

**UJI AKTIVITAS DAYA HAMBAT FRAKSI N-HEKSAN, ETIL
ASETAT, DAN BUTANOL BIJI MANGGA (*MANGIFERA
INDICA L.*) VARIETAS GEDONG GINCU DALAM
MENGHAMBAT AKTIVITAS BAKTERI
STAPHYLOCOCCUS AUREUS
ATCC 29213**

Aulia Ananta Nasution¹, Rama Samara Brajawikalpa^{2*}, Sri Marfuati³

Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati¹,

Departemen Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati^{2,3}

*Corresponding Author : ramasamara@gmail.com

ABSTRAK

Kandungan metabolit sekunder didalam biji mangga (*Mangifera indica L.*) varietas gedong gincu memiliki banyak potensi yang belum diteliti secara maksimal, salah satunya sebagai antibakteri yang berpotensi menjadi salah satu alternatif pengobatan antibakteri Sehingga, diperlukan skrining fitokimia dan mengetahui efektivitas dari fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol biji mangga (*Mangifera indica L.*) varietas gedong gincu dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. Penelitian eksperimental dengan rancangan *post-test only control group design*. Pembuatan konsentrasi dari fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol biji mangga (*Mangifera indica L.*) varietas Gedong Gincu (0,5%, 1%, 2%, 4%, dan 6%) diuji ke bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 menggunakan metode *pourplate* untuk mengetahui daya hambat bakteri, yang kemudian dilakukan analisis statistik menggunakan uji normalitas Shapiro Wilk, uji parametrik One Way ANOVA, dan uji lanjutan PosHoc LSD. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol yaitu, flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, saponin. Konsentrasi 6% dari masing-masing fraksi biji mangga (*Mangifera indica L.*) varietas gedong gincu memiliki rerata hasil *pourplate* yang signifikan dalam menghambat pertumbuhan bakteri ($p < 0,05$). Fraksi etil asetat biji mangga (*Mangifera indica L.*) varietas gedong gincu konsentrasi 6% memiliki daya hambat paling efektif dibandingkan dengan fraksi lainnya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213.

Kata kunci : antibakteri, biji mangga (*mangifera indica L.*) varietas gedong gincu, metabolit sekunder

ABSTRACT

The secondary metabolite content in Gedong Gincu Mango (*Mangifera indica L.*) seeds holds significant untapped potential, particularly as an promising antibacterial treatment. Therefore, it is necessary to screen phytochemicals and determine the effectiveness of the n-hexane, ethyl acetate, and butanol fractions of mango seeds (*Mangifera indica L.*) Gedong Gincu variety in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 bacteria. This was an experimental study with a post-test only control group design. Concentrations of n-hexane, ethyl acetate, and butanol fractions from Gedong Gincu mango (*Mangifera indica L.*) seeds (0.5%, 1%, 2%, 4%, and 6%) were evaluated against *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 using the pourplate method to ascertain its bacteriostatic efficacy, which was then subjected to statistical analysis using the Shapiro Wilk normality test. The secondary metabolite compounds identified in the n-hexane, ethyl acetate, and butanol fractions were flavonoids, alkaloids, tannins, steroids, and saponins. A 6% concentration of each mango seed fraction (*Mangifera indica L.*) Gedong Gincu variety showed a significant average pour plate result in inhibiting bacterial growth ($p < 0.05$). The ethyl acetate fraction of Gedong Gincu mango (*Mangifera indica L.*) seeds at a 6% concentration demonstrated the most effective inhibitory power compared to other fractions in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* ATCC 29213.

Keywords : secondary metabolites, mango seeds (*Mangifera indica L.*) gedong gincu variety, antibacterial

PENDAHULUAN

Penggunaan obat tradisional yang berasal dari alam di Indonesia telah dimanfaatkan oleh masyarakat sejak dahulu. Tanaman obat dan endofitnya diketahui merupakan salah satu sumber penghasil senyawa metabolit sekunder yang berpotensi dalam pengobatan tradisional.(Anggraito et al., 2018) Metabolit sekunder yang dihasilkan berfungsi untuk mensintesis molekul organik yang bersifat sangat spesifik dalam hal pertahanan tumbuhan terhadap patogen. Beberapa senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada tumbuhan yaitu flavonoid, alkaloid, saponin, fenol, tanin, steroid, dan triterpenoid.(I. I. Putri & Chatri, 2024) Selain itu senyawa metabolit sekunder juga memiliki dampak untuk kesehatan, yaitu memiliki potensi sebagai antimikroba dan juga antifungi ataupun sebagai pengobatan dalam penyembuhan berbagai penyakit lainnya.(I. I. Putri & Chatri, 2024; Tiyas et al., 2021)

Penyakit infeksi masih menjadi kendala, terutama dibidang kesehatan terutama di negara-negara berkembang dan maju. Kematian yang dikaitkan dengan 33 patogen bakteri mencakup 13,6% dari seluruh kematian di seluruh dunia dan 56,2% dari seluruh kematian yang disebabkan oleh infeksi dan berkembang menjadi sepsis.(Ikuta et al., 2022) Salah satu bakteri penyebab infeksi tersering di dunia adalah bakteri *Staphylococcus aureus*. Masalah utama yang terjadi pada saat ini adalah tingginya angka resistensi antibiotik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.(Xie et al., 2015; Zahki, 2023) Selama seratus tahun terakhir, klon *Staphylococcus aureus* baru dan jenis resistensi antibiotik baru muncul, diantaranya *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) yang merupakan infeksi bakteri yang sangat berbahaya yang dapat menyebabkan kematian.(Chambers & Fowler, 2024; Hasanpour et al., 2023) Hampir semua penelitian yang ada menunjukkan bahwa prevalensi MRSA di Indonesia berkisar antara 0,3% hingga 52%.(Syahniar et al., 2020)

Antibiotik merupakan obat untuk mengatasi infeksi bakteri, contoh seperti loxacillin, dicloxacillin, dan eritromisin sering digunakan sebagai pengobatan untuk infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*. Resistensi bisa terjadi sebagai akibat dari penggunaan antibiotik yang tidak tepat, dan untuk mencegah peningkatan angka resistensi, perlu adanya suatu pengobatan dengan menggunakan senyawa antibakteri yang berasal dari komponen senyawa metabolit sekunder yang berasal dari bahan herbal sebagai alternatif terapi.(Wikananda et al., 2019) Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan tanaman yang sering dijumpai di Indonesia. Pada tahun 2023, Indonesia memproduksi sebanyak 3.302.620 ton mangga (*Mangifera indica* L.), Jawa Barat sendiri memproduksi sebanyak 438.295 ton mangga (*Mangifera indica* L.) dan menempati urutan ke-3 sebagai produsen mangga terbesar di Indonesia, salah satunya adalah varietas Gedong Gincu.(Badan Pusat Statistik, 2024) Masyarakat pada umumnya memanfaatkan mangga sebagai buah untuk dikonsumsi dagingnya, sedangkan bagian lain dari mangga terbuang begitu saja dan tidak dimanfaatkan, contohnya biji mangga, padahal terdapat penelitian yang menyebutkan bahwa biji mangga (*Mangifera indica* L.) memiliki potensi untuk dijadikan antibakteri karena dinyatakan memiliki kandungan flavonoid.(Indah Safitri et al., 2023)

Dengan adanya hasil penelitian tersebut, biji mangga memiliki peluang untuk dimanfaatkan daripada dibuang begitu saja menjadi limbah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Shamsudin pada tahun 2022 didapatkan bahwa flavonoid dikenal sebagai agen antibakteri terhadap berbagai mikroorganisme patogen karena potensinya sebagai pengganti antibiotik. Hal tersebut dikarenakan flavonoid yang dapat melemahkan dinding bakteri dengan sifat amfifilik yang dimilikinya.(Shamsudin et al., 2022) Penelitian lain yang dilakukan oleh Zaki, Muhammad pada tahun 2023 menyimpulkan bahwa senyawa metabolit sekunder seperti saponin dan tannin pun dapat mencegah perkembangan bakteri.(Zahki, 2023) Oleh karena itu, diperlukan analisis metabolit sekunder fraksi biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213.

METODE

Penelitian ini merupakan eksperimental murni (*true experimental*) yang memiliki variabel bebas dan terikat, kelompok kontrol, dan pengambilan sampel secara acak. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati pada bulan Februari 2025 hingga Juni 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah semua jenis biji mangga. Peneliti menetapkan biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu sebagai sampel penelitian. Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) yang digunakan pada penelitian ini telah dilakukan identifikasi taksonomi di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang dengan nomor surat 254/UN.37/SHP/Lab.TaksonomiTumbuhan/VI/2025, berdasarkan hasil taksonominya, tanaman yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu.

Penentuan sampel dilakukan dengan teknik *simple random sampling*, yaitu sistem pengambilan sampel secara acak. Data hasil penelitian yang diperoleh, diolah datanya secara statistik dengan menggunakan program komputer SPSS menggunakan uji normalitas Shapiro Wilk yang menunjukkan data berdistribusi normal (>0.05), lalu diuji One Way ANOVA untuk menganalisis daya hambat dari masing-masing konsentrasi variabel. Setelahnya, dilakukan uji lanjutan Post Hoc LSD (*Least Significant Difference*) untuk mencari konsentrasi paling signifikan dari ketiga fraksinasi biji mangga (*Mangifera indica* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. Penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan etik (*Ethical Clearance*) dari Komisi Etika Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati pada tanggal 24 Februari 2025 dengan nomor surat 23/EC/FKUGJ/II/2025. Setelah persetujuan etik keluar, dan sudah memperoleh izin penelitian di Laboratorium Riset Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati pada tanggal 7 Februari 2025 dengan nomor surat 74.06/FK/II/2025 dalam melakukan penelitian.

HASIL

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 dengan konsentrasi masing-masing kelompok fraksi 0,5%, 1%, 2%, 4%, dan 6%. Isolat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 berasal dari Laboratorium Mikrobiologi RS Gunung Jati Cirebon dan sudah melalui uji QC di tempat yang sama. Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) telah dilakukan identifikasi taksonomi di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang dengan nomor surat 254/UN.37/SHP/Lab.TaksonomiTumbuhan/VI/2025, berdasarkan hasil taksonominya, tanaman yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu.

Bahan yang dibutuhkan untuk membuat fraksi diperoleh dari 20.000 gram buah mangga (*Mangifera indica* L.), kemudian didapatkan biji buah mangga sebesar 1.030 gram dikeringkan dibawah sinar matahari. Hasil pengeringan biji mangga diperoleh sebanyak 532 gram, kemudian dihaluskan diperoleh 507 gram serbuk kering biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu dimaserasi menggunakan etanol 70% diperoleh ekstrak kental sebesar 105 gram dengan nilai rendeman 20,71%. Total fraksi n-heksan yang diperoleh sebesar 9 gram dengan nilai rendemen 1,77%, fraksi etil asetat sebesar 56 gram dengan nilai rendemen 11,04%, dan fraksi butanol sebesar 34 gram dengan nilai rendemen 6,70%. Konsistensi kental berwarna coklat muda untuk fraksi n-heksan, coklat pekat untuk fraksi etil asetat, dan coklat kekuningan untuk fraksi butanol.

Tabel 1. Rendemen Hasil Ekstraksi dan Fraksinasi Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

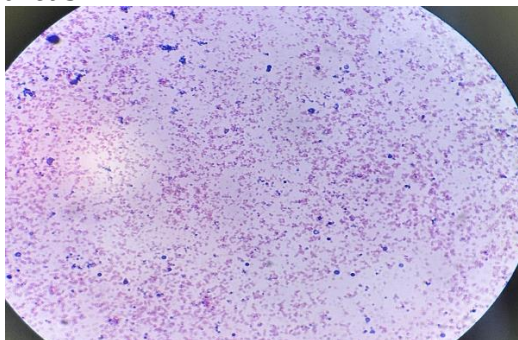
Berat Sampel (gr)	Berat Serbuk (gr)	Berat Ekstrak (gr)	Rendemen Ekstrak (%)	Rendemen Fraksinasi (%)		
				N-Heksan	Etil Asetat	Butanol
532	507	105	20,71	1,77	11,04	6,70

Setelah seluruh proses fraksinasi selesai dilanjutkan dengan uji antibakteri dari masing - masing fraksi yang telah dikelompokkan berdasarkan konsentrasinya dan pengujian skrining fitokimia. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol kulit mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu diketahui melalui uji kualitatif skrining fitokimia dengan hasil sebagai berikut.

Mikroskopis Bakteri

Mikroskopis bakteri adalah melakukan pengamatan bakteri yang bertujuan untuk mengetahui morfologi bakteri menggunakan alat mikroskop.

Bakteri *Staphylococcus Aureus*



Gambar 1. *Staphylococcus Aureus* ATCC 29213 dengan Pewarnaan Gram pada Mikroskop Binokular Pembesaran 1000x

Staphylococcus aureus adalah bakteri aerob yang menunjukkan warna ungu pada hasil pewarnaan Gram sehingga dapat dikatakan bakteri Gram positif. Berdasarkan hasil QC Laboratory Report dari RSUD Gunung Jati Cirebon, Bakteri yang digunakan pada penelitian ini teridentifikasi sebagai *Staphylococcus aureus* ATCC 29213.

Hasil Uji Skrining Fitokimia Fraksi n-Heksan, Etil Asetat dan Butanol Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Uji kualitatif skrining fitokimia ini bertujuan untuk mengidentifikasi masing-masing metabolit sekunder yang terkandung dalam fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol. Hasil uji skrining fitokimia biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu memberikan hasil seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Uji Skrining Fitokimia Fraksinasi Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

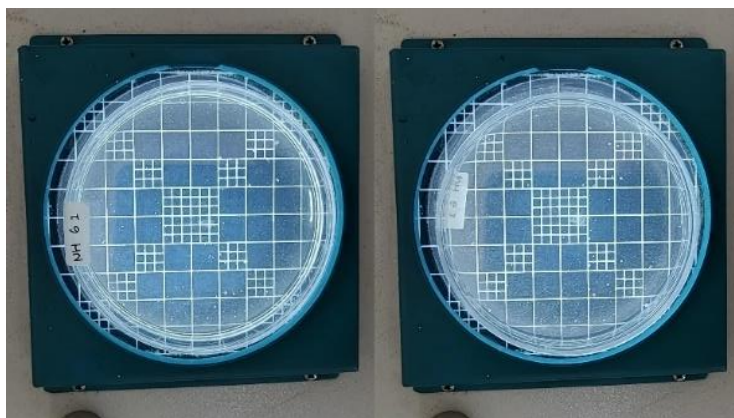
Berdasarkan hasil uji kualitatif fitokimia fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu ditampilkan pada Tabel 4. Fraksi n-heksan yang bersifat non polar mampu menarik senyawa-senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, dan saponin. Fraksi etil asetat yang bersifat semi polar mampu menarik senyawa baik polar maupun non polar berupa flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, dan saponin, sedangkan fraksi butanol yang memiliki sifat polar mampu menarik senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, dan saponin. Kemudian dari masing-masing fraksi dilakukan uji antibakteri berdasarkan kelompok konsentrasi yang telah ditentukan.

Tabel 2. Hasil Uji Skrining Fitokimia Fraksi N-Heksan, Etil Asetat dan Butanol

Metabolit Sekunder	Pereaksi	Hasil Uji			Teknik Analisis
		n-Heksan	Etil Asetat	Butanol	
Flavonoid	HCL pekat+Mg	–	+	+	merah
Alkaloid	Dragendrouf	+	+	+	Endapan coklat-hitam
	Mayer	–	–	–	Endapan putih
	Wagner	–	+	+	Endapan kuning
	Bhaucardat	–	+	+	Endapan coklat-hitam
Tanin	FeCl ₃	+	+	+	Biru tua/ hijau kehitaman
Steroid	Eter+As. asetat	–	–	–	Hijau
Triterpenoid	anhidrat+H ₂ S O ₄	+	+	+	Merah/ ungu
Saponin	HCL2N	+	+	+	Buih
Fenolik	FeCl ₃	–	+	+	Merah

Hasil Persentase Uji Daya Hambat Fraksi n-Heksan Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Setelah dilakukan inkubasi selama 24 jam, sampel yang berada didalam petridish, dilakukan pengujian daya hambat. Pengujian antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 yang telah dikultur pada media MHA dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan, dan dihitung pertumbuhan koloni bakteri menggunakan alat *colony counter*. Setiap kelompok perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 1. Uji Daya Hambat Menggunakan Metode Pourplate dengan Fraksinasi n-Heksan Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Setelah dilakukan inkubasi selama 24 jam, setiap kelompok perlakuan menghasilkan koloni bakteri dengan jumlah yang berbeda. Hasil yang diperoleh melalui pengujian daya hambat dengan metode *pourplate* menunjukkan bahwa koloni bakteri *Staphylococcus aureus*

ATCC 29213 yang terdapat di cawan petri semakin sedikit seiring dengan bertambah besarnya konsentrasi fraksinasi yang diberikan.

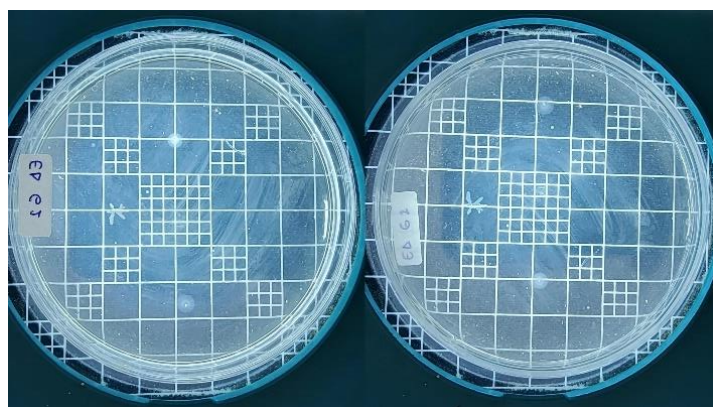
Tabel 3. Hasil Hitung Colony Counter Fraksi n-Heksan

Kelompok	Hasil Hitung Colony Counter			Rerata Colony Counter (CFU/mL)	Persentase Daya Hambat
	I	II	III		
KK (-)	1176	1238	1203	1205,66	0,00%
P1	1168	1149	1132	1149,66	4,65%
P2	1057	1047	1041	1048,33	13,05%
P3	1011	1032	994	1012,33	16,04%
P4	937	959	976	957,33	20,60%
P5	507	478	489	491,33	59,25%

Keterangan: KK(-) (Kelompok kontrol negatif); P1 (fraksi n-Heksan 0,5%); P2 (fraksi n-Heksan 1%); P3 (fraksi n-Heksan 2%); P4 (fraksi n-Heksan 4%); dan P5 (fraksi n-heksan 6%)

Hasil Persentase Uji Daya Hambat Fraksi Etil Asetat Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Setelah dilakukan inkubasi selama 24 jam, sampel yang berada didalam petridish, dilakukan pengujian daya hambat. Pengujian antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 yang telah dikultur pada media MHA dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan, dan dihitung pertumbuhan koloni bakteri menggunakan alat colony counter. Setiap kelompok perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 4. Uji Daya Hambat Menggunakan Metode Pourplate dengan Fraksinasi Etil Asetat Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Tabel 4. Hasil Hitung Colony Counter Fraksi Etil Asetat

Kelompok	Hasil Hitung Colony Counter			Rerata Colony Counter (CFU/mL)	Persentase Daya Hambat
	I	II	III		
KK (-)	1176	1238	1203	1205,66	0,00%
P6	1152	1149	1159	1153,33	4,35%
P7	976	978	981	978,33	18,86%
P8	735	773	749	752,33	37,61%
P9	430	421	427	429,33	64,40%
P10	338	340	345	341,00	71,72%

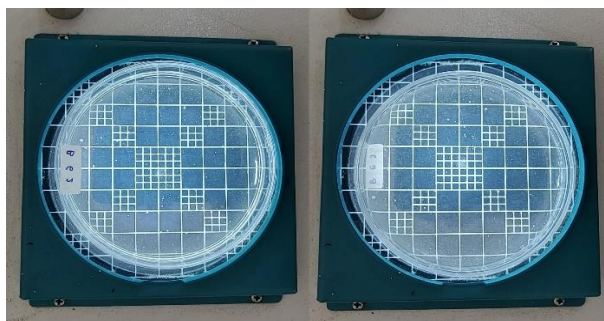
Keterangan: KK(-) (kelompok kontrol negatif); P6 (fraksi etil asetat 0,5%); P7 (fraksi etil asetat 1%); P8 (fraksi etil asetat 2%); P9 (fraksi etil asetat 4%); dan P10 (fraksi etil asetat 6%)

Setelah dilakukan inkubasi selama 24 jam, setiap kelompok perlakuan menghasilkan koloni bakteri dengan jumlah yang berbeda. Hasil yang diperoleh melalui pengujian daya hambat dengan metode *pourplate* menunjukkan bahwa koloni bakteri *Staphylococcus aureus*

ATCC 29213 yang terdapat di cawan petri semakin sedikit seiring dengan bertambah besarnya konsentrasi fraksinasi yang diberikan.

Hasil Persentase Uji Daya Hambat Fraksi Butanol Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Pengujian antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 yang telah dikultur pada media MHA dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan, dan dihitung pertumbuhan koloni bakteri menggunakan alat *colony counter*. Setiap kelompok perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 2. Uji Daya Hambat Menggunakan Metode Pourplate dengan Fraksinasi Butanol Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Tabel 5. Hasil Hitung Colony Counter Fraksi Butanol

Kelompok	Hasil Hitung Colony Counter			Rerata Colony Counter (CFU/mL)	Persentase Daya Hambat
	I	II	III		
KK (-)	1176	1238	1203	1205,66	0,00%
P11	1137	1161	1156	1151,33	4,51%
P12	993	977	958	976,00	19,05%
P13	867	943	881	897,00	25,61%
P14	658	643	633	641,33	46,81%
P15	450	483	478	470,33	60,99%

Keterangan: KK(-) (kelompok kontrol negatif); P11 (fraksi butanol 0,5%); P12 (fraksi butanol 1%); P13 (fraksi butanol 2%); P14 (fraksi butanol 4%); dan P15 (fraksi butanol 6%)

Setelah dilakukan inkubasi selama 24 jam, setiap kelompok perlakuan menghasilkan koloni bakteri dengan jumlah yang berbeda. Hasil yang diperoleh melalui pengujian daya hambat dengan metode *pourplate* menunjukkan bahwa koloni bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 yang terdapat di cawan petri semakin sedikit seiring dengan bertambah besarnya konsentrasi fraksinasi yang diberikan.

Hasil Analisis Persentase Daya Hambat Fraksi n-Heksan, Etil Asetat dan Butanol Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* ATCC 29213

Hasil *pourplate* yang didapatkan dari masing-masing fraksi di uji dengan Shapiro Wilk dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 6. Analisis Uji Daya Hambat Fraksi N-Heksan Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Kelompok Perlakuan	Sig.	Keterangan
KK (-)	0,858	NORMAL
P1	0,939	
P2	0,726	
P3	0,884	

P4	0,859
P5	0.736

Tabel 7. Analisis Uji Daya Hambat Fraksi Etil Asetat Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Kelompok Perlakuan	Sig.	Keterangan
KK (-)	0,858	NORMAL
P6	0,567	
P7	0,780	
P8	0,712	
P9	0,637	
P10	0,537	

Tabel 8. Analisis Uji Daya Hambat Fraksi Butanol Biji Mangga (*Mangifera Indica* L.) Varietas Gedong Gincu

Kelompok Perlakuan	Sig.	Keterangan
KK (-)	0,858	NORMAL
P11	0,380	
P12	0,906	
P13	0,332	
P14	0,780	
P15	0,269	

Berdasarkan tabel 6, tabel 7, dan tabel 8, dilakukan uji normalitas pada daya hambat KK (-), P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, dan P15 data terdistribusi normal karena *p value significant* ($>0,05$). Kemudian dilakukan uji One Way ANOVA untuk menganalisis daya hambat dari masing-masing konsentrasi variabel.

Tabel 9. Analisis Perbedaan Rerata Bakteri yang Tumbuh pada Konsentrasi Fraksinasi N-Heksan

Kelompok	Daya Hambat			Rerata	F	Sig.
	I	II	III			
KK (-)	1176	1238	1203	1205,66	504,928	0,000
P1	1168	1149	1132	1149,66		
P2	1057	1047	1041	1048,33		
P3	1011	1032	994	1012,33		
P4	937	959	976	957,33		
P5	507	478	489	491,33		

Tabel 10. Analisis Perbedaan Rerata Bakteri yang Tumbuh pada Konsentrasi Fraksinasi Etil Asetat

Kelompok	Daya Hambat			Rerata	F	Sig.
	I	II	III			
KK (-)	1176	1238	1203	1205,66	1728,992	0,000
P6	1152	1149	1159	1153,33		
P7	976	978	981	978,33		
P8	735	773	749	752,33		
P9	430	421	427	426,00		
P10	338	340	345	341,00		

Hasil uji One Way ANOVA diperoleh *p value significant* (<0.05) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rerata daya hambat pada masing-masing konsentrasi fraksi biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. Kemudian, dilakukan uji lanjutan Pos Hoc LSD untuk

mencari konsentrasi paling signifikan dari ketiga fraksinasi biji mangga (*Mangifera indica* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213.

Tabel 11. Analisis Perbedaan Rerata Bakteri yang Tumbuh pada Konsentrasi Fraksinasi Butanol

Sig.	Daya Hambat			Rerata	F	
	I	II	III			
KK (-)	1176	1238	1203	1205,66	418,156	0,000
P11	1137	1161	1156	1151,33		
P12	993	977	958	976,00		
P13	867	943	881	897,00		
P14	658	643	633	644,66		
P15	450	483	478	470,33		

Tabel 12. Perbedaan Konsentrasi Fraksinasi n-Heksan Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* ATCC 29213 dengan Uji Statistik Pos Hoc LSD

Fraksi	Perlakuan	Perlakuan	Mean Difference	Sig.
n-Heksan	KK(-)	0,5%	56.00	0,004
		1%	157.33	0,000
		2%	193.33	0,000
		4%	248.33	0,000
		6%	714.33	0,000

Tabel 13. Perbedaan Konsentrasi Fraksinasi Etil Asetat Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* ATCC 29213 dengan Uji Statistik Pos Hoc LSD

Fraksi	Perlakuan	Perlakuan	Mean Difference	Sig.
Etil Asetat	KK(-)	0,5%	52.33	0,001
		1%	227.33	0,000
		2%	453.33	0,000
		4%	779.66	0,000
		6%	864.66	0,000

Tabel 14. Perbedaan Konsentrasi Fraksinasi Butanol Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* ATCC 29213 dengan Uji Statistik Pos Hoc LSD

Fraksi	Perlakuan	Perlakuan	Mean Difference	Sig.
Butanol	KK(-)	0,5%	54.33	0,018
		1%	229.66	0,000
		2%	308.66	0,000
		4%	561.00	0,000
		6%	735.33	0,000

Tabel 15. Perbedaan Fraksi n-Heksan, Etil Asetat dan Butanol Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* ATCC 29213 dengan Uji Statistik Pos Hoc LSD

Kelompok (I)	Kelompok (J)	Mean Difference	Sig.
n-Heksan	Etil Asetat	150.33	.000
	Butanol	21.00	.105
Etil Asetat	n-Heksan	-150.33	.000
	Butanol	-129.33	.000
Butanol	n-Heksan	-21.00	.105
	Etil Asetat	129.33	.000

Berdasarkan tabel 12, tabel 13 dan tabel 14 dapat dilihat bahwa *mean difference* dari hasil uji Pos Hoc LSD paling tinggi dari setiap fraksi dihasilkan oleh konsentrasi 6% pada fraksi n-heksan, etil asetat, dan butanol. Selanjutnya dilakukan kembali uji Pos Hoc LSD konsentrasi 6% dari setiap fraksi untuk menentukan *mean difference* tertinggi dari ketiga fraksinasi.

Didapatkan hasil *mean difference* tertinggi dihasilkan oleh fraksi etil asetat biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu yang dapat dilihat pada Tabel 15.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa konsentrasi 0,5% merupakan konsentrasi dengan persentase daya hambat terkecil dan konsentrasi 6% sebagai pemilik persentase daya hambat terbesar. Dapat dikatakan, meningkatnya persentase daya hambat yang dihasilkan berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi larutan uji yang digunakan. Dikarenakan, meningkatnya konsentrasi mengartikan senyawa yang terkandung didalamnya lebih banyak. (Peleg, 2020) Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Citraningsih pada tahun 2024 yang menyebutkan bahwa hasil tersebut dipengaruhi oleh kandungan senyawa antibakteri yang terkandung pada zat uji. (Citraningsih et al., 2024) Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan fraksi etil asetat paling baik dalam menghambat pertumbuhan koloni bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. Hal tersebut diketahui berdasarkan hasil uji fitokimia dan tingginya potensi fraksi etil asetat berdasarkan kandungan senyawa yang dimiliki.

Metabolit sekunder yang terkandung di dalam fraksi etil asetat biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu berdasarkan analisis fitokimia pada penelitian ini, yaitu berupa flavonoid, alkaloid, tanin, triterpenoid, dan fenol. Aktivitas antibakteri yang dihasilkan oleh fraksi etil asetat biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu berkaitan dengan tingkat kepolaran etil asetat yang mampu menarik senyawa polar maupun nonpolar. (Yani et al., 2023) Sehingga, menyebabkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada fraksi etil asetat lebih banyak dibandingkan pada fraksi butanol dan fraksi n-heksan. (Edison et al., 2020; Landi Pote et al., 2024) Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa fraksi etil asetat dapat menarik senyawa metabolit sekunder lebih banyak dibandingkan fraksi butanol dan fraksi n-heksan. (F. E. Putri et al., 2023) Penelitian lainnya menunjukkan hasil sama, yaitu fraksi etil asetat menunjukkan penghambatan bakteri paling signifikan. (Octaviani, 2022) Dalam penghambatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, peran metabolit sekunder seperti flavonoid dan alkaloid, memiliki mekanisme kerja sehingga menciptakan efek antibakteri. Flavonoid merupakan senyawa yang bersifat polar karena memiliki gugus hidroksil yang tersubstitusi, dan dapat juga berupa senyawa yang bersifat nonpolar sehingga flavonoid dapat ditarik dengan pelarut nonpolar seperti n-Heksan. (Lee et al., 2025; Pucker & Selmar, 2022) Flavonoid memiliki mekanisme kerja dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler yang mengganggu integritas membran sel bakteri yang menyebabkan keluarnya senyawa intra seluler bakteri. (Saptowo et al., 2022) Selain itu, flavonoid mampu menghambat sintesis asam nukleus, mengidentifikasi quorum, yang mengakibatkan terganggunya pembentukan biofilm bakteri, menghambat sintesis *fatty acid* dan peptidoglikan, menghambat *cytochrome*, menghambat *peptidoglycan cross-linking*, menghambat sintesis ADP menjadi ATP. (Górniak et al., 2019) Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa flavonoid memiliki aktivitas sebagai antibakteri di kadar konsentrasi 50% dan 100%. (Rohama et al., 2023)

Alkaloid terdiri atas atom nitrogen pada bagian sikliknya dan berikatan dengan gugus amina, amida, fenol, dan metoksi sehingga dapat ditarik oleh senyawa polar ataupun nonpolar. (Edison et al., 2020) Diketahui dari penelitian sebelumnya bahwa alkaloid mampu merusak dinding sel bakteri yang membuatnya menjadi salah satu metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antibakteri. (Yan et al., 2021) Alkaloid dapat mengganggu membran sel, memengaruhi fungsi DNA, dan menghambat sintesis protein bakteri. (Yan et al., 2021) Selain itu, diketahui bahwa Alkaloid mampu menghambat pertumbuhan bakteri melalui berbagai

mekanisme, termasuk penghambatan sintesis asam nukleat dan protein bakteri, modifikasi permeabilitas membran sel bakteri ataupun merusak membran sel yang mengakibatkan bakteri lisis.(Zhang et al., 2020) Penelitian yang dilakukan oleh Louradebi pada tahun 2020 mengonfirmasi bahwa Alkaloid memiliki aktivitas antibakteri pada konsentrasi 10%.(Louradebi Kapondo & Jayanti, 2020)

Berdasarkan struktur kimianya, Tanin diklasifikasikan menjadi dua, yaitu tanin terhidrolisis sehingga dapat larut dalam air dan tanin terkondensasi yang tidak larut dengan air.(Sunani & Hendriani, 2023) Diketahui bahwa Tanin merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang mempunyai kemampuan sebagai antibakteri.(Makatamba et al., 2020) Interaksi Tanin dengan protein pada membran bakteri, diketahui dapat menimbulkan perubahan permeabilitas membran sel bakteri yang mengakibatkan kematian bakteri. Selain itu, tanin dapat menyebabkan penipisan biofilm yang diproduksi oleh bakteri melalui pemecahan lapisan peptidoglikan.(Farha et al., 2020) Penelitian yang dilakukan oleh Makatamba pada tahun 2020 menyimpulkan bahwa tanin terbukti memiliki aktivitas penghambatan bakteri.(Makatamba et al., 2020)

Senyawa saponin juga diketahui memiliki efek antibakteri.(Nguyen et al., 2020) Saponin adalah golongan senyawa amfifilik glikosida bebas nitrogen yang terdiri dari berbagai gugus gula yang terikat pada triterpen atau aglikon steroid sebagai gugus hidrofiliknya, sehingga saponin dapat ditarik dengan larutan polar maupun nonpolar.(Lin et al., 2025) Diketahui bahwa aktivitas antibakteri saponin bergantung pada gugus gula yang melekat pada aglikonnya.(Li & Monje-Galvan, 2023) Fungsi saponin sebagai antibakteri adalah dengan menurunkan tegangan dinding sel bakteri yang menyebabkan peningkatan penetrasi sehingga menyebabkan campuran intraseluler bakteri menjadi berdifusi keluar melalui dinding sel dan kemudian berikatan dengan lapisan sitoplasma sehingga mengganggu dan menurunkan stabilitas sel.(Aulia et al., 2023) Berdasarkan penelitian yang dilakukan Alina pada tahun 2023, saponin terbukti memiliki efek antibakteri.(Alina et al., 2023) Triterpenoid, merupakan salah satu metabolit sekunder yang terbukti memiliki aktivitas sebagai antibakteri.(Dwi Wulansari et al., 2020) Terpenoid dapat ditarik menggunakan pelarut non-polar atau polar.(Mierza et al., 2023) Sebagai senyawa dengan aktivitas antibakteri, triterpenoid mampu menurunkan tegangan pada permukaan sel yang menyebabkan bakteri lisis.(Efendi et al., 2023) Penelitian yang dilakukan oleh Muhaimin pada tahun 2021, menyimpulkan triterpenoid memiliki efek antibakteri.(Muhaimin et al., 2021)

Selain flavonoid, alkaloid, tanin, triterpenoid, dan saponin, senyawa fenolik juga memiliki aktivitas antibakteri.(C. N. Putri et al., 2022) Fenolik mampu mengubah struktur dan morfologi sel yang menyebabkan ketidakseimbangan dalam metabolisme bakteri. Dengan adanya gugus hidroksil, senyawa fenolik dapat berinteraksi pada beragam lokasi didalam sel yang mengganggu fungsi metabolisme bakteri.(Lobiuc et al., 2023) Penelitian yang dilakukan oleh Popovici pada tahun 2022 membuktikan bahwa fenolik memiliki kemampuan antibakteri, yang diperkuat juga oleh penelitian yang dilakukan oleh Kauffmann pada tahun 2023 mengenai efek antibakteri yang dimiliki oleh senyawa fenolik.(Kauffmann & Castro, 2023; Popovici et al., 2022) Mekanisme antibakteri yang dihasilkan oleh senyawa metabolit sekunder; flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, dan saponin pada Fraksi etil asetat biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu adalah dengan menghambat sintesis asam nukleus, mengganggu pembentukan biofilm dan mengganggu metabolisme bakteri. Sehingga, dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa fraksi etil asetat biji mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong gincu konsentrasi

6% memiliki daya hambat yang paling besar terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 dibandingkan dengan fraksi lainnya. Sehingga, dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini. Apresiasi yang sama juga untuk orangtua peneliti dan semua pihak yang terlibat dalam proses penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Alina, P., Kiełb Ewa, P., & František, Z. (2023). *Antimicrobial activity of saponin-containing plants: review. Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 12(2), 121–127. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2023.12.00336>
- Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Lisdiana, WH, N., Habibah, N. A., & Bintari, S. H. (2018). Metabolit Sekunder Dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Aulia, D. U., Hidayati, A. R., & Suryani, D. (2023). *Antibacterial Activity of Metanol Extract and n-Butanol Fraction of Euphorbia milii Leaves Against Staphylococcus aureus*. Jurnal Biologi Tropis, 23(1), 315–323. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.6154>
- Badan Pusat Statistik. (2024, June 10). Produksi Tanaman Buah-buahan, 2021-2023. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Chambers, H. F., & Fowler, V. G. (2024). *Intertwining clonality and resistance: Staphylococcus aureus in the antibiotic era*. In *The Journal of clinical investigation* (Vol. 134, Issue 19). <https://doi.org/10.1172/JCI185824>
- Citraningsih, N. P. D., Sianturi, S., & Taufiqurrahman, M. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sirih Cina (*Peperomia pellucida* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 49907 Penyebab Infeksi Saluran Kemih. *Pharmaceutical Journal Of Islamic Pharmacy*, 8(2), 91–106. <https://doi.org/10.21111/pharmasisipha.v8i2>
- Dwi Wulansari, E., Lestari, D., & Asma Khoirunissa, M. (2020). Kandungan Terpenoid Dalam Daun Ara (*Ficus carica* L.) Sebagai Agen Antibakteri Terhadap Bakteri Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *PHARMACON*, 9(2), 219–225.
- Edison, Diharmi, A., Muji Ariani, N., & Ilza, M. (2020). Komponen Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Sargassum plagyophyllum. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 58–66.
- Efdi, M., Arifin, B., & Alfarisyi, M. I. (2023). Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Dari Fraksi Aktif Antibakteri Pada Tumbuhan Sirih Merah (*Piper porphyrophyllum*). *Jurnal Kimia Unand*, 12, 1–7.
- Farha, A. K., Yang, Q. Q., Kim, G., Li, H. Bin, Zhu, F., Liu, H. Y., Gan, R. Y., & Corke, H. (2020). *Tannins As An Alternative To Antibiotics*. *Food Bioscience*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100751>
- Górniak, I., Bartoszewski, R., & Króliczewski, J. (2019). *Comprehensive Review of Antimicrobial Activities of Plant Flavonoids*. *Phytochemistry Reviews*, 18(1), 241–272. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9591-z>
- Hasanpour, A. H., Sepidarkish, M., Mollalo, A., Ardekani, A., Almukhtar, M., Mechaal, A., Hosseini, S. R., Bayani, M., Javanian, M., & Rostami, A. (2023). *The global prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus colonization in residents of elderly care centers: a systematic review and meta-analysis*. In *Antimicrobial Resistance and Infection*

- Control* (Vol. 12, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13756-023-01210-6>
- Ikuta, K. S., Swetschinski, L. R., Robles Aguilar, G., Sharara, F., Mestrovic, T., Gray, A. P., Davis Weaver, N., Wool, E. E., Han, C., Gershberg Hayoon, A., Aali, A., Abate, S. M., Abbasi-Kangevari, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abd-Elsalam, S., Abebe, G., Abedi, A., Abhari, A. P., Abidi, H., ... Naghavi, M. (2022). *Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019*. *The Lancet*, 400(10369), 2221–2248. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)02185-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02185-7)
- Indah Safitri, E., Anggraeni, S., Nugroho Utomo, A., Nisa Hidayati, D., Studi Farmasi, P., Ilmu Kesehatan, F., Malahayati, U., Lampung, B., Farmasi, F., Studi Sarjana Farmasi, P., Wahid Hasyim, U., & Farmasi, B. (2023). Perbandingan Kadar Flavonoid dan Fenolik Ekstrak Etanol Kulit dan Biji Mnagga (*Mangifera indica* L.) Varietas Arummanis dan Manalagi. *MEDFARM: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 12(1), 19–29.
- Kauffmann, A. C., & Castro, V. S. (2023). *Phenolic Compounds in Bacterial Inactivation: A Perspective from Brazil*. *Antibiotics*, 12(4), 2–24. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12040645>
- Landi Pote, L., M. Taek, M., Nadut, A., & Latumakulita, G. (2024). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kadar Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Lino (*Grewia koordersiana* Burret). *Akta Kimia Indonesia*, 9(1), 71–90. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v5i2.7962>
- Lee, H., Lee, S. B., Park, S., Song, J., & Kim, B. G. (2025). *Biochemical Evaluation of Molecular Parts For Flavonoid Production Using Plant Synthetic Biology*. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1528122>
- Li, J., & Monje-Galvan, V. (2023). *In Vitro and In Silico Studies of Antimicrobial Saponins: A Review*. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 11(10), 1–17. <https://doi.org/10.3390/pr11102856>
- Lin, J., Jiao, G., & Kermanshahi-Pour, A. (2025). *Extraction of Bioactive Saponins from Cucumaria frondosa Viscera: Supercritical CO₂-Ethanol Synergy for Sequential Extraction of Bioactive Saponins from Cucumaria frondosa Viscera: Supercritical CO₂-Ethanol Synergy for Enhanced Yields and Antioxidant Performance*. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 23(272), 1–19. <https://doi.org/10.3390/md23070272>
- Lobiuc, A., Pavăl, N. E., Mangalagiu, I. I., Gheorghită, R., Teliban, G. C., Amăriucăi-Mantu, D., & Stoleru, V. (2023). *Future Antimicrobials: Natural and Functionalized Phenolics*. *Molecules*, 28(3), 1–16. <https://doi.org/10.3390/molecules28031114>
- Louradebi Kapondo, G., & Jayanti, M. (2020). Isolasi, Identifikasi Senyawa Alkaloid Dan Uji Efektivitas Penghambatan Dari Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *EBiomedik*, 8(2), 180–186. <https://doi.org/10.35790/ebm.8.1.2020.28706>
- Makatamba, V., Fatimawali, & Rundengan, G. (2020). Analisis Senyawa Tannin Dan Aktifitas Antibakteri Fraksi Buah Sirih (*Piper betle* L) Terhadap *Streptococcus mutans*. *JURNAL MIPA*, 9, 75–80.
- Mierza, V., S., A., Ichsani, A., Dwi, N., Sridevi, S., & Dwi, S. (2023). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid. *Jurnal Surya Medika*, 9(2), 134–141. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i2.5681>
- Muhaimin, Ningsih, K. N., & Latief, M. (2021). Senyawa Turunan Terpenoid dari Ekstrak Aseton Daun Perepat (*Sonneratia alba*) dan Aktivitasnya Terhadap *Escherichia coli*. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 13(2). <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i2.14714>

