangat kuat jika lebih dari 20 mm.

Rentang konsentrasi yang diuji sangat bervariasi di antara penelitian. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh (Hardiana et al., 2024), menggunakan konsentrasi tinggi antara 60% dan 90%, sementara (Ardiansah et al., 2025) menerapkan konsentrasi yang lebih rendah, yakni 10%, 20%, dan 30%. Variasi ini menunjukkan perbedaan dalam potensi bahan aktif dari berbagai sumber alam serta tujuan yang berbeda dalam masing-masing penelitian. Data mengenai pengukuran zona hambat dari semua penelitian dianalisis dengan metode statistik One Way ANOVA, disertai uji lanjutan Duncan atau LSD (*Least Significant Difference*) jika ditemukan perbedaan yang signifikan, kecuali pada penelitian (Mufti et al., 2017) yang memanfaatkan uji Kruskal-Wallis karena data yang ada tidak memenuhi asumsi normalitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Fitokimia dan Mekanisme Antibakteri Bahan Alam

Secara umum, kesepuluh bahan alam yang dikaji dalam review ini mengandung kelompok senyawa yang serupa,

yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan fenolik, meskipun dengan komposisi dan proporsi yang berbeda-beda. Rimpang jahe merah yang diteliti oleh Handrianto & Surabaya (2016) mengandung gingerol, shagaol, zingiberen, serta beragam minyak esensial yang mampu melawan mikroba.

Gingerol, turunan senyawa fenol, bekerja dengan berinteraksi melalui ikatan hidrogen dengan protein pada membran sel bakteri, dan jumlah besar dapat menggumpalkan protein sehingga merusak membran sel. Daun Walay yang diteliti oleh Ardiansah et al. (2025) kaya akan alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, dan triterpenoid. Alkaloid mengganggu pembentukan DNA bakteri, sementara flavonoid dan saponin merusak struktur membran sel. Bunga kamboja putih yang diteliti oleh Sari et al. (2023) mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, fenol, saponin, dan fulvoplumierin yang dikenal memiliki sifat antibakteri. Daun tapak dara yang diteliti oleh Hardiana et al. (2024) memiliki kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, steroid, dan tanin. Daun sungkai yang diteliti oleh Fransisca et al. (2020) kaya akan alkaloid, senyawa fenolik/tanin, steroid sedang, dan saponin sedikit. Daun jambu biji yang diteliti oleh Saputro et al. (2022) memiliki polifenolat, kuersetin, saponin, flavonoid, kuinon, alkaloid, dan tanin yang bekerja sama menghambat pertumbuhan *E. coli*. Daun kelor yang diteliti oleh Elhany et al. (2024) mengandung flavonoid, saponin, tanin katekol, tanin galia, steroid, terpenoid, antrakuinon, dan alkaloid. Daun sengkubak yang diteliti oleh Novitasari et al. (2022) memiliki alkaloid, flavonoid, steroid, serta longipinocarvone dan alpha-bergamotene yang berfungsi sebagai antibakteri. Kulit dan jantung pisang muli yang ditelaah oleh Sartika et al. (2019) memiliki saponin, tanin, alkaloid, flavonoid, polifenol, serta total fenol. Daun sawo yang ditelaah oleh Mufti et al. (2017) memiliki alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin yang berkontribusi dalam menghambat pertumbuhan *E. coli* melalui mekanisme yang saling mendukung.

Tabel 1. Data Komparatif Zona Hambat Maksimum terhadap Bakteri *E. coli*

Bahan	Konsentrasi Tertinggi	Zona Hambat Maksimum <i>E. coli</i>	Kategori
Daun Tapak Dara	90%	22,6 mm	Sangat kuat
Daun Sengkubak	2,5 g/mL	17,36 mm (48 jam)	Kuat
Daun Jambu Biji	80%	15,94 mm	Kuat
Jahe Merah	100%	14,22 mm	Kuat
Daun Sawo	100%	11,92 mm	Kuat
Daun Kakao	100%	9,918 mm	Sedang
Daun Sungkai	100%	7,75 mm	Sedang
Daun Walay	30%	7,5 mm	Sedang
Pisang Muli (Kulit)	100%	6,45 mm	Sedang
Pisang Muli (Jantung)	100%	5,63 mm	Sedang
Kamboja Putih	10%	5,00 mm	Sedang

Perbandingan Efektivitas Antibakteri terhadap *E. coli*

Daun Tapak dara (*Cantharanthus roseus* (L.) G. Don)

Hardiana et al. (2024) melaporkan penelitian mengenai kemampuan ekstrak etanol dari daun tapak dara untuk menghambat *E. coli* menggunakan metode difusi cakram. Konsentrasi ekstrak 60%, 70%, 80%, dan 90% menghasilkan rata-rata zona hambat masing-masing sebesar 13,3 mm, 18,6 mm, 20,6 mm, dan 22,6 mm. Tingkatan hambatannya dikategorikan kuat hingga sangat kuat secara berurutan sesuai kriteria Davis & Stout (1971). Hasil ini merupakan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan 9 tanaman lain. Sebagai perbandingan, amoksisilin sebagai kontrol positif menghasilkan zona hambat rata-rata 23,3 mm (sangat kuat), sedangkan akuades sebagai kontrol negatif tidak menunjukkan zona hambat sama sekali. Setiap kenaikan konsentrasi ekstrak secara langsung berhubungan dengan bertambahnya zona hambat yang terlihat. Hal ini sejalan dengan hukum Morales, yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu ekstrak, semakin besar pula efek hambatannya (Hardiana et al., 2024).



Gambar 1. Daun Tapak (Dara Satyarsa, (2019))

Daun tapak dara mengandung berbagai macam senyawa metabolit sekunder. Senyawa ini meliputi *alkaloid*, *saponin*, *tanin*, *triterpenoid*, dan *flavonoid* (Hardiana et al., 2024). Senyawa paling khas dari *Catharanthus roseus* L adalah *alkaloid vinka*. Ini termasuk *vindolin* ($C_{25}H_{32}N_2O_6$, sebuah *alkaloid monomer*), *catharanthine* ($C_{21}H_{24}N_2O_2$), *vinblastine* ($C_{46}H_{58}N_4O_9$), dan *vincristine* ($C_{46}H_{56}N_4O_{10}$). Secara struktur, *alkaloid bisindol* seperti *vinblastine* dan *vincristine* tersusun dari dua bagian *alkaloid indol*, yaitu *catharanthine* dan *vindoline*. Keduanya terhubung oleh ikatan karbon, membentuk struktur yang sangat rumit dan tidak simetris. Bentuk garam klorida dari kedua alkaloid ini menunjukkan aktivitas biologis yang sangat kuat terhadap sel yang sedang dalam proses pembelahan. Selain alkaloid vinka, daun tapak dara juga memiliki flavonoid. Flavonoid ini berbentuk glukosida dari quersetin dan kaempferol, yang berperan dalam aktivitas antibakterinya (Hardiana et al., 2024).

Ekstrak tapak dara melawan bakteri bekerja lewat beberapa cara yang saling melengkapi. Alkaloid merusak peptidoglikan di dinding sel. Akibatnya, dinding sel tidak terbentuk sempurna, membuat sel pecah dan mati. Flavonoid merusak dinding sel bakteri, mikrosom, dan lisosom karena berinteraksi dengan DNA bakteri. Tanin membuat protein kurang larut. Ini membuat enzim bakteri dan protein pembawa di dinding sel menjadi tidak aktif. Saponin mengganggu kerja membran sel. Sedangkan terpenoid atau triterpenoid mengikat kuat protein, merusak porin. Dinding sel *E. coli*, bakteri gram negatif, memiliki peptidoglikan yang tipis. Akan tetapi, lipopolisakarida dan membran luarnya membuat bakteri ini lebih mudah diserang oleh alkaloid dan saponin jika kadarnya tinggi (Hardiana et al., 2024).

Selain ampuh melawan bakteri, *Catharanthus roseus* (L.) terkenal di dunia medis berkat alkaloid vinka. *Vinblastine* dan *vincristine*, yang didapat dari daun tanaman ini, sudah resmi jadi obat kemoterapi untuk leukemia limfositik akut, penyakit Hodgkin, karsinoma testis, dan berbagai tumor padat. Tanaman ini juga bisa menurunkan tekanan darah (sudah dipakai turun temurun untuk hipertensi), melawan virus, dan diabetes. *Quersetin* di tapak dara punya kemampuan antioksidan dan antiinflamasi yang bagus. Namun, perlu diingat, alkaloid vinka berbahaya jika dosisnya terlalu tinggi dari batas aman, *vincristine* dan *vinblastine* bisa menyebabkan masalah serius seperti kerusakan saraf (*neuropati perifer*), sumsum tulang tertekan, rambut rontok, mual, muntah, dan gangguan pencernaan saat dipakai di rumah sakit. Jadi, jangan sekali-kali memakai ekstrak daun tapak dara sendiri dalam waktu lama tanpa arahan dokter, karena ada risiko keracunan dari alkaloid vinka.

Daun Sengkubak (*Pycnarrhena cauliflora*)

Novitasari et al. (2022) menemukan bahwa ekstrak metanol dari daun sengkubak cukup ampuh melawan *E. coli*. Ini terlihat pada semua tingkatan yang mereka coba, yaitu 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 g/mL. Setelah menunggu 48 jam, terlihat area hambat dengan ukuran 13,90 mm, 15,33 mm, 16,49 mm, 16,96 mm, dan 17,36 mm. Semua ukuran ini termasuk dalam kategori kuat (Davis & Stout, 1971). Konsentrasi terkecil yang efektif dan menunjukkan daya hambat kuat adalah 0,5 g/mL. Area hambat bertambah dari 24 jam menjadi 48 jam di semua konsentrasi. Ini menandakan bahwa ekstrak metanol daun sengkubak bersifat bakterisidal, bukan hanya menghambat pertumbuhannya (bakteriostatik) (Novitasari et al., 2022).



Gambar 2. Daun Sengkubak
(Fadlullah & Natalia, 2026)

Daun sengkubak mengandung alkaloid, flavonoid, fenol, triterpenoid, dan tanin. Sebelumnya, Puspita dan Wulandari (2020), yang dikutip Novitasari et al. (2022), berhasil mendapatkan senyawa aktif *Longipinocarvone* dan *Alpha-bergamotene* dari daun *P. cauliflora*. *Longipinocarvone* ($C_{15}H_{22}O$) adalah senyawa keton seskuiterpen bisiklik. Strukturnya memiliki rantai isopropil yang terhubung ke cincin bisiklo yang ada grup ketonnya. Senyawa ini dianggap sebagai agen antibakteri utama. *Alpha-bergamotene* (α -bergamotene, $C_{15}H_{24}$) adalah seskuiterpen bisiklik. Strukturnya terdiri dari cincin siklopentana dan sikloheksana yang terpasang, bersifat non-polar, dan merupakan bagian aktif dari minyak atsiri (Novitasari et al., 2022).

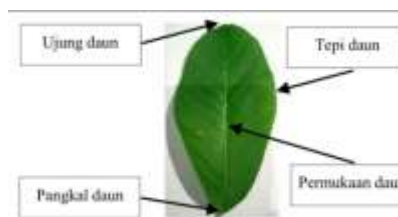
Mekanisme daun sengkubak melawan bakteri cara alkaloid merusak bagian peptidoglikan dari dinding sel. Ini membuat dinding sel tidak terbentuk sempurna, lalu sel mati. Flavonoid merusak selaput sel bakteri di bagian fosfolipid. Akibatnya, sel sulit merembes, yang merusak bakteri. Flavonoid juga membuat protein di luar sel menggumpal dan rusak. *Longipinocarvone* diduga bekerja seperti terpenoid lain. Ia mengikat bagian hidrofobik pada membran sel bakteri. Senyawa *alpha-bergamotene* adalah seskuiterpen non-polar. Ia mungkin lebih mudah menembus lapisan lipid dari membran luar bakteri gram negatif. Ini menjelaskan mengapa sengkubak sangat kuat melawan *E. coli*.

Suku Dayak dan Melayu Sintang memakai sengkubak sebagai penyedap rasa alami. Ini menggantikan MSG karena rasanya yang gurih. Senyawa *longipinocarvone* dan *alpha-bergamotene* punya kemampuan anti inflamasi, anti jamur, dan antioksidan, selain melawan bakteri. Triterpenoid dalam daun juga bisa melindungi hati dan melawan tumor. Uji toksisitas akut ekstrak etanol daun sengkubak pada tikus betina galur Wistar sudah ada. Namun, uji toksisitas subkronis dan kronis untuk keamanan jangka panjang masih perlu banyak dilakukan. Peluang memakai sengkubak sebagai antibiotik alami sangat besar. Ini karena sifatnya yang kuat meskipun dipakai dalam jumlah sedikit (Novitasari et al., 2022).

Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

Saputro dan Purwanto (2022) meneliti daya antibakteri ekstrak etanol daun jambu biji terhadap *E. coli*. Mereka memakai metode difusi silinder, cara standar di farmasi. Hasilnya, zona hambat rata-rata adalah $7,16 \pm 0,134$ mm pada konsentrasi 20%. Pada konsentrasi 40%, zona hambatnya $9,27 \pm 0,13$ mm. Sementara itu, pada konsentrasi 80%, zona hambatnya $15,94 \pm 0,50$ mm. Berdasarkan klasifikasi (Davis & Stout, 1971), konsentrasi 80% memberikan hambatan kuat. Konsentrasi 20% dan 40% menunjukkan hambatan sedang. Kontrol positif kloramfenikol 20 μ g menghasilkan zona hambat rata-rata $29,64 \pm 0,43$ mm (sangat kuat).

Daun jambu biji mengandung banyak fitokimia. Di antaranya ada polifenolat, quersetin, saponin, kuinon, flavonoid, tanin, dan alkaloid (Saputro & Purwanto, 2022). Quersetin (3,3',4',5,7-pentahidroksi flavon, $C_{15}H_{10}O_7$) adalah flavonol utama di daun jambu biji. Struktur quersetin terdiri dari dua cincin benzena (A dan B) yang terhubung oleh cincin piron tiga karbon (C). Ada juga gugus hidroksil di posisi 3, 5, 7 (cincin A) serta 3', 4' (cincin B). Gugus hidroksil ini membuat senyawa lebih mudah bereaksi dengan protein dan membran sel bakteri. Guaijaverin (quersetin-3-O-arabinosida) adalah flavonoid glikosida khas daun jambu biji yang diketahui efektif sebagai antibakteri (Saputro & Purwanto, 2022). Daun jambu biji juga mengandung senyawa lain seperti asam galat, katekin, epikatekin, rutin, naringenin, dan kaempferol. Senyawa ini juga berfungsi melindungi hati dan sebagai antioksidan.



