

Tropical Fruit Peel Extracts and Their Potential in Antibacterial Product Formulation: A Literature Review

Nurmi Hasbi^{1*}, Rosyunita¹, Nisa Isnaeni Hanifa², Eusthacius Hagni Wardoyo¹, Adelia Riezka Rahim³

¹Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram Indonesia;

²Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

³Departemen Parasitologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

Article History

Received: October 03th 2025

Revised: October 15th 2025

Accepted: October 21th 2025

*Corresponding Author:

Nurmi Hasbi, Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram Indonesia; Email:

nurmihasbi@unram.ac.id

Abstract: Bacterial infections caused by pathogenic microorganisms remain a serious global health issue, exacerbated by the increasing incidence of antimicrobial resistance. Although synthetic antibacterial agents are effective, concerns have arisen regarding their long-term toxicity, bioaccumulation, and environmental impact. Consequently, the exploration of natural, safe, and eco-friendly antibacterial sources has gained significant attention. Tropical fruit peels, which are abundant agro-industrial by-products, contain diverse bioactive compounds such as flavonoids, tannins, saponins, and alkaloids that exhibit strong antibacterial potential. This literature review systematically evaluates the potential of tropical fruit peel extracts as active ingredients in antibacterial product formulations. Using a systematic review method, articles were collected from databases such as PubMed and Google Scholar, focusing on studies published between 2015–2025 that assessed the antibacterial activity of ethanol extracts from tropical fruit peels against bacteria including *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans*, and *Klebsiella pneumoniae*. The findings indicate that peels of pineapple (*Ananas comosus*), banana (*Musa spp.*), mango (*Mangifera indica*), papaya (*Carica papaya*), pomelo (*Citrus maxima*), mangosteen (*Garcinia mangostana*), and durian (*Durio zibethinus*) show significant antibacterial activity. These extracts have been successfully formulated into antiseptic soaps, hand sanitizers, nanoemulgels, and herbal mouthwashes, offering effective and sustainable alternatives to synthetic antibacterial agents.

Keywords: Antibacterial extract, product formulatio, tropical fruit peel.

Pendahuluan

Infeksi oleh bakteri patogen masih menjadi salah satu masalah kesehