

Tinjauan Naratif

Review: Uji Aktivitas Antibiofilm dan Antibakteri dari Tanaman Mangga (*Mangifera indica* L.)

Ni Komang Ayu Jasri¹, Ni Putu Eka Leliqia^{2*}

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,
ayujasri50@gmail.com

²Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,
eka_leliqia@unud.ac.id

* Penulis Korespondensi

Abstrak– Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan salah satu sumber bahan alam yang berpotensi memiliki aktivitas farmakologi. Tujuan dari artikel ini adalah untuk meninjau dan menganalisis berbagai penelitian mengenai aktivitas antibakteri dan antibiofilm dari berbagai bagian tanaman mangga, termasuk kulit, biji, dan daun, beserta kandungan fitokimianya. Metode yang digunakan berupa *literature review* terhadap publikasi ilmiah relevan yang diperoleh melalui pencarian di Google Scholar. Artikel yang dianalisis merupakan data sekunder dari 18 artikel ilmiah (*original article*) yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu penelitian mengenai aktivitas antibakteri dan antibiofilm dari ekstrak bagian tanaman mangga. Parameter yang dikaji mencakup konsentrasi hambat minimum (KHM), konsentrasi bunuh minimum (KBM), serta nilai *minimum biofilm inhibitory concentration* (MBIC), dan *minimum biofilm eradication concentration* (MBEC) ekstrak tanaman mangga terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa ekstrak etanol dari biji dan daun mangga memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri serta mencegah pembentukan biofilm. Simpulan dari tinjauan ini menegaskan bahwa *Mangifera indica* L. memiliki potensi sebagai kandidat sumber antibakteri dan antibiofilm alami, serta berpeluang untuk dikembangkan sebagai alternatif pengembangan obat dalam penelitian lebih lanjut.

Kata Kunci– Antibakteri, Antibiofilm, Fitokimia, *Mangifera indica* L.

1. PENDAHULUAN

Penyakit infeksi menjadi salah satu permasalahan serius dalam dunia kesehatan. Infeksi terjadi akibat gangguan yang ditimbulkan oleh mikroorganisme patogen dan memicu kerusakan jaringan serta menimbulkan gejala klinis pada tubuh penderitanya. Mikroorganisme penyebab infeksi umumnya berasal dari kelompok bakteri, jamur, virus, dan protozoa (Simanjuntak & Rahmiati, 2021). Mikroorganisme bakteri memiliki ukuran mikroskopis dan secara umum dibedakan menjadi dua tipe utama, yaitu Gram positif dan Gram negatif. Kedua kelompok ini merupakan penyebab infeksi yang paling umum ditemukan dalam berbagai masalah kesehatan (Ratnasari, 2018). Banyak kasus infeksi kronis menjadi semakin sulit diatasi akibat kemampuan bakteri membentuk struktur biofilm. Struktur ini berfungsi sebagai pelindung tambahan yang membuat bakteri lebih tahan terhadap berbagai tekanan lingkungan yang merugikan. Dalam kondisi ini, bakteri mampu membentuk biofilm sebagai strategi bertahan hidup agar dapat menempel kuat pada permukaan jaringan. Biofilm memiliki daya lekat yang tinggi dan mampu bertahan terhadap gaya gesek berulang sehingga bakteri tidak mudah terbawa oleh aliran darah maupun cairan tubuh (Rabin *et al.*, 2015). Komponen utama penyusun biofilm adalah Substansi Polimerik Ekstraseluler (SPE), yaitu matriks polimer dengan berat molekul tinggi yang disekresikan oleh bakteri ke sekelilingnya. Matriks SPE yang berada di bagian dalam biofilm dapat menghalangi penetrasi agen antimikroba sehingga

memperkecil efektivitasnya. Biofilm juga dapat meningkatkan densitas sel, membatasi mobilitas bakteri, dan menciptakan kondisi yang mendukung transfer *environmental Deoxyribonucleic acid* (eDNA) secara konjugasi. Proses ini berkontribusi terhadap penyebaran gen yang mengatur resistensi terhadap antibiotik (Muzny & Schwebke, 2015).

Terapi infeksi bakteri secara farmakologi umumnya mengandalkan pemberian antibiotik yang disesuaikan dengan jenis bakteri penyebabnya. Namun, penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat menyebabkan timbulnya resistensi antimikroba. Upaya mengatasi resistensi bakteri dapat dilakukan dengan memanfaatkan senyawa antibakteri yang bersumber dari bahan alam. Antibakteri adalah senyawa yang berfungsi menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri patogen melalui gangguan terhadap proses metabolisme bakteri, tanpa menimbulkan efek merugikan bagi penderitanya (Ratnasari, 2018). Salah satu tanaman yang dipercaya memiliki khasiat farmakologi yaitu tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) yang tergolong dalam famili Anacardiaceae. Hampir seluruh bagian tanaman mangga mulai dari biji, buah, kulit buah, batang, dan daunnya dapat digunakan untuk pengobatan. Salah satunya untuk membantu meredakan berbagai penyakit infeksi seperti diare, disentri kronis, infeksi saluran kemih, dan bisul (Sunari *et al.*, 2025). Potensi ini didukung berdasarkan hasil uji fitokimia pada daun mangga yang diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti mangiferan, flavonoid, alkaloid, steroid, polifenol, tanin, dan saponin yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri. Dugaan mekanisme kerjanya sebagai antibakteri meliputi penghambatan pembentukan dinding sel, kerusakan membran sel, gangguan terhadap sintesis protein, serta interferensi pada proses biosintesis asam nukleat. Keberadaan senyawa bioaktif yang terdapat dalam ekstrak mangga juga berpotensi menghambat pembentukan biofilm bakteri (Hepziba *et al.*, 2023).

Literature review ini bertujuan untuk menganalisis hasil penelitian yang berkaitan dengan aktivitas antibakteri dan antibiofilm dari tanaman *Mangifera indica* L. Pembahasan difokuskan pada bagian tanaman yang digunakan, metode serta pelarut ekstraksi, parameter uji yang diterapkan, dan efektivitas ekstrak terhadap berbagai bakteri patogen. Analisis data dari berbagai sumber dalam penyusunan *literature review* ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi tanaman mangga sebagai sumber agen antibakteri dan antibiofilm alami, serta menjadi dasar bagi pengembangan obat yang dapat dimanfaatkan dalam penelitian selanjutnya.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel *review* ini dilakukan dengan mengkaji data sekunder dari berbagai publikasi ilmiah terkait aktivitas antibakteri dan antibiofilm tanaman *Mangifera indica* L. beserta fitokimia senyawa bioaktif yang terkandung. Parameter yang dikaji mencakup konsentrasi hambat minimum (KHM), konsentrasi bunuh minimum (KBM), *minimum biofilm inhibitory concentration* (MBIC), dan *minimum biofilm eradication concentration* (MBEC) dari ekstrak tanaman mangga. Seluruh sumber pustaka terkait data dalam penulisan artikel *review* berasal dari *original* artikel yang ditelusuri melalui *website* Google Scholar. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci antibakteri, antibiofilm, fitokimia, dan *Mangifera indica* L. Pemilihan literatur dilakukan secara manual melalui peninjauan topik, metode penelitian, dan temuan yang dipublikasikan. Kriteria inklusi meliputi studi yang membahas aktivitas antibakteri dan antibiofilm tanaman mangga, serta data

kandungan fitokimia dari berbagai bagian tanaman mangga. Artikel yang dianalisis juga merupakan publikasi berbahasa Inggris yang diterbitkan pada rentang tahun 2015 hingga 2020 dan tersedia dalam bentuk *full text*. Sementara itu, artikel yang tidak relevan dengan kata kunci, tidak tersedia dalam teks lengkap, dan artikel yang berupa ulasan atau *review* dikecualikan. Sebanyak 18 artikel memenuhi kriteria dan diseleksi berdasarkan keterkaitan langsung dengan topik, kualitas jurnal, serta aksesibilitas data. Sebagian besar jurnal ilmiah yang digunakan telah terindeks dalam basis data Scopus, dengan klasifikasi Schimago terdiri dari 6 jurnal kuartil Q1, 5 jurnal Q2, 3 jurnal Q3, dan 3 jurnal Q4. Sementara terdapat 1 jurnal yang terindeks dalam basis data SINTA 3. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis secara kualitatif dan ditabulasi berdasarkan parameter yang relevan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) dikenal mengandung berbagai senyawa fitokimia dengan potensi bioaktivitas yang tinggi pada setiap bagian tanamannya. Pembahasan ini akan difokuskan untuk mengevaluasi kandungan senyawa fitokimia tersebut terhadap aktivitas antibakteri dan antibiofilmnya. Penjelasan menitikberatkan pada senyawa-senyawa bioaktif yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri serta mencegah pembentukan biofilm sebagai salah satu strategi pengendalian infeksi mikroba.

3.1. Kandungan Fitokimia Tanaman Mangga (*Mangifera indica* L.)

Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) dikenal memiliki potensi sebagai obat herbal karena mengandung berbagai metabolit sekunder yang berkhasiat (Nugraha *et al.*, 2017). Senyawa fenolik menjadi salah satu kelompok utama yang banyak ditemukan, baik pada daun, biji, buah, maupun kulit batang pada tanaman mangga. Keberhasilan proses ekstraksi dalam menghasilkan senyawa bioaktif sangat bergantung pada metode dan pelarut yang digunakan. Pemilihan metode ekstraksi yang sesuai akan membantu meningkatkan kuantitas dan kualitas senyawa yang diperoleh. Selain itu, jenis pelarut turut menentukan kemampuan penarikan senyawa aktif, karena setiap pelarut memiliki tingkat polaritas berbeda yang memengaruhi efektivitas pelarutan terhadap senyawa tertentu (Ningrum *et al.*, 2024). Ekstraksi senyawa fitokimia dari tanaman mangga dilakukan dengan berbagai metode dan pelarut, yang masing-masing memberikan profil kandungan berbeda. Tabel 1 menunjukkan kandungan fitokimia yang dihasilkan dari berbagai bagian tanaman mangga termasuk kulit buah, biji dan daun. Variasi pelarut seperti etanol, butanol, kloroform, etil asetat, metanol, dan air mempengaruhi komposisi senyawa bioaktif yang dihasilkan. Pelarut polar seperti etanol dan air cenderung mengekstraksi senyawa seperti fenol, flavonoid, dan tanin, sedangkan pelarut non polar seperti kloroform dan semi-polar seperti etil asetat lebih efektif melarutkan alkaloid, steroid, terpenoid, dan kumarin. Hal ini sejalan dengan prinsip polaritas, di mana pelarut akan melarutkan senyawa dengan tingkat kepolaran yang serupa (Maslukhah *et al.*, 2016).

Metode ekstraksi yang diterapkan dalam pengolahan tanaman mangga sangat berperan dalam menentukan jenis serta jumlah senyawa fitokimia yang berhasil diperoleh. Jika merujuk pada data yang ditampilkan dalam Tabel 1, metode maserasi tampak lebih sering digunakan dibandingkan teknik lainnya seperti sokletasi atau dekokta. Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan cara merendam serbuk simplisia dalam pelarut pada suhu ruang sambil sesekali diaduk. Teknik ini tidak memerlukan alat rumit dan cocok untuk menjaga kestabilan senyawa yang sensitif terhadap panas. Proses maserasi berlangsung ketika pelarut menembus

sel tanaman dan melarutkan metabolit sekunder, yang kemudian terdifusi ke luar sel mengikuti perbedaan konsentrasi hingga tercapai kesetimbangan (Setiawan *et al.*, 2017). Sementara itu, ekstraksi dengan metode dekokta menggunakan air sebagai pelarut mampu menghasilkan senyawa khas seperti azadirachtin, nimbins, *gallic acid*, dan limonoid (Rana *et al.*, 2023). Perbedaan ini menunjukkan bahwa pemilihan pelarut dan metode ekstraksi merupakan faktor penting yang menentukan konsentrasi senyawa bioaktif yang diperoleh dari tanaman mangga. Pertimbangan penggunaan maserasi dan metode ekstraksi lainnya perlu dilakukan berdasarkan tujuan ekstraksi dan sifat senyawa yang ingin diisolasi.

Bagian tanaman juga memengaruhi kandungan senyawa yang berhasil terekstraksi. Berdasarkan data, daun mangga merupakan bagian yang paling sering dimanfaatkan dalam proses ekstraksi. Hal ini disebabkan oleh ketersediaannya yang melimpah sepanjang tahun, mudah diperoleh, serta tidak bergantung pada musim panen. Berbeda dengan biji, kulit, atau batang mangga yang hanya tersedia setelah panen buah, bagian daun dapat dipanen kapan saja tanpa merusak kelangsungan hidup tanaman. Selain itu, secara kuantitas daun juga lebih mudah dikumpulkan dalam jumlah besar dan lebih praktis dalam proses pengolahan. Umumnya daun mangga juga memiliki struktur fisik yang tipis dan kadar air yang relatif rendah memungkinkan proses pengeringan berlangsung lebih cepat dan efisien, sehingga mempercepat pembuatan simplisia dan mendukung kelancaran proses ekstraksi. Jika dilihat dari segi efektivitas, daun mangga mengandung berbagai senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antimikroba yang cukup signifikan, sehingga menjadikannya bahan yang ideal dalam pembuatan sediaan ekstrak untuk tujuan terapeutik (Setiawan *et al.*, 2017).

Tabel 1. Kandungan Fitokimia pada Ekstrak Tanaman Mangga

Pengekstraksi	Metode Ekstraksi	Kandungan Fitokimia	Pustaka
Kulit Mangga			
Etanol	Maserasi	Tanin, flavonoid, fenolik, glikosida, kumarin.	(El-Sayed <i>et al.</i> , 2025)
Butanol		Tanin, flavonoid, fenolik.	
Kloroform		Steroid, terpenoid, alkaloid.	
Etil Asetat		Alkaloid, tanin, flavonoid, steroid, fenolik, glikosida, kumarin, terpenoid.	
Biji Mangga			
Metanol	Maserasi	Tanin, flavonoid, dan alkohol diterpen, termasuk senyawa seperti 2(3H)-Furanon, 3-(15-heksadeskinilidena)-dihidro-4-hidroksi-5-metil-,4R-(3E,4 α ,5 β).	(Lavan & Athiappan, 2024)
Etanol	Maserasi	Saponin, alkaloid, flavonoid, fenol, tanin, terpenoid, quinon, steroid.	(Mavanza <i>et al.</i> , 2023)
Daun Mangga			
Etanol 70%	Maserasi	Alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida.	(Soesanto <i>et al.</i> , 2023)
Etanol	Sokletasi	Karbohidrat, protein, asam amino, saponin, fenolik, tanin, sterol, dan glikosida.	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)

Lanjutan Tabel 1. Kandungan Fitokimia pada Ekstrak Tanaman Mangga

Pengekstraksi	Metode Ekstraksi	Kandungan Fitokimia	Pustaka
Etanol	Maserasi	Alkaloid, tanin, flavonoid, leukoantosianin, antosianin, turunan kuinon, senyawa pereduksi, glikosida.	(Mathias <i>et al.</i> , 2022)
Air	Dekokta	Azadirachtin, nimbin, flavonoid, alkaloid, fenol, steroid, asam galat, saponin, limonoid, nimbosterol, tanin, dan polifenol.	(Rana <i>et al.</i> , 2023)
Air	Dekokta	Alkaloid, tanin, flavonoid, antosianin, turunan kuinon, musilago, senyawa pereduksi, kumarin, glikosida.	(Mathias <i>et al.</i> , 2022)

3.2. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tanaman Mangga (*Mangifera indica* L.) terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif

Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai obat herbal karena mengandung senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antimikroba. Berdasarkan hasil studi yang telah dikaji pada Tabel 2. dan Tabel 3. ekstrak dari berbagai bagian tanaman mangga menunjukkan potensi aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap bakteri baik pada Gram positif maupun Gram negatif. Aktivitas ini ditentukan melalui parameter konsentrasi hambat minimum (KHM), konsentrasi bunuh minimum (KBM), dan diameter zona hambat. Hasil menunjukkan aktivitas antibakteri pada Gram positif dari ekstrak tanaman mangga lebih banyak memberikan penghambatan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Secara umum, hal ini berkaitan dengan struktur dinding sel bakteri Gram positif yang terdiri atas lapisan peptidoglikan tebal tanpa adanya membran luar, sehingga memudahkan penetrasi senyawa aktif dari ekstrak tanaman. Lapisan tersebut terutama tersusun dari polisakarida seperti peptidoglikan, asam teikoat, dan asam teikuronat, yang secara kimia lebih rentan mengalami denaturasi dibandingkan lapisan luar pada bakteri Gram negatif yang mengandung fosfolipid. Struktur dinding *S. aureus* juga bersifat kompak dan mengandung hingga 50% peptidoglikan, sehingga membuatnya lebih sensitif terhadap tekanan kimia dari senyawa bioaktif dalam ekstrak daun dan biji mangga (Hamidah *et al.*, 2019). Sementara itu, struktur dinding sel bakteri Gram negatif seperti *Escherichia coli* terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tipis, dengan jumlah satu hingga lebih dari 20 lapisan, serta dilapisi oleh membran luar. Dinding sel bakteri ini cenderung lebih sensitif terhadap tekanan fisik, termasuk paparan antibiotik atau senyawa antibakteri karena kandungan peptidoglikannya yang rendah dan tidak memiliki asam teikoat. Salah satu senyawa aktif yang berperan penting dalam mekanisme antibakteri adalah flavonoid. Senyawa ini menghambat pertumbuhan bakteri melalui beberapa mekanisme, seperti dengan merusak struktur dinding sel, menginaktivasi enzim, mengganggu fungsi adhesin, serta merusak membran sel bakteri. Struktur cincin beta dan gugus hidroksil (-OH) yang dimiliki flavonoid diduga berperan penting dalam menunjang aktivitas antibakterinya (Nugraha *et al.*, 2017).

Proses ekstraksi digunakan untuk memisahkan senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman. Keberhasilan ekstraksi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti bagian tanaman yang diekstrak, tipe pelarut yang digunakan, serta teknik ekstraksi yang diterapkan.

Jika dilihat dari perbandingan pelarut yang digunakan, pelarut etanol menunjukkan efektivitas paling tinggi baik pada ekstrak biji maupun daun mangga. Hal ini terlihat dari zona hambat yang paling besar yaitu mencapai 23 mm pada ekstrak biji dan 17,2 mm pada ekstrak daun terhadap *S. aureus*. Selain itu, etanol sebagai pelarut dalam maserasi juga menghasilkan nilai KHM yang paling rendah (1,95 $\mu\text{g/mL}$) dibandingkan pelarut lain, yang menunjukkan konsentrasi kecil sudah cukup untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Petroleum eter juga memberikan hasil yang cukup tinggi (17,8 mm), namun nilai KHM justru lebih tinggi (1.000 $\mu\text{g/mL}$), yang menandakan efektivitasnya kurang optimal dibandingkan etanol. Pengekstraksi metanol baik melalui maserasi maupun sokletasi menghasilkan zona hambat yang lebih rendah (sekitar 14 mm), sementara air sebagai pelarut menunjukkan aktivitas paling lemah dengan zona hambat terendah (12,8 mm) dan KHM tertinggi (1.000 $\mu\text{g/mL}$). Analisis ini menunjukkan bahwa pelarut semi-polar seperti etanol lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa aktif antibakteri, terutama terhadap bakteri Gram positif dibandingkan pelarut polar kuat (air) atau pelarut non polar (petroleum eter). Efektivitas ini kemungkinan disebabkan oleh kemampuan etanol melarutkan berbagai jenis senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenol yang berperan penting dalam aktivitas antibakteri. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prayitno *et al.* (2016), menyatakan bahwa etanol mampu melarutkan senyawa dengan tingkat kepolaran rendah hingga tinggi, termasuk senyawa fenolik. Hal ini disebabkan oleh keberadaan gugus hidrogen dalam etanol yang dapat membentuk ikatan dengan gugus hidroksil, sehingga meningkatkan kelarutan senyawa fenolik. Selain itu, etanol juga mampu menembus membran sel tanaman dengan baik, sehingga memudahkan proses ekstraksi. Polaritas etanol yang hampir setara dengan senyawa fenolik menjadikannya pelarut yang efektif dalam mengekstrak senyawa tersebut dari bahan tanaman. Pemilihan pelarut dalam proses ekstraksi didasarkan pada kesesuaian sifat kimia antara pelarut dan senyawa target, hal ini sesuai dengan prinsip *like dissolve like* di mana senyawa akan lebih mudah larut dalam pelarut yang memiliki tingkat polaritas serupa. Senyawa fenolik umumnya bersifat semi-polar hingga polar, sehingga pelarut yang ideal untuk mengekstraknya adalah pelarut yang memiliki polaritas menengah hingga tinggi (Padmawati *et al.*, 2020).

Variasi metode ekstraksi yang diterapkan pada tanaman mangga juga dapat memberikan perbedaan konsentrasi senyawa aktif dalam hasil ekstrak, karena tiap metode memiliki efisiensi dan kemampuan pelarutan yang berbeda dalam mengekstrak senyawa bioaktif dari jaringan tanaman. Perbedaan senyawa aktif yang dihasilkan tersebut dapat memengaruhi aktivitas antibakteri sehingga menghasilkan nilai KHM yang berbeda-beda. Berdasarkan data pada tabel menunjukkan proses ekstraksi dengan metode maserasi memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sokletasi, terutama pada pelarut etanol. Hal ini diperkuat dengan nilai efektivitas ekstrak maserasi yang lebih tinggi dibandingkan sokletasi, sebagaimana terlihat pada zona hambat terbesar yang dihasilkan oleh ekstrak biji mangga menggunakan etanol melalui maserasi terhadap *S. aureus*, yaitu sebesar 23,0 mm (Sadiea *et al.*, 2024), sementara ekstrak etanol melalui sokletasi hanya menghasilkan zona hambat 16,4 mm (Mahalik *et al.*, 2017). Metode maserasi dan sokletasi memiliki perbedaan dalam tahapan pelaksanaannya. Maserasi dilakukan tanpa pemanasan atau pada suhu ruang, sementara sokletasi melibatkan pemanasan hingga suhu sekitar 80°C selama proses ekstraksi berlangsung. Proses pemanasan berulang dalam sokletasi dapat menyebabkan suhu ekstraksi melebihi ambang optimal. Pada kondisi tersebut, senyawa fenolik yang terdapat dalam bahan tanaman berisiko mengalami

degradasi atau kerusakan. Meskipun kenaikan suhu hingga sekitar 45°C dalam waktu terbatas dapat meningkatkan kelarutan total fenol karena pelarut bekerja lebih efisien menarik senyawa kimia dari bahan, namun jika suhu dan durasi melebihi batas optimal yakni di atas 45°C dan lebih dari 20 menit penurunan kandungan fenol dapat terjadi. Hal ini disebabkan oleh tercapainya titik ekuilibrium ekstraksi, di mana senyawa fenol dari permukaan dan bagian dalam bahan sudah tidak dapat lagi ditarik secara efektif oleh pelarut, bahkan berpotensi rusak karena panas berlebih (Ningrum *et al.*, 2024). Sementara pada ekstraksi dengan maserasi dilakukan dengan merendam sampel tanaman dalam pelarut organik pada suhu ruang. Selama proses ini, pelarut akan menembus jaringan tanaman dan perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar sel memicu terganggunya keseimbangan osmotik. Hal ini menyebabkan senyawa metabolit sekunder yang berada di dalam sel terdifusi keluar dan terlarut dalam pelarut. Sehingga metode maserasi digunakan untuk mempertahankan integritas senyawa bioaktif dan menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih efektif (Widiastuti *et al.*, 2023).

Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tanaman Mangga pada Bakteri Gram Positif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Parameter Inhibisi			Ref
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	Zona Hambat (mm)	
Biji Mangga						
Etanol	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	23,0	(Sadiea <i>et al.</i> , 2024)
		<i>Bacillus cereus</i>	-	-	±20	
Daun Mangga						
Etanol	Maserasi	<i>Streptococcus pyogenes</i>	50.000	150.000	9,80± 0,14	(Saliem, 2018)
		<i>Enterococcus faecalis</i>	50.000	150.000	8,20± 0,17	
Etanol	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)	1,95	-	17,2± 0,9	(Nguyen <i>et al.</i> , 2024)
		<i>Bacillus cereus</i> (ATCC 11778)	7,81	-	17,2± 0,9	
		<i>Bacillus subtilis</i> (ATCC 6633)	15,63	-	17,2± 0,9	
Etanol	Sokletasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	800	-	16,4±0,49	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)
Metanol	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	14,17±0,29	(Maharaj <i>et al.</i> , 2022)
Metanol	Sokletasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	14,4 ±0,49	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)
Air	Sokletasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	1.000	-	12,8 ±0,43	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)

- = data tidak ada; KHM = konsentrasi hambat minimum; KBM = konsentrasi bunuh minimum

Lanjutan Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tanaman Mangga pada Bakteri Gram Positif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Parameter Inhibisi			Ref
			KHM ($\mu\text{g/mL}$)	KBM ($\mu\text{g/mL}$)	Zona Hambat (mm)	
Petroleum eter	Sokletasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	1.000	-	17,8 $\pm$ 0,98	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)

- = data tidak ada; KHM = konsentrasi hambat minimum; KBM = konsentrasi bunuh minimum

Hasil pada Tabel 3. menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak tanaman mangga terhadap bakteri Gram negatif menghasilkan pola yang cukup beragam antar spesies dan cenderung lebih rendah dibandingkan Gram positif. Hal ini dapat dikaitkan dengan perbedaan struktur dinding sel, di mana bakteri Gram negatif memiliki lapisan peptidoglikan yang lebih tipis, tetapi dilindungi oleh membran luar yang tersusun atas fosfolipid dan lipopolisakarida. Struktur ini membentuk penghalang selektif terhadap senyawa asing sehingga menghambat penetrasi senyawa aktif dari ekstrak tanaman (Nugraha *et al.*, 2017). Hasil analisis menunjukkan bahwa pelarut dengan polaritas rendah hingga sedang, seperti petroleum eter cenderung lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa antibakteri aktif terhadap bakteri Gram negatif. Hal ini terlihat dari zona hambat tertinggi terhadap *Pseudomonas aeruginosa* yang diperoleh melalui ekstraksi sokletasi dengan petroleum eter, yaitu sebesar 22,1 mm. Selain itu, penggunaan pelarut metanol dan etanol melalui metode sokletasi maupun maserasi juga memberikan hasil baik terhadap *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, dan *Proteus mirabilis*, dengan diameter zona hambat berkisar antara 16–20 mm. Senyawa-senyawa lipofilik hasil ekstraksi dengan pelarut non polar seperti petroleum eter dinilai lebih mudah berinteraksi dan menembus lapisan membran luar bakteri Gram negatif yang tersusun atas fosfolipid dan lipopolisakarida. Selain itu, metode sokletasi yang melibatkan pemanasan berkelanjutan juga diduga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi ekstraksi senyawa lipofilik dari jaringan tanaman (Luksta & Spalvins, 2023). Hal ini yang diduga serta memfasilitasi penetrasi senyawa tersebut terhadap struktur dinding bakteri Gram negatif.

Perbedaan efektivitas metode sokletasi antara bakteri Gram positif dan Gram negatif ini erat kaitannya dengan stabilitas termal senyawa bioaktif serta perbedaan struktur dinding sel bakteri. Senyawa fenolik dan flavonoid yang umumnya bersifat polar dan termolabil akan lebih cepat mengalami degradasi pada suhu tinggi selama proses sokletasi (Aryanti *et al.*, 2025). Sehingga untuk senyawa ini lebih efektif diekstraksi melalui metode maserasi untuk menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus*. Sebaliknya, senyawa lipofilik seperti terpenoid, steroid, dan beberapa jenis alkaloid yang relatif stabil terhadap pemanasan lebih optimal diekstraksi melalui metode sokletasi. Senyawa-senyawa ini cenderung memiliki afinitas tinggi terhadap membran lipid sehingga lebih efektif terhadap bakteri Gram negatif, yang dinding selnya dilindungi oleh lapisan luar berupa fosfolipid dan lipopolisakarida (Nugraha *et al.*, 2017). Hanya senyawa dengan karakteristik kimia tertentu yang mampu menembus lapisan ini dan mencapai target intraseluler bakteri. Oleh karena itu, efektivitas antibakteri terhadap Gram negatif sangat dipengaruhi oleh karakteristik pelarut dan metode ekstraksi, serta kesesuaian polaritas senyawa aktif dengan struktur dinding bakteri target.

Tabel 3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tanaman Mangga pada Bakteri Gram Negatif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Parameter Inhibisi			Ref
			KHM (μg/mL)	KBM (μg/mL)	Zona Hambat (mm)	
Biji Mangga						
Etanol	Maserasi	<i>Acinetobacter baumannii</i>	8	-	-	(Zeraatkar <i>et al.</i> , 2023)
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16	-	-	
Etanol	Maserasi	<i>Escherichia coli</i>	-	-	<10,0	(Sadiea <i>et al.</i> , 2024)
		<i>Klebsiella sp.</i>	-		<10,0	
Daun Mangga						
Etanol	Maserasi	<i>Escherichia coli</i>	100.000	150.000	6,40±0,14	(Saliem, 2018)
Etanol	Maserasi	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922)	7,81	-	14,8 ± 1,0	(Nguyen <i>et al.</i> , 2024)
		<i>Salmonella typhimurium</i> (ATCC 13311)	31,3	-	14,0 ± 0,5	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 9027)	125	-	11,8 ± 0,5	
Etanol 70%	Maserasi	<i>Porphyromonas gingivalis</i>	3125	100.000	-	(Soesanto <i>et al.</i> , 2023)
Etanol	Sokletasi	<i>Escherichia coli</i>	1.000		18,6±0,49	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)
		<i>Shigella flexneri</i>	1.000	-	18,1±0,63	
		<i>Salmonella typhimurium</i>	800	-	16,6±0,82	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.000	-	18,4±0,81	
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>		-	12,6±0,81	
		<i>Proteus mirabilis</i>	1.000		20,2±0,89	
Metanol	Maserasi	<i>Escherichia coli</i>		-	18,5 ± 0,5	(Maharaj <i>et al.</i> , 2022)
Metanol	Sokletasi	<i>Escherichia coli</i>	800		16,2±0,41	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)
		<i>Shigella flexneri</i>	1.000	-	17,2±0,75	
		<i>Salmonella typhimurium</i>	800	-	20,4±0,7	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.000	-	18,2±0,75	
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>			11,6±0,84	
		<i>Proteus mirabilis</i>	1.000	-	-	
		<i>Shigella flexneri</i>	1.000	-	-	

- = data tidak ada; KHM = konsentrasi hambat minimum; KBM = konsentrasi bunuh minimum

Lanjutan Tabel 3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tanaman Mangga pada Bakteri Gram Negatif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Parameter Inhibisi			Metode Ekstraksi
			KHM ($\mu\text{g/mL}$)	KBM ($\mu\text{g/mL}$)	Zona Hambat (mm)	
Air	Sokletasi	<i>Escherichia coli</i>	1.000	-	13,3 $\pm$ 0,63	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)
		<i>Shigella flexneri</i>	1.000	-	-	
		<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	14,6 $\pm$ 0,49	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	12,2 $\pm$ 0,74	
Air	Sokletasi	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	13,6 $\pm$ 1,02	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)
		<i>Proteus mirabilis</i>			13,4 $\pm$ 0,49	
Petroleum eter	Sokletasi	<i>Escherichia coli</i>	600	-	19,4 $\pm$ 0,81	(Mahalik <i>et al.</i> , 2017)
		<i>Salmonella typhimurium</i>			18,1 $\pm$ 0,63	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	22,1 $\pm$ 0,89	

- = data tidak ada; KHM = konsentrasi hambat minimum; KBM = konsentrasi bunuh minimum

3.3. Aktivitas Antibiofilm Ekstrak Tanaman Mangga (*Mangifera indica* L.) terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif

Berdasarkan data kajian penghambatan terhadap pembentukan biofilm lebih sering ditujukan pada bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Hal ini disebabkan oleh kemampuannya dalam membentuk biofilm yang dapat meningkatkan daya tahan terhadap antibiotik. Biofilm merupakan struktur mikroorganisme yang melekat pada permukaan dan terbungkus oleh matriks yang disebut *Extracellular Polymeric Substance* (EPS). Matriks EPS adalah molekul yang disintesis dan disekresikan oleh bakteri itu sendiri dengan variasi dalam ukuran, komposisi, dan sifat kimia yang dapat membentuk struktur seperti kapsul hingga lapisan lendir tebal di permukaan luar membran sel. Molekul ini berperan dalam membantu bakteri bertahan dari tekanan fisik, kimia, dan biologis serta mampu menghindari respons sistem imun sehingga resistensi terhadap terapi antimikroba menjadi lebih tinggi (Purbowati *et al.*, 2017). Biofilm yang dibentuk oleh *S. aureus* mengandung lapisan polisakarida ekstraseluler homolog *PIA* (*Polysaccharide Intercellular Adhesin*) yang berfungsi sebagai matriks untuk membantu koloni bakteri melekat pada berbagai jenis permukaan. Bakteri *S. aureus* sendiri dikenal sebagai penyebab utama sejumlah infeksi, termasuk bakteremia, endokarditis, infeksi tulang dan sendi, serta infeksi pada kulit dan jaringan lunak. Adanya pembentukan biofilm ini dapat memperpanjang proses kolonisasi *S. aureus*, mempertahankan infeksi, serta mendukung penyebarannya ke berbagai jaringan tubuh (Tong *et al.*, 2015).

Ekstrak biji tanaman mangga menunjukkan potensi penghambatan biofilm cukup kuat pada bakteri Gram positif dapat dilihat pada tabel 4. Ekstrak biji mangga dengan pelarut metanol 80% menghasilkan nilai MBIC sebesar 72,32 $\mu\text{g/mL}$ terhadap bakteri Gram positif terutama *S. aureus* (Lavan *et al.*, 2022). Sementara itu, ekstrak daun mangga dengan pelarut etanol 70% menunjukkan nilai MBIC yang lebih tinggi, yaitu 6250 $\mu\text{g/mL}$ (Soesanto *et al.*,

2023) dan 25.000 µg/mL (Hepziba *et al.*, 2023). Rendahnya nilai MBIC pada ekstrak biji mangga menunjukkan bahwa konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghambat pembentukan biofilm lebih kecil sehingga efektivitas antibiofilmnya lebih tinggi. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif yang bervariasi antara biji dan daun mangga. Biji mangga umumnya memiliki kandungan senyawa fenolik, termasuk saponin, flavonoid, dan tanin, yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* (Prihandani *et al.*, 2016). Selain itu, metanol sebagai pelarut memiliki polaritas lebih tinggi daripada etanol sehingga lebih efektif dalam melarutkan senyawa polar seperti flavonoid dan senyawa fenolik yang berperan penting dalam aktivitas antibiofilm. Perkembangan biofilm sendiri dikendalikan oleh pelepasan senyawa polimer ekstraseluler melalui mekanisme *quorum sensing* (QS), yakni sistem komunikasi antarsel yang mengatur ekspresi gen termasuk regulasi faktor virulensi pada *S. aureus*. Ekstrak *Mangifera indica* L. terbukti mampu menghambat sistem QS melalui kandungan flavonoidnya (Husain *et al.*, 2017). Mekanisme penghambatan tersebut dapat menurunkan produksi faktor virulensi serta menghambat pertumbuhan *S. aureus* sehingga dapat berperan dalam pencegahan pembentukan biofilm (Hepziba *et al.*, 2023).

Selain efektif terhadap bakteri Gram positif, aktivitas antibiofilm tanaman mangga juga telah diuji terhadap berbagai bakteri Gram negatif. Berdasarkan tabel 5. menunjukkan beberapa ekstrak mempunyai persentase inhibisi yang tinggi. Ekstrak biji mangga dengan metanol melalui metode sokletasi dilaporkan mampu menghambat biofilm *Escherichia coli* hingga 99,6% (Prabhu *et al.*, 2023). Ekstrak metanol dari daun dan biji juga menunjukkan efektivitas tinggi terhadap *Pseudomonas aeruginosa*, dengan persentase inhibisi antara 62,55% hingga 83,8% tergantung jenis pelarut dan metode. Selain itu, aktivitas terhadap *Aeromonas hydrophila* dan *Porphyromonas gingivalis* juga tercatat cukup signifikan. Hal ini, menunjukkan bahwa tanaman mangga berpotensi sebagai agen antibiofilm terhadap bakteri Gram negatif. Sebagian besar data dalam tabel menunjukkan bahwa metode maserasi merupakan teknik ekstraksi yang paling umum digunakan untuk memperoleh senyawa antibiofilm dari tanaman mangga, baik dari bagian daun maupun bijinya. Metode ini umumnya dipilih karena tidak melibatkan proses pemanasan sehingga menjaga stabilitas senyawa metabolit sekunder yang peka terhadap suhu. Dalam proses ini, pelarut seperti etanol, metanol, atau etil asetat akan berdifusi ke dalam jaringan simplisia dan melarutkan senyawa aktif yang memiliki tingkat kepolaran sejenis (Widiastuti *et al.*, 2023).

Tabel 4. Aktivitas Antibiofilm Ekstrak Tanaman Mangga pada Bakteri Gram Positif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Parameter Inhibisi			Ref
			MBIC (µg/mL)	MBEC (µg/mL)	% Inhibisi	
Biji Mangga						
Metanol 80%	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	72,32	-	-	(Lavan <i>et al.</i> , 2022)
Etanol 85%	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	(Ahmed, 2015)
Etanol 70%	Maserasi	<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	26,99-30,88	(Leelapor npisid & Poomanee , 2021)

Lanjutan Tabel 4. Aktivitas Antibiofilm Ekstrak Tanaman Mangga pada Bakteri Gram Positif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Parameter Inhibisi			Ref
			MBIC ($\mu\text{g/mL}$)	MBEC ($\mu\text{g/mL}$)	% Inhibisi	
Aseton 85%	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	(Ahmed, 2015)
Daun Mangga						
Etanol 70%	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	6250	100.000	-	(Soesanto <i>et al.</i> , 2023)
Etanol 70%	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	25.000	-	-	(Hepziba <i>et al.</i> , 2023)
Etanol	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	-	-	33,1-64,6	(Manzur <i>et al.</i> , 2020)
		<i>Staphylococcus aureus</i> (isolat SA178)	-	-	53,9-66,7	
		<i>Staphylococcus haemolyticus</i> (isolat SH182)	-	-	69–100	

- = data tidak ada; MBIC = *minimum biofilm inhibitory concentration*; MBEC = *minimum biofilm eradication concentration*

Tabel 5. Aktivitas Antibiofilm Ekstrak Tanaman Mangga pada Bakteri Gram Negatif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Parameter Inhibisi			Ref
			MBIC (µg/mL)	MBEC (µg/mL)	% Inhibisi	
Biji Mangga						
Metanol	Sokletasi	<i>Escherichia coli</i>	-	-	99,6	(Prabhu <i>et al.</i> , 2023)
Metanol	Maserasi	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50	-	62,55	(Lavan & Athiappan, 2024)
Daun Mangga						
Etanol 70%	Maserasi	<i>Porphyromonas gingivalis</i>	25.000	-	-	(Soesanto <i>et al.</i> , 2023)
Metanol	Maserasi	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	72,4	(Husain <i>et al.</i> , 2017)
		<i>Aeromonas hydrophila</i>	-	-	82,3	
Etil asetat	Maserasi	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	83,8	(Naga <i>et al.</i> , 2023)

- = data tidak ada; MBIC = *minimum biofilm inhibitory concentration*; MBEC = *minimum biofilm eradication concentration*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *literature review*, dapat disimpulkan bahwa bagian biji dan daun dari tanaman *Mangifera indica* L. memiliki aktivitas sebagai antibakteri dan antibiofilm terhadap

bakteri Gram positif dan Gram negatif. Aktivitas antibakteri terkuat ditunjukkan oleh ekstrak etanol biji mangga melalui metode maserasi dengan zona hambat sebesar 23 mm terhadap bakteri Gram positif, serta nilai KHM terendah sebesar 1,95 µg/mL pada ekstrak etanol daun terhadap *Staphylococcus aureus*. Sementara itu, aktivitas antibiofilm paling tinggi ditunjukkan oleh ekstrak metanol biji mangga yang mampu menghambat biofilm *Escherichia coli* hingga 99,6%. Efektivitas tersebut dipengaruhi oleh bagian tanaman, pelarut, dan metode ekstraksi karena perbedaan kandungan fitokimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, E. F. (2015). Antimicrobial and antibiofilm activity of mango seeds extract. *Iraqi Journal of Science*, 56(4), 3121–3129. <https://www.ijs.uobaghdad.edu.iq/index.php/eijs/article/view/9383>.
- Aryanti, A.H., Susanti, M.H., Saputro, A.H., & Herayati, Sari I.P., Saputra, I. S. (2025). Perbandingan metode ekstraksi maserasi, sokletasi, dan sonikasi terhadap nilai rendemen ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.). *Journal of Chemistry Sciences and Education*, 2(01), 1–9. <https://doi.org/10.69606/jcse.v2i01.237>.
- El-Sayed, S. M., Abd-Elhalim, B. T., El-DougDoug, K. A., Gamal, R. F., El-Bana, G. G., & Mohamed, N. N. I. (2025). In vitro investigation of *Mangifera indica* L. peel extracts: antibacterial, antioxidant, and docking studies. *AMB Express*, 15(1), 73. <https://doi.org/10.1186/s13568-025-01882-w>.
- Hamidah, M. N., Rianingsih, L., & Romadhon, R. (2019). Aktivitas antibakteri isolat bakteri asam laktat dari peda dengan jenis ikan berbeda terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2), 11–21. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2019.6742>.
- Hepziba, E. R., Soesanto, S., & Widyarman, A. S. (2023). Antibiofilm of arumanis mango leaves (*Mangifera indica* L.) ethanol extract against *Staphylococcus aureus* in vitro. *Journal of Indonesian Dental Association*, 5(2), 99. <https://doi.org/10.32793/jida.v5i2.846>.
- Husain, F. M., Ahmad, I., Al-Thubiani, A. S., Abulreesh, H. H., AlHazza, I. M., & Aqil, F. (2017). Leaf extracts of *Mangifera indica* L. inhibit quorum sensing - regulated production of virulence factors and biofilm in test bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00727>.
- Lavan, S., Prakash, C.D., Gurusamy, H., & Athiappan, M. (2022). Antibiofilm efficacy of *Mangifera indica* kernel methanol extract against *Staphylococcus aureus*. *Indian Journal of Natural Sciences*, 13(7), 39768–39779. <https://surl.li/hmacvj>.
- Lavan, & Athiappan. (2024). Anti-Quorum Sensing Efficacy of *Mangifera indica* kernel extract against biofilm formation in *Pseudomonas aeruginosa*. *Research Journal of Biotechnology*, 19(2), 60–75. <https://doi.org/10.25303/1902rjbt060075>.
- Leelapornpisid, W., & Poomanee, W. (2021). Investigation of antimicrobial properties of *Mangifera indica* L. kernel extract on multispecies *Enterococcus faecalis*-*Candida albicans* biofilm in an ex vivo tooth model. *Chiang Mai Dental Journal*. 42(2), 65–74. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/cmdj/article/view/247551>.
- Luksta, I., & Spalvins, K. (2023). Methods for extraction of bioactive compounds from products: a review. *Environmental and Climate Technologies*, 27(1), 422–437. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2023-0031>.
- Mahalik, G., Sahoo, S., & Satapathy, K. B. (2017). Evaluation of phytochemical constituents and antimicrobial properties of *Mangifera indica* L. leaves against urinary tract infection-causing pathogens. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(9), 169–173. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i9.19034>.
- Maharaj, A., Naidoo, Y., Dewir, Y. H., & Rihan, H. (2022). Phytochemical screening, and