- Nguyen, L. T., Fărcaș, A. C., Socaci, S. A., Tofană, M., Diaconeasa, Z. M., Pop, O. L., & Salanță, L. C. (2020). *An Overview of Saponins-A Bioactive Group. Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 77(1), 25–36. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst>
- Octaviani, M. (2022). *Antibacterial Activity of Fraction of Allium cepa L. Tubers. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal Homepage*, 1, 57–65. <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/>
- Peleg, M. (2020). *Microbial Dose-Response Curves and Disinfection Efficacy Models Revisited. Springer Nature 2000*, 13, 305–321. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09249-6/Published>
- Popovici, V., Bucur, L., Gîrd, C. E., Popescu, A., Matei, E., Cozaru, G. C., Schröder, V., Ozon, E. A., Fița, A. C., Lupuliasa, D., Aschie, M., Caraiane, A., Botnariuc, M., & Badea, V. (2022). *Phenolic Secondary Metabolites and Antiradical and Antibacterial Activities of Different Extracts of Usnea barbata (L.) Weber ex F.H.Wigg from Călimani Mountains, Romania. Pharmaceuticals*, 15(7), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ph15070829>
- Pucker, B., & Selmar, D. (2022). *Biochemistry and Molecular Basis of Intracellular Flavonoid Transport in Plants. Plants*, 11(7), 2. <https://doi.org/10.3390/plants11070963>
- Putri, C. N., Rahardhian, M. R. R., & Ramonah, D. (2022). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kadar Total Fenol dan Total Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Insulin (*Smallanthus sonchifolius*) serta Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 7(1), 15–27. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v7i1.43465>
- Putri, F. E., Diharmi, A., & Karnila, R. (2023). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Rumput Laut Coklat (*Sargassum plagyophyllum*) Dengan Metode Fraksinasi. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 15(1), 40–46. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v15i1.23318>
- Putri, I. I., & Chatri, M. (2024). Peranan Metabolit Sekunder sebagai Antimikroba. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 15933–15940.
- Rohama, Melviani, & Rahmadani. (2023). Aktivitas Antibakteri dan Penetapan Kadar Flavonoid Fraksi Daun Kalangkala (*Litsea angulata*) Serta Profil Kromatografi Lapis Tipis. *Jurnal Surya Medika*, 9(1), 267–276. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i1.5194>
- Saptowo, A., Supriningrum, R., & Supomo. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Sekilang (*Embeliaborneensis Scheff*) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Al Ulum Sains Dan Teknologi*, 7(2), 93–97.
- Shamsudin, N. F., Ahmed, Q. U., Mahmood, S., Shah, S. A. A., Khatib, A., Mukhtar, S., Alsharif, M. A., Parveen, H., & Zakaria, Z. A. (2022). *Antibacterial Effects of Flavonoids and Their Structure-Activity Relationship Study: A Comparative Interpretation. Molecules*, 27(4). <https://doi.org/10.3390/molecules27041149>
- Sunani, S., & Hendriani, R. (2023). *Classification and Pharmacological Activities of Bioactive Tannins. Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 3(2), 130–136. <https://jurnal.unpad.ac.id/ijbp>
- Syahniar, R., Rayhana, Kharisma, D. S., Khatami, M., & Duarsa, D. B. B. (2020). *Methicillin-resistant staphylococcus aureus among clinical isolates in Indonesia: A systematic review. In Biomedical and Pharmacology Journal (Vol. 13, Issue 4, pp. 1871–1878). Oriental Scientific Publishing Company*. <https://doi.org/10.13005/BPJ/2062>
- Tiyas, A., Sutrisno, S., & Sukarianingsih, D. (2021). Isolasi, karakterisasi, dan uji aktivitas sebagai antibakteri ekstrak aseton biji mangga golek (*Mangifera indica Linn*). *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 2(2), 105–113. <https://doi.org/10.17977/um067v2i2p105-113>
- Wikananda, I. D. A. R. N., Hendrayana, M. A., & Pinatih, K. J. P. (2019). Efek Antibakteri Ekstrak Ethanol Kulit Batang Tanaman Cempaka Kuning (*M.champaca L.*) Terhadap

- Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *E-JURNAL MEDIKA*, 8(5).
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/eum>
- Xie, Y., Yang, W., Tang, F., Chen, X., & Ren, L. (2015). *Antibacterial Activities of Flavonoids: Structure-Activity Relationship and Mechanism*. *Current Medicinal Chemistry*, 22(1), 132–149. <https://doi.org/10.2174/0929867321666140916113443>
- 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*. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 10(318), 1–30. <https://doi.org/10.3390/antibiotics>
- Yani, N. K. L. P., Nastiti, K., & Noval. (2023). Pengaruh Perbedaan Jenis Pelarut Terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata L.*). *Jurnal Surya Medika*, 9(1), 34–44. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i1.5131>
- Zahki, M. (2023). Efektivitas Antibakteri Senyawa Metabolit Sekunder Pada Beberapa Tanaman Obat Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Usadha*, 2(2), 25–30. <https://doi.org/10.36733/usadha.v2i2.5927>
- Zhang, Q., Lyu, Y., Huang, J., Zhang, X., Yu, N., Wen, Z., & Chen, S. (2020). *Antibacterial activity and mechanism of Sanguinarine Against Providencia rettgeri in vitro*. *PeerJ*, 8, 1–19. <https://doi.org/10.7717/peerj.9543>