Gambar 4. Daun Jambu Biji (Sinaga et al., 2021)

Cara quersetin melawan bakteri adalah dengan merusak dinding sel, mikrosom, dan lisosom bakteri. Ini terjadi karena flavonoid berinteraksi dengan DNA dan protein di membran bakteri. Kalau flavonoid sedikit, ia bisa merusak membran sel dan mengeluarkan zat penting yang melumpuhkan enzim bakteri. Jika flavonoid banyak, ia bisa merusak total membran sel dan mengubah protein sel (Saputro & Purwanto, 2022). Tanin bekerja dengan mencegah bakteri menempel, menghambat kerja enzim, mengganggu pengangkutan protein di dalam sel, dan membentuk senyawa dengan logam yang membuat bakteri lebih beracun (Saputro & Purwanto, 2022). Alkaloid bisa merusak bagian peptidoglikan di dinding sel, membuat sel

pecah (Saputro & Purwanto, 2022). Saponin memengaruhi permeabilitas membran melalui pembentukan kompleks dengan sterol di membran (Rinanto Cipto Dwi Saputro et al., 2022).

Potensi dan Efek Samping. Quersetin dan guaijaverin dalam daun jambu biji punya banyak manfaat kesehatan yang sudah terbukti. Misalnya, sebagai antioksidan kuat, antiinflamasi, antikanker, antidiabetes, penurun gula darah, antikejangan, dan pelindung hati (Saputro & Purwanto, 2022). Secara turun temurun, daun jambu biji dipakai untuk mengobati diare, batuk, sariawan, dan gusi bengkak. Jambu biji adalah salah satu dari sembilan tanaman obat unggulan yang disarankan Badan POM Indonesia dan sudah diteliti secara klinis (Saputro & Purwanto, 2022). Ekstrak daun jambu biji juga berpotensi sebagai obat antivirus (termasuk virus dengue), antijamur, dan antimalaria. Penggunaan jangka panjang dengan dosis yang tepat biasanya aman. Namun, jika tanin dikonsumsi terlalu banyak, bisa menyebabkan sembelit, mengganggu

penyerapan zat besi non-heme dan mineral lain. Tanin juga bisa beracun bagi hati jika diminum dalam dosis sangat tinggi dan terus menerus (Rinanto Cipto Dwi Saputro et al., 2022).

Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Handrianto (2016) melakukan uji kemampuan antibakteri ekstrak segar dari rimpang jahe merah terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* menggunakan metode difusi cakram. Uji ini dijalankan pada berbagai konsentrasi, yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi 100%, diameter zona hambat terbesar untuk *E. Coli* adalah 14,22 mm. Menurut kategori Davis & Stout (1971), angka ini termasuk kuat (10–20 mm). Sama dengan bakteri gram positif *S. aureus*, yang menghasilkan zona hambat sebesar 16,90 mm pada konsentrasi yang sama. Terjadi peningkatan zona hambat yang konsisten seiring naiknya konsentrasi. Peningkatan ini dari 3,87 mm (20%) menjadi 14,22 mm (100%) (Handrianto & Surabaya, 2016).

Tabel 2. Daya Hambat Ekstrak Jahe Merah terhadap Bakteri *E. coli*

Jenis Bakteri	Konsentrasi (%)					
	0	20	40	60	80	100
<i>E. coli</i>	0	3,87 mm	6,65 mm	9,67 mm	12,89 mm	14,22 mm

Senyawa aktif utama dalam rimpang jahe merah yang punya efek antibakteri adalah gingerol, shogaol, zingiberene, dan zingiberol. Gingerol termasuk senyawa fenol. Secara struktur, gingerol punya rantai alifatik panjang. Ia juga punya kelompok β -hidroksi keton, gugus hidroksil bebas, dan gugus metoksi di posisi 3 pada cincin benzena (vanilil). Senyawa ini bersifat polar dan larut dalam air. Gingerol menjadi komponen terbanyak pada oleoresin jahe. Shogaol ($C_{17}H_{24}O_3$) adalah hasil dehidrasi gingerol. Ia punya ikatan rangkap pada rantai alifatik.

Ini membuatnya lebih hidrofobik dan reaktif. Zingiberene ($C_{15}H_{24}$) adalah hidrokarbon seskuiterpen. Ini adalah komponen utama minyak atsiri jahe. Zingiberol adalah alkohol seskuiterpen. Minyak atsiri jahe juga berisi α -pinena, kamfena, kariofilena, sineol, dl-kamfor, dan germakron. Masing-masing berperan dalam aktivitas antimikroba (Handrianto, 2016).



Gambar 3. Jahe Merah (Fauzan et al., 2020)

Cara kerja gingerol sebagai antibakteri adalah dengan menyerap dan membentuk ikatan hidrogen. Ikatan ini terjadi antara gugus hidroksil fenolik dan protein di membran sel bakteri. Pada jumlah sedikit, gingerol membuat kompleks dengan protein fenol yang lemah. Kompleks ini bisa kembali seperti semula. Tapi jika jumlahnya banyak, gingerol bisa masuk ke dalam sel. Hal ini membuat protein mengendap dan berubah bentuk. Protein bahkan bisa menggumpal mengakibatkan sel rusak. *Zingiberene* bertindak sebagai antimikroba. Ia merusak struktur membran lipid sel bakteri. *E. coli* adalah bakteri gram negatif. Dindingnya punya zat non-polar seperti fosfolipid, polipeptida, dan lipopolisakarida (LPS). Ini membuat senyawa seperti fenolik sulit masuk sel. Jadi, efek penghambatannya pada *E. coli* lebih lemah. Dibandingkan dengan bakteri gram positif *S. aureus* (Handrianto, 2016).

Gingerol punya banyak manfaat kesehatan. Penelitian membuktikan *gingerol* bisa jadi antioksidan, antiinflamasi, antikanker, antimutagen, dan antitumor. Caranya dengan menghambat pembentukan pembuluh darah baru (Kim et al., 2005, dikutip dalam Handrianto, 2016). *Zingiberene* juga bisa jadi obat jamur. Ia juga bisa jadi pestisida alami. Secara tradisional, jahe merah dipakai untuk perkuat imun. Ia juga mengobati radang, batuk, luka, dan alergi gigitan serangga. Oleoresin jahe bisa dibuat jadi bahan aktif.

Bahan ini untuk sabun antibakteri dan produk antimikroba kulit. Jahe merah dalam jumlah biasa aman. Tapi ekstrak pekat berlebihan jangka panjang bisa bikin lambung iritasi. Bisa juga mual dan gangguan pencernaan. Terutama bagi yang punya masalah lambung (Handrianto, 2016).

Daun Sawo (*Manikara zapota*)

Mufti et al. (2017) melakukan uji hambat ekstrak etanol daun sawo terhadap enam isolat *E. coli* yang diambil dari enam spesimen pasien dengan menggunakan teknik difusi. Dalam konsentrasi 15%, 30%, 45%, 60%, dan 100%, diameter zona hambat keseluruhan rata-rata adalah 7 mm, 7,67 mm, 9,08 mm, 10,58 mm, dan 11,92 mm. Berdasarkan Davis dan Stout (1971), konsentrasi seratus persen menghasilkan hambatan kuat, sedangkan konsentrasi lebih rendah dianggap sedang. Isolat bakteri yang berbeda memiliki zona hambat yang berbeda pada konsentrasi yang sama. Ini mungkin disebabkan oleh variasi strain dan profil resistensi masing-masing isolat klinis. Setiap pasangan konsentrasi menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney (Mufti et al., 2017).



Gambar 5. Daun Sawo (Studi et al., 2024)

Senyawa aktif pada daun sawo serta mekanisme kerja dalam melawan bakteri yaitu saponin menurunkan tegangan di permukaan dinding sel bakteri. Lalu, saponin mengikat sterol di membran sel. Ini membuat saluran ion tunggal. Saluran ini bikin membran tidak stabil. Akibatnya, enzim pengangkut ion terganggu. Akhirnya, sel jadi bocor dan pertumbuhan bakteri terhambat. Tanin menghambat pembentukan polipeptida dinding sel. Ini menyebabkan dinding sel rusak. Tanin juga mempunyai efek spasmolitik, yaitu mengencangkan dinding sel. Selain itu, tanin dapat menghambat enzim reverse transcriptase dan DNA topoisomerase. Kedua enzim ini penting untuk perkembangbiakan bakteri. Flavonoid menggumpalkan protein sel jika kadarnya tinggi. Jika kadarnya rendah, flavonoid menyebabkan kebocoran. Ini terjadi karena interaksi dengan enzim DNA girase bakteri (Mufti dkk., 2017).

Daun sawo lebih mudah ditemukan daripada buah atau kulit batangnya karena tidak terikat musim, dan cara mengambilnya tidak merusak pohon. Flavonoid dalam

daun sawo, misalnya quersetin dan luteolin, bertindak sebagai antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, serta pelindung hati. Tanin di daun sawo membantu mengatasi diare dengan melancarkan dan mengurangi kejang di usus, mendukung pemakaian tradisionalnya untuk diare. Saponin bisa dipakai sebagai penurun kolesterol, pengatur kekebalan tubuh, penguat vaksin, dan obat kanker. Buah, kulit batang, dan daun sawo secara tradisional digunakan untuk obat diare, penurun panas, dan melawan bakteri seperti *Shigella*, *Salmonella typhi*, dan *E. coli*. Penggunaan tanin berlebih dalam jangka panjang dapat menghambat penyerapan zat besi non-heme dan protein, yang bisa mengakibatkan kurangnya mineral dan berpotensi merusak hati, jadi perlu hati-hati pada orang yang rentan seperti anak-anak dan ibu hamil (Mufti et al., 2017).

Daun Kakao (*Theobroma cacao* (L.))

Hayati dkk. (2022) melaporkan hasil uji antibakteri ekstrak etanol daun kakao terhadap *E. coli* menggunakan metode difusi cakram dengan enam perlakuan (25%, 50%, 75%, 100%, kontrol positif dan negatif) yang diulang lima kali, rata-rata diameter zona hambat pada konsentrasi 25%, 50%, 75 %, dan 100% berturut - turut adalah 7,326 mm, 8,777 mm, 9,139 dan 9,918 mm, semuanya termasuk dalam kategori sedang (5-10 mm) sesuai kriteria (Davis & Stout, 1971) (Hayati et al., 2022). Senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin ditemukan dalam daun kakao. Theobromine dan methylxanthine memiliki struktur cincin purina yang tersubstitusi pada posisi N-3 dan N-7 dengan gugus metil. Ini adalah alkaloid utama kakao. Kakao juga mengandung banyak katekin dan epikatekin, keduanya merupakan senyawa flavanol dan proanthocyanidin yang merupakan kondensasi monomer flavan-3-ol. Asam kafeat, yang merupakan derivat asam sinamat, dan asam klorogenat adalah senyawa fenolik lainnya (Hayati et al., 2022).



Gambar 5. Daun Kakao (Arta & Ekarini, 2021)

Mekanisme antibakteri ekstrak daun kakao termasuk yaitu alkaloid yang merusak bakteri DNA melalui interaksi gugus basa dengan asam amino DNA, menyebabkan ketidakseimbangan struktur DNA; flavonoid yang merusak protein ekstraseluler melalui

pembentukan senyawa kompleks yang menyebabkan denaturasi protein dan kerusakan membran sel; terpenoid yang merusak porin melalui ikatan polimer kuat dengan protein; dan saponin yang mengurangi tegangan permukaan. Kadar zat antibakteri daun kakao yang relatif rendah (rendemen fraksi etanol hanya sekitar 12,52%) dan sedikit terpenoid non-polar yang dapat larut sempurna dalam etanol yang bersifat polar mungkin menjadi alasan mengapa efektifitasnya dianggap sedang pada semua konsentrasi (Hayati et al., 2022).

Kakao theobromine dikenal sebagai stimulan ringan sistem saraf pusat, bronkodilator, dan diuretik, serta memiliki potensi untuk melindungi neuron. Aktivitas anti-inflamasi, antikanker (terutama kanker kolorektal dan payudara), kardioprotektif, dan anti-aging sangat tinggi ditunjukkan oleh katekin dan epikatekin. Untuk aktivitasnya dalam mencegah aterosklerosis dan menurunkan tekanan darah, proanthocyanidin kakao telah dipelajari secara menyeluruh. Potensi anti-inflamasi dan antioksidan yang kuat dari flavanol kakao menjadikannya kandidat yang sangat menjanjikan untuk pengembangan produk nutraceutical dan suplemen kesehatan. Dosis berlebihan theobromine dan kafein dapat menyebabkan insomnia, takikardia ringan, tremor, dan tekanan darah tinggi, terutama pada orang yang sensitif terhadap xantin (Hayati et al., 2022).

Daun Sungkai (*Peronema canescens*)

Fransisca dkk. (2020) menggunakan metode cakram Kirby-Bauer untuk menguji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sungkai terhadap *E. coli*. Zona hambat yang terbentuk pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% adalah berturut-turut 3,75 mm, 3,5 mm, 3,5 mm, dan 7,75 mm. Konsentrasi 25% ditetapkan sebagai MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) karena merupakan konsentrasi terendah yang menunjukkan adanya zona hambat, meskipun masih dalam kategori lemah. Zona hambat terbesar terbentuk pada konsentrasi 100% (7,75 mm, kategori sedang). Uji One Way ANOVA memberikan nilai $p=0,001$, menunjukkan perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan, dengan analisis Post-Hoc yang mengkonfirmasi bahwa kelompok konsentrasi 100% berbeda signifikan dari kelompok lainnya (Fransisca et al., 2020).