- antibacterial and antioxidant activities of *Mangifera indica* L. leaves. *Horticulturae*, 8(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100909>.
- Manzur, A. G. B., SM Junior, V., Morais-Costa, F., Mariano, E. G. A., Careli, R. T., da Silva, L. M. V., Coelho, S. G., de Almeida, A. C., & Duarte, E. R. (2020). Extract of *Mangifera indica* L. leaves may reduce biofilms of *Staphylococcus spp.* in stainless steel and teatcup rubbers. *Food Science and Technology International*, 26(1), 11–20. <https://doi.org/10.1177/1082013219858529>.
- Maslukhah, Y. L., Widyaningsih, T. D., Waziirroh, E., Wijayanti, N., & Sriherfyna, F. H. (2016). Faktor pengaruh ekstrasi cincau hitam (*Mesona palustris* Bl) skala pilot plant: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(2), 245–252. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/325>.
- Mathias, A. A., Mahougnan, T. P., Bienvenu, G., Durand, D. N., Fidèle, A. M., ALamine, Y., & Djimon, G. J. (2022). Anti-diarrheal activity of *Mangifera indica* L.(Anacardiaceae) leaf extracts, an antimicrobial plant of the Beninese flora. *International Journal of PharmTech Research*, 15(1), 31-40. <https://doi.org/10.20902/IJPTR.2022.150105>.
- Mavanza, S. A., Omwenga, G. I., & Ngugi, M. P. (2023). Antibacterial and phytochemical effects of ethanol extracts of *Syzygium guineense* (Willd.) DC barks and *Mangifera indica* L seeds. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*, 6(2), 337–349. <https://doi.org/10.5455/jabet.2023.d130>.
- Muzny, C. A., & Schwebke, J. R. (2015). Biofilms: An Underappreciated mechanism of treatment failure and recurrence in vaginal infections. *Clinical Infectious Diseases*, 61(4), 601–606. <https://doi.org/10.1093/cid/civ353>.
- Naga, N. G., Zaki, A. A., El-Badan, D. E., Rateb, H. S., Ghanem, K. M., & Shaaban, M. I. (2023). Inhibition of *Pseudomonas aeruginosa* quorum sensing by methyl gallate from *Mangifera indica*. *Scientific Reports*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44063-0>.
- Nguyen, H. T., Miyamoto, A., Hoang, H. T., Vu, T. T. T., Pothinuch, P., & Nguyen, H. T. T. (2024). Effects of maturation on antibacterial properties of vietnamese mango (*Mangifera indica*) leaves. *Molecules*, 29(7), 1443. <https://doi.org/10.3390/molecules29071443>.
- Ningrum, P., Hartati, L., Suhendra, D., Hidayah, N., & Rahayula, T. (2024). Kandungan senyawa bioaktif kulit jengkol (*Archidendron jiringa*) dengan perbedaan konsentrasi pelarut etanol sebagai potensi feed additive ternak ruminansia. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 10(1), 11–20. <https://doi.org/10.30997/jpn.v10i1.10839>.
- Nugraha, A. C., Prasetya, A. T., & Mursiti, S. (2017). Isolasi, identifikasi, uji aktivitas senyawa flavonoid sebagai antibakteri dari daun mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 91–96. <http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/47535>.
- Padmawati, I. A. G., Suter, I. K., & Arihantana, N. M. I. H. (2020). Pengaruh jenis pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak eceng padi (*Monochoria vaginalis* Burm F. C. Presel.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 9(1), 81–87. <https://jurnal.harianregional.com/itepa/full-59484>.
- Prabhu, K., Prasathkumar, M., Sivaraman, J., Sadhasivam, S., Gajdács, M., Gasimov, E. K., Umar Khayam Sahibzada, M., Almeahmadi, M., & Abdulaziz, O. (2023). Phytochemical characterization, antibacterial, and anti-biofilm efficacy of *Mangifera indica* seed kernel: A preliminary study using in vitro and in silico approaches. *Journal of King Saud University - Science*, 35(5), 102688. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102688>.
- Prayitno, S. A., Kusnadi, J., & Murtini, E. S. (2016). Antioxidant activity of red betel leaves extract (*Piper crocatum* ruiz & pav.) by difference concentration of solvents. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 7(5), 1836–1843. <https://www.academia.edu/31807243>.
- Prihandani, S. S., Noor, S. M., Andriani, A., & Poeloengan, M. (2016). Efektivitas ekstrak biji

- mangga harumanis terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Shigella sp.*, dan *Escherichia coli*. *Jurnal Veteriner*, 17(1), 45–50. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2016.17.1.45>.
- Purbowati, R., Rianti, E. D. D., & Ama, F. (2017). Kemampuan pembentukan slime pada *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, MRSA dan *Escherichia coli*. *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 4(2), 1. <https://doi.org/10.25273/florea.v4i2.1647>.
- Rabin, N., Zheng, Y., Opoku-Temeng, C., Du, Y., Bonsu, E., & Sintim, H. O. (2015). Biofilm formation mechanisms and targets for developing antibiofilm agents. *Future Medicinal Chemistry*, 7(4), 493–512. <https://doi.org/10.4155/fmc.15.6>.
- Rana, A., Kumari, A., Chaudhary, A. K., Srivastava, R., Kamil, D., Vashishtha, P., & Sharma, S. N. (2023). An investigation of antimicrobial activity for plant pathogens by green-synthesized silver nanoparticles using *Azadirachta indica* and *Mangifera indica*. *Physchem*, 3(1), 125–146. <https://doi.org/10.3390/physchem3010010>.
- Ratnasari, E. (2018). *Bakteriologi: Mikroorganisme Penyebab Infeksi*. Deepublish. <https://balaiyanpus.jogjapro.go.id/opac/detail-opac?id=315715>.
- Sadiea, R. Z., Mozumder, A., Mou, M. J., Hasan, S. N., Sikder, C., Akter, S., Saha, B. K., Saha, S., Xue, M., Wang, H., Zheng, C., & Hossain, M. G. (2024). Evaluation of the antibacterial potential of mango (*Mangifera indica*) seed kernels in Bangladesh. *Frontiers in Tropical Diseases*, 5, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fitd.2024.1473494>.
- Saliem, A. H. (2018). Antibacterial activity of *Mangifera indica* leaves aqueous and alcoholic extract. *International Journal of Veterinary Science*, 3(3), 117–120. <https://www.ijvets.com/pdf-files/Volume-7-no-3-2018/117-120.pdf>.
- Setiawan, E., Setyaningtyas, T., Kartika, D., & Ningsih, D. R. (2017). Potensi ekstrak metanol daun mangga bacang (*Mangifera foetida* L.) sebagai antibakteri terhadap *Enterobacter aerogenes* dan identifikasi golongan senyawa aktifnya. *Jurnal Kimia Riset*, 2(2), 108. <https://doi.org/10.20473/jkr.v2i2.5753>.
- Simanjuntak, H. A., & Rahmiati, R. (2021). Antibacterial and antifungal activities of patikan kebo (*Euphorbia hirta* L.) herb ethanol extract. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 9(5), 6–9. <https://doi.org/10.22270/ajprd.v9i5.1017>.
- Soesanto, S., Hepziba, E. R., Yasnill2, Sari, A., & Widyarman. (2023). The antibacterial and antibiofilm effect of amoxicillin and *Mangifera indica* L. leaves extract on oral pathogens. *Contemporary Clinical Dentistry*, 2(14), 145–151. <https://doi.org/10.4103/ccd.ccd>.
- Sunari, I. A. R., Musyarrafah, M., Herlinawati, H., & Wanadiatri, H. (2025). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun mangga arum manis (*Mangifera indica* L. var arum manis) terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Malahayati Nursing Journal*, 7(4), 1580–1591. <https://doi.org/10.33024/mnj.v7i4.19261>.
- Tong, S. Y. C., Davis, J. S., Eichenberger, E., Holland, T. L., & Fowler, V. G. (2015). *Staphylococcus aureus* infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 603–661. <https://doi.org/10.1128/CMR.00134-14>.
- Widiastuti, T. C., Fitriati, L., Rahmawati, N., Kumalasari, S., & Putri, F. A. (2023). Uji aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak etanol daun jambu biji dan daun mangga arumanis terhadap *S. Aureus*. *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(3), 911–924. <https://doi.org/10.37874/ms.v8i3.753>.
- Zeraatkar, S., Tahan, M., Rostami, O., Neshani, A., Farsiani, H., Shahsavari, A., Safdari, H., & Hosseini Bafghi, M. (2023). Antibacterial activity of *mangifera indica* seed extracts combined with common antibiotics against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* isolates. *Bioscience Journal*, 39, 1–10. <https://doi.org/10.14393/BJ-v39n0a2023-66760>.