Gambar 10. Daun Sungkai (Noviarni, 2023)

Skrining fitokimia daun sungkai menunjukkan kandungan alkaloid (+++) dalam jumlah banyak, steroid (++) dalam jumlah sedang, fenolik/tanin (+++) dalam jumlah banyak, dan saponin (+) dalam jumlah sedikit. Terpenoid dan flavonoid tidak terdeteksi dalam penelitian ini (Fransisca et al., 2020). Senyawa *alkaloid* pada sungkai diidentifikasi sebagai alkaloid fenolik. *Tanin* yang teridentifikasi dalam jumlah banyak berfungsi sebagai komponen antibakteri utama. *Steroid* yang terkandung memiliki struktur inti sterana ($C_{17}H_{28}$) dengan sistem tiga cincin heksana dan satu cincin pentana. Mekanisme antibakteri daun sungkai bekerja melalui flavonoid (meskipun tidak terdeteksi secara langsung, tetapi referensi lain menyebutkan keberadaannya) yang membentuk kompleks dengan protein ekstra sel dan merusak membran sel; saponin yang merusak protein porin di membran luar dinding sel bakteri dengan membentuk ikatan polimer kuat, sehingga menyebabkan krisis nutrisi sel; dan tanin yang menghalau kerja enzim DNA topoisomerase dan reverse transcriptase, menghambat adhesi sel mikroba, menginaktivasi enzim, dan mengacaukan transport protein intraseluler mengakibatkan dinding sel tidak terbentuk sempurna, sel mengalami lisis dan kematian karena tekanan osmotik (Fransisca et al., 2020).

Daun muda sungkai secara tradisional digunakan oleh suku Dayak Kalimantan sebagai obat pilek, cacingan (kurap), penurun panas, campuran mandi untuk wanita pascamelahirkan, dan sebagai antibakteri. Untuk meningkatkan potensi antibakterinya, pengembangan lebih lanjut melalui fraksinasi bioaktif dan isolasi senyawa aktif dari daun sungkai sangat penting. Ini karena zona hambat masih relatif rendah pada sebagian besar konsentrasi. Menurut penelitian lain (Yani & Putranto. 2014 diikuti dalam Fransisca dkk. 2020), daun sungkai dapat bertindak sebagai antipiretik, imunomodulator, antiplasmodium, dan tidak teratogenik pada dosis tertentu. Sebagai hormon nabati, antiinflamasi, dan pembentukan fitosterol, senyawa steroid yang terkandung memiliki potensi (Fransisca et al., 2020).

Daun Walay (*Meistera chinensis*)

Penelitian Ardiansah dkk. (2025) mengkaji potensi antibakteri ekstrak etanol daun walay terhadap bakteri *E. coli* dan kemampuan antijamur terhadap *Candida albicans*. Metode yang digunakan adalah difusi sumuran. Hasilnya memperlihatkan bahwa pada konsentrasi 10%, 20%, dan 30%, diameter zona hambat terhadap *E. coli* berturut-turut adalah $5,2 \pm 0,28$ mm, $6 \pm 0,28$ mm, dan $7,5 \pm 0,28$ mm. Ukuran ini masuk dalam kategori sedang menurut (Davis & Stout, 1971). Kontrol positif kloramfenikol menghasilkan zona hambat yang sangat kuat, yaitu $22,2 \pm 0,50$ mm. Kontrol negatif DMSO 10% tidak menunjukkan zona hambat apa pun. Uji One Way ANOVA menunjukkan nilai $p < 0,05$. Ini berarti ada perbedaan signifikan secara statistik antar perlakuan. Hasil ini diperkuat dengan uji LSD yang membuktikan adanya perbedaan yang nyata di antara semua konsentrasi (Ardiansah et al., 2025).



Gambar 6. Daun Walay (Musdalipah et al., 2021)

Pemeriksaan kandungan kimia daun *Meistera chinensis* (walay) dilakukan menggunakan etanol untuk menentukan keberadaan senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, dan triterpenoid (Ardiansah dkk., 2025). Alkaloid bekerja dengan cara menghambat pembentukan DNA bakteri. Ini terjadi karena interaksinya dengan bagian dinding sel bakteri yang bernama peptidoglikan. Flavonoid, yang struktur kimianya berupa difenilpropan ($C_6-C_3-C_6$) dengan dua cincin benzena (A dan B) yang terhubung oleh tiga karbon membentuk cincin heterosiklik, bertugas mengacaukan kemampuan membran sel bakteri menembus zat. Caranya adalah dengan membentuk senyawa kompleks bersama protein di luar sel dan berinteraksi dengan fosfolipid membran. Saponin, yang merupakan gabungan aglikon steroid atau triterpenoid dengan rantai karbohidrat, membentuk ikatan polimer yang kokoh dengan protein porin di membran luar. Hal ini mengganggu penyerapan nutrisi dan menyebabkan sel bakteri kekurangan gizi. Tanin, sebagai senyawa polifenol dengan molekul besar dan banyak gugus hidroksil, dapat menghentikan pelekatan sel mikroba, memblokir kerja enzim, mengacaukan perpindahan protein di dalam sel bakteri, serta merusak membran sel. Triterpenoid bertugas dengan membentuk ikatan polimer yang kuat pada protein

porin di membran luar, sehingga merusak porin tersebut (Ardiansah et al., 2025).

Tanaman *Meistera chinensis* dari keluarga Zingiberaceae memiliki catatan penggunaan tradisional untuk infeksi bakteri, peradangan, nyeri, serta masalah pencernaan, pernapasan, dan kulit (Danciu et al., 2015), dikutip dalam Ardiansah et al., 2025). Buah *Meistera chinensis* dilaporkan punya khasiat antioksidan, antibakteri, dan antijamur (Musdalipah et al., 2021, dikutip dalam Ardiansah et al., 2025). Alkaloid dari tanaman ini berpotensi ampuh membasmi infeksi mikroba seperti *S. aureus* (Cushnie et al., 2014), dalam Ardiansah et al., 2025). Triterpenoid di dalamnya juga bisa berfungsi melindungi hati dan melawan kanker. Soal keamanan jangka panjang, data mengenai toksisitas daun *Meistera chinensis* masih minim. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan sebelum ekstrak ini bisa disarankan untuk pengobatan rutin (Ardiansah et al., 2025).

Kulit dan Jantung Pisang Muli (*Musa acuminata*)

Sartika et al. (2019) menggunakan metode difusi cakram untuk menguji sifat antimikroba ekstrak kulit dan jantung pisang muli terhadap *E. coli*. Ekstrak kulit pisang 100% menghasilkan zona hambat tertinggi sebesar $6,45 \pm 0,66$ mm (kategori sedang), sedangkan konsentrasi 60% dan 80% menghasilkan 5,39 mm dan 5,99 mm (kategori sedang), dan konsentrasi 20% dan 40% menghasilkan hambatan lemah. Kontrol amoxilin menunjukkan zona hambat yang kuat sebesar 12,33 mm. Ekstrak ini dianggap memiliki aktivitas antimikroba yang rendah ketika digunakan dalam makanan. Kulit pisang mengandung polifenol dan flavonoid selain komponen non-nutrisi seperti saponin, tanin, alkaloid, flavonoid, dan fenol (Mahmood et al., 2011, dikutip dalam Sartika et al., 2019). Katekin, epikatekin, dan quersetin adalah polifenol utama pisang. Flavonoid utama pisang termasuk katekin, epikatekin, dan quersetin; kulit pisang juga mengandung leukosianin dan dopamin. Dalam pisang, senyawa bioaktif memiliki struktur kimia yang mirip dengan flavonoid dengan kerangka $C_6-C_3-C_6$, saponin triterpenoid, dan tanin polifenol (Sartika et al., 2019).



Gambar 9. Kulit dan Jantung Pisang Muli (Kusuma, 2017)

Sartika et al. (2019) menyelidiki dua bagian dari tanaman pisang muli yang berbeda sebagai agen antibakteri alami untuk aplikasi praktis dalam mengurangi kontaminasi *E. coli* pada daging ayam. Ekstrak kulit pisang muli pada tingkat konsentrasi 100% menghasilkan zona inhibisi *E. coli* sebesar 6,45 mm (kategori sedang), sedangkan ekstrak jantung pisang muli pada konsentrasi yang sama menunjukkan zona 5,63 mm (kategori sedang). Meskipun secara absolut ukuran zona inhibisi ini tergolong moderat, nilai penting dari penelitian ini terletak pada aplikasi praktis dalam bidang pangan, di mana kedua ekstrak terbukti dapat menurunkan kontaminasi *E. coli* pada daging ayam sebanyak satu siklus log (dari kira-kira 10^8 menjadi 10^7 koloni/gram). Penurunan satu siklus log ini, meskipun dianggap rendah, memiliki arti penting dalam konteks keamanan pangan karena berpotensi memperlambat proses pembusukan dan mengurangi kemungkinan terjadinya infeksi akibat makanan. Analisis antara kedua bagian tanaman menunjukkan bahwa kulit pisang sedikit lebih efektif dibandingkan jantung pisang, yang mungkin terkait dengan variasi total kandungan senyawa antimikroba di kedua bagian tanaman itu. Mekanisme antibakteri kedua bagian tanaman pisang bekerja melalui saponin yang membentuk kompleks dengan sterol membran sel menyebabkan pembentukan pori-pori pada membran dan kebocoran komponen intraseluler; tanin yang menghambat pembentukan dinding sel dan mengganggu kerja enzim bakteri; alkaloid yang merusak komponen peptidoglikan; dan flavonoid yang merusak permeabilitas fosfolipid membran sel (Sartika et al., 2019).

Pemanfaatan limbah kulit dan jantung pisang sebagai pengawet alami untuk mengurangi cemaran bakteri patogen pada produk daging adalah aplikasi paling praktis dari penelitian ini. Mengingat limbah kulit pisang yang banyak di Indonesia, ini memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang tinggi. Selain itu, kulit pisang telah diteliti potensinya sebagai antijamur, antiparasit, dan bahan kosmetik. Pisang mengandung katekin dan Quercetin yang berfungsi sebagai antioksidan, anti-aging, kardioprotektif, dan antikanker. Hipokolesterolemia dapat terjadi karena saponin pisang. Kulit pisang mengandung dopamin yang dapat berfungsi sebagai prekursor neurotransmitter dan antioksidan. Secara umum, pisang dan bagian-bagiannya memiliki profil keamanan yang baik untuk dikonsumsi. Namun, untuk aplikasi farmasi formal, penelitian toksikologi khusus pada konsentrasi ekstrak tinggi masih diperlukan.

Bunga Kamboja Putih (*Plumeria acuminata*)

Dengan menggunakan metode difusi sumuran, Sari et al. (2023) membandingkan sifat antimikroba infusa

dan ekstrak etanol bunga kamboja putih dengan *E. coli*. Untuk infusa *E. coli*, konsentrasi 10% menghasilkan zona hambat 5 mm (kategori sedang), dan konsentrasi 20%, 30%, dan 40% menghasilkan zona hambat 1 mm, 1,5 mm, dan 1 mm (kategori lemah). Untuk ekstrak etanol terhadap *E. coli*, seluruh konsentrasi (5%, 10%, 15%) menghasilkan zona hambat dalam kategori lemah (2,5–3 mm) (Sari et al., 2023).



Gambar 8. Bunga Kamboja Putih (Ginarana, 2019)

Uji fitokimia infusa bunga kamboja putih menunjukkan adanya alkaloid, flavonoid, tanin, fenol, dan saponin. Senyawa spesifik yang ditemukan pada *P. acuminata* mencakup fulvoplumierin (iridoid glikosida, $C_{23}H_{28}O_{13}$), plumierid, agoniadin, asam plumerat, lupeol (triterpenoid, $C_{30}H_{50}O$), dan asam serotinat (Sari et al., 2023). Fulvoplumierin merupakan senyawa iridoid glikosida yang mengandung gugus aldehid dan cincin siklopenta yang terikat pada gula, dan secara spesifik terindikasi dapat digunakan sebagai zat antibakteri. Minyak atsiri yang terkandung meliputi geraniol ($C_{10}H_{18}O$, alkohol monoterpenik), farnesol ($C_{15}H_{26}O$, alkohol seskiterpen), eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$, fenilpropanoid), sitronelol ($C_{10}H_{20}O$), fenetilalkohol, dan linalool ($C_{10}H_{18}O$) yang semuanya berkontribusi pada aktivitas antimikroba (Kadek Yunita Sari et al., 2023).

Mekanisme antibakteri *P. acuminata* melibatkan fulvoplumierin yang menghambat pertumbuhan bakteri, alkaloid yang merusak komponen peptidoglikan dinding sel menyebabkan lisis, tanin yang membentuk ikatan kompleks dengan protein membran bakteri, serta saponin yang menurunkan tegangan permukaan membran sel. Rendahnya zona hambat terhadap *E. coli* dibanding *Candida albicans* pada konsentrasi yang sama menunjukkan bahwa senyawa aktif kamboja putih lebih efektif terhadap jamur daripada bakteri gram negatif, kemungkinan karena perbedaan komposisi dinding sel antara fungi dan bakteri gram negatif (Kadek Yunita Sari et al., 2023).

Bunga kamboja putih menunjukkan potensi yang besar sebagai antijamur terhadap *Candida albicans*, seperti yang dibuktikan dalam penelitian ini, serta memiliki sifat antioksidan dan antiparasit. Secara tradisional, *Plumeria*

sp telah digunakan untuk mengobati kaki yang pecah-pecah, meredakan sakit gigi, sebagai pencakar, mencegah nanah pada luka, mengurangi pembengkakan, dan juga sebagai obat untuk diabetes. Lupeol yang berasal dari pohon kamboja memiliki kemampuan untuk melawan peradangan, mencegah pertumbuhan sel kanker, dan melindungi hati. Eugenol sering digunakan dalam sektor farmasi dan kedokteran gigi sebagai obat pereda nyeri yang diterapkan pada kulit dan sebagai bahan antiseptik. Namun penting untuk diingat bahwa getah kamboja (*Plumeria* sp.) dapat menyebabkan dermatitis kontak dan iritasi pada mukosa. Selain itu, getah ini juga bersifat toksik jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar. Oleh karena itu, penggunaan jangka panjang sebagai terapi internal harus dilakukan dengan pengawasan medis yang ketat dan memerlukan penelitian toksikologi lebih lanjut (Kadek Yunita Sari et al., 2023).

Perbandingan Komprehensif Aktivitas Antibakteri Kesepuluh Ekstrak Tanaman

Berdasarkan data diameter zona hambat maksimum yang dilaporkan terhadap *E. coli* dari sepuluh studi yang ada, aktivitas antibakteri dapat diurutkan dari yang paling tinggi hingga yang paling rendah sebagai berikut: (1) *Catharanthus roseus* dengan diameter zona hambat 22,6 mm menunjukkan aktivitas yang sangat kuat; (2) *Pycnarrhena cauliflora* dengan diameter zona hambat 17,36 mm menunjukkan aktivitas yang kuat; (3) *Psidium guajava* L. dengan diameter zona hambat 15,94 mm menunjukkan aktivitas yang kuat; (4) *Zingiber officinale* var. *Rubrum* 14,22 mm lebih lemah dibandingkan Greenwood, namun lebih kuat dibandingkan Davis & Stout; (5) *Manilkara zapota* 11,92 mm kuat; (6) *Theobroma cacao* L. 9,918 mm sedang; (7) *Peronema canescens* 7,75 mm sedang; (8) *Meistera chinensis* 7,5 mm sedang; (9) *Musa acuminata* (kulit) 6,45 mm sedang; (10) *Musa acuminata* (jantung) 5,63 mm sedang; (11) *Plumeria acuminata* 5 mm sedang.

Membandingkan langsung studi-studi ini mesti dilakukan dengan hati-hati karena ada beberapa kekurangan dalam cara kerjanya yang terlihat. Pertama, rentang konsentrasi yang dicoba sangat berbeda. Mulai dari 20–100% (Rinanto Cipto Dwi Saputro et al., 2022) sampai 0,5–2,5 g/mL (Novitasari et al., 2022) dan 60–90% (Hardiana et al., 2024). Kedua, metode penyebaran yang dipakai macam-macam difusi cakram, sumuran, silinder, dan Kirby-Bauer. Tiap metode punya ciri khas sendiri dan bisa memengaruhi besarnya zona hambat yang diukur. Ketiga, media pertumbuhan, kondisi pemeliharaan, asal bibit *E. coli* (ATCC, koleksi lab, atau dari pasien), serta cara pengelompokan kekuatan hambat yang dipakai tidak

sama di setiap studi. Perbedaan ini penting diingat saat mengartikan hasil perbandingan (Hayati et al., 2022).

Walau begitu, penelitian-penelitian yang ada menunjukkan adanya hubungan yang jelas. Hubungan ini positif dan konsisten antara jumlah ekstrak dengan luas zona hambatan. Ini sejalan dengan teori dasar ilmu obat antimikroba. Teori ini menyebutkan semakin banyak kadar zat aktif, semakin besar pula pengaruh penghambatannya. Fakta bahwa *E. coli* terus menunjukkan daya tahan lebih tinggi terhadap senyawa polar dari ekstrak tumbuhan sudah dibuktikan oleh beberapa penelitian. *E. coli* adalah bakteri gram negatif. Bakteri gram positif memiliki daya tahan lebih rendah dibandingkan *E. coli*. Daya tahan ini terjadi karena dinding sel bakteri gram negatif lebih rumit. Dinding sel ini punya membran luar berisi lipopolisakarida. Ada juga lapisan peptidoglikan yang tipis. Ditambah membran dalam. Ini membentuk penghalang yang lebih kuat. Penghalang ini mencegah masuknya sebagian besar senyawa antimikroba dari ekstrak tumbuhan (Hayati et al., 2022).

KESIMPULAN

Sebuah penelitian meninjau sepuluh studi tentang bagaimana ekstrak tumbuhan bisa melawan bakteri *Escherichia coli*. Hasilnya, semua ekstrak tumbuhan yang dites bisa menghambat pertumbuhan *E. coli* di laboratorium. Tumbuhan itu antara lain rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*), daun walay (*Meistera chinensis*), bunga kamboja putih (*Plumeria acuminata*), daun tapak dara (*Catharanthus roseus*), daun sungkai (*Peronema canescens*), daun jambu biji (*Psidium guajava* (L.)), daun kakao (*Theobroma cacao* (L.)), daun sengkubak (*Pycnarrhena cauliflora*), daun sawo (*Manilkara zapota*), serta kulit dan jantung pisang muli (*Musa acuminata*). Efektivitasnya memang berbeda beda. Dalam melawan bakteri *E. coli*, ekstrak etanol dari daun tapak dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) pada konsentrasi 90% paling efektif. Zona hambat rata-ratanya adalah 22,6 mm, yang termasuk kategori sangat kuat. Ini menjadikannya yang terbaik dari sepuluh tumbuhan yang diteliti. Kemudian, ekstrak metanol dari daun sengkubak (*Pycnarrhena cauliflora*) memiliki zona hambat 17,36 mm (kuat). Ekstrak etanol dari daun jambu biji (*Psidium guajava* (L.)) juga kuat dengan zona hambat 15,94 mm. Bunga kamboja putih (*Plumeria acuminata*) dan kulit serta jantung pisang muli (*Musa acuminata*) menunjukkan aktivitas paling lemah terhadap *E. coli*, dengan zona hambat mendekati sedang. Namun, bunga kamboja putih lebih berpotensi sebagai antijamur. Aktivitas ekstrak tanaman dalam melawan bakteri bergantung pada zat metabolit sekunder. Senyawa ini meliputi alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, fenolik, dan terpenoid. Zat-zat

tersebut bekerja secara berbeda namun saling melengkapi. Mekanisme kerjanya yaitu merusak sel bakteri, mengubah protein, menghambat pembentukan DNA dan dinding sel, serta mengganggu fungsi sel. Perbedaan tingkat efektivitas antar ekstrak dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara profil kuantitatif dan kualitatif senyawa aktif, metode dan pelarut ekstraksi, serta karakteristik struktural dinding sel *E. coli* sebagai bakteri Gram-negatif yang secara inheren lebih tahan terhadap senyawa polar dari ekstrak tanaman dibandingkan bakteri Gram-positif.

Selain antibakteri, senyawa aktif dari sepuluh tanaman ini memiliki khasiat farmakologis lain. Khasiat ini sangat menarik. Termasuk antioksidan, antiinflamasi, antikanker, antijamur, dan antidiabetes. Tanaman ini juga baik untuk jantung. Dapat digunakan untuk mengatasi diare dan meningkatkan sistem imun. Hal ini membuka peluang untuk obat herbal. Obat herbal ini memiliki banyak kegunaan dan nilai tinggi. Namun, ada masalah keamanan untuk penggunaan jangka panjang. Terutama ekstrak tapak dara. Ekstrak ini mengandung alkaloid vinka yang beracun. Tanaman lain dengan tanin tinggi bisa menghambat penyerapan mineral. Tanin ini juga bisa merusak hati jika diminum terlalu banyak. Perbedaan jelas dalam metode penelitian, termasuk cara penyebaran, sumber dan standar isolat bakteri, rentang konsentrasi yang dicoba, serta sistem penilaian ketahanan, menjadi hambatan utama untuk perbandingan langsung yang akurat. Maka dari itu, riset lanjutan yang menggunakan prosedur standar yang sama, meliputi penelitian pemisahan senyawa aktif, uji MIC dan MBC (Konsentrasi Hambat Bakteri Minimum) yang seragam, studi lebih dalam tentang cara kerja pada tingkat molekul, serta pengujian toksisitas dan keamanan jangka panjang yang komprehensif, sangatlah penting untuk memastikan dan memperkuat potensi sepuluh jenis tumbuhan ini sebagai sumber antibakteri alami yang manjur dan aman dalam mengatasi masalah resistensi antibiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansah, N., Ifaya, M., & Fauziah, R. (2025). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Meistera chinensis Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan Jamur *Candida albicans*. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 4(2), 142–155. <https://doi.org/10.54883/JPMW.V4I2.313>
- Arta, T. K., & Ekarini, N. (2021). Pewarna alam dari Daun Kakao (*Theobroma cacao*) untuk Produk Fesyen Zero Waste Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik, 3(1), C.11 1-10. <https://proceeding.batik.go.id/index.php/SNBK/article/view/123>
- Astara Ginarana, 1518011167. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Formulasi Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap *Staphylococcus aureus*.
- Cushnie, T. P. T., Cushnie, B., & Lamb, A. J. (2014). Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 44(5), 377–386. <https://doi.org/10.1016/J.IJANTIMICAG.2014.06.001>
- Danciu, C., Vlaia, L., Fetea, F., Hancianu, M., Coricovac, D. E., Ciurlea, S. A., Șoica, C. M., Marincu, I., Vlaia, V., Dehelean, C. A., & Trandafirescu, C. (2015). Evaluation of phenolic profile, antioxidant and anticancer potential of two main representants of Zingiberaceae family against B164A5 murine melanoma cells. *Biological Research 2015 48:1*, 48(1), 1-. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-48-1>
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay: II. Novel Procedure Offering Improved Accuracy. *Applied Microbiology*, 22(4), 666. <https://doi.org/10.1128/AM.22.4.666-670.1971>
- Elhany, N. A., Rani, D. E. P., & Fatimah, S. (2024, June 1). Uji Sensitivitas Bakteri *Escherichia coli* terhadap Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.). *Biogenic: Jurnal Ilmiah Biologi*. *Jurnal Ilmiah Biologi*. <https://unars.ac.id/ojs/index.php/biogenic/article/view/4921>
- Fadlullah, A., & Natalia, T. (2026). Sistem Klasifikasi Citra Daun Obat Tradisional Dayak Kenyah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur MobileNetV2. *Infomatek*, 28(1), 121–128. <https://doi.org/10.23969/INFOMATEK.V28I1.36796>
- Fauzan, S., Ferialia Rahmadani, D., Shinta Devi, L., Akyun, Q., & Aulia, W. (2020). Pemberdayaan Masyarakat Desa Seketi Melalui Inovasi Olahan Jahe Merah 2(2).
- Fransisca, D., Kahanjak, D. N., & Frethernety, A. (2020a). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dengan metode difusi cakram Kirby-Bauer. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 2020(1), 460–470. <https://doi.org/10.36813/JPLB.4.1.460-470>
- Fransisca, D., Kahanjak, D. N., & Frethernety, A. (2020b). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun

- sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dengan metode difusi cakram Kirby-Bauer. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 2020(1), 460–470. <https://doi.org/10.36813/JPLB.4.1.460-470>
- Handrianto, P., & Surabaya, A. F. (2016). Uji Antibakteri Ekstrak Jahe Merah *Zingiber officinale* var. *Rubrum* terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Research and Technology*, 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.55732/JRT.V2I1.259>
- Hardiana, H., Safrida, Y. D., Adriani, A., & Azkia, H. (2024). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Tapak Dara (*Catharanthus roseus*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Sains Dan Kesehatan Darussalam*, 4(2), 99–106. <https://doi.org/10.56690/JSKD.V4I2.152>
- Hayati, A. R., Singkam, A. R., & Jumiarni, D. (2022). Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun *Theobroma cacao* L. terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Cakram. *Bioedusains : Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 5(1), 31–40. <https://doi.org/10.31539/BIOEDUSAINS.V5I1.3160>
- Kadek Yunita Sari, N., Lerin Sintia, P., Wayan Deswiniyanti, N., Agung Ayu Putri Permatasari, A., Studi Biologi, P., Kesehatan, F., & Universitas Dhyana Pura Bali, T. (2023). AKTIVITAS ANTIMIKROBA INFUSA DAN EKSTRAK BUNGA KAMBOJA PUTIH (*Plumeria acuminata*) SECARA IN VITRO. *Jurnal Kesehatan Terpadu*, 7(1). <https://doi.org/10.36002/JKT.V7I1.2495>
- Kemenkes RI. (2019). <https://www.kemkes.go.id/id/home>
- Kusuma, S. N. (2017). Kajian Daya Hambat Ekstrak Kulit dan Jantung Pisang Muli (*Musa acuminata*) sebagai Antimikroba alami dalam menurunkan cemaran *Escherichia coli* pada Daging Ayam (*Gallus domesticus*).
- Mufti, N., Bahar, E., & Arisanti, D. (2017). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Sawo terhadap Bakteri *Escherichia coli* secara In Vitro. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 6(2), 289–294. <https://doi.org/10.25077/JKA.V6I2.693>
- Musdalipah, M., Tee, S.A., Karmilah, K., Sahidin, S., Fristiohady, A., & Yodha, A.W.M. (2021). Total Phenolic and Flavonoid Content, Antioxidant, and Toxicity Test with BSLT of *Meistera chinensis* Fruit Fraction from Southeast Sulawesi. *Borneo Journal of Pharmacy*, 4(1), 6–15. <https://doi.org/10.33084/BJOP.V4I1.1686>
- Noviarni, I. (2023). Review Artikel: Potensi Ekstrak Daun Sungkai (*Peronema canescens* Jack.) sebagai Antioksidan. *JSSIT: Jurnal Sains Dan Sains Terapan*, 1(1). <https://doi.org/10.30631/JSSIT.V1I1.2>
- Novitasari, I., Linda, R., Kurniatuhadi, R., Tanjungpura, U., Prof, J., Nawawi, H., Laut, B., & Pontianak, K. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Sengkubak (*Pycnarrhena cauliflora*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Biologica Samudra*, 4(2), 116–122. <https://doi.org/10.33059/JBS.V4I2.5043>
- Rinanto Cipto Dwi Saputro, I., Purwanto, A., Studi Biologi, P., Pertanian, F., Etanol, E., Biji, J., Coli, E., & Silinder, D. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.) terhadap *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Silinder. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(6), 1900–1905. <https://doi.org/10.54371/JiIP.V5I6.659>
- Sartika, D., Herdiana, N., & kusuma, S.N. (2019). *Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit dan Jantung Pisang Muli (Musa Acuminata) terhadap Bakteri Escherichia coli*.
- Satyarsa, A. B. S. (2019). Potential Effects of Alkaloid vindolicine Substances in Tapak Dara Leafs (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) in Reducing Blood Glucose Levels. *Journal of Medicine and Health*, 2(4). <https://doi.org/10.28932/JMH.V2I4.1057>
- Sinaga, B., Sondak, E. S., & Ningsih, A. W. (2021, December). Pengaruh metode pengeringan terhadap kualitas simplisia Daun Jambu Biji Merah *Psidium guajava* L.). *Jurnal Jamu Kusuma*. <https://jurnaljamukusuma.com/index.php/jurnaljamukusuma/article/view/12/12>
- Studi, P., Kimia, T., Ahmad, P., Utoro, R., Permatasari, N. D., & Witoyo, J. E. (2024). Profil Fitokimia dan Bioaktivitas Ekstrak Daun Sawo : Sebuah Ulasan Ilmiah. *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, 5(2), 19–29. <https://doi.org/10.56444/CJCE.V5I2.5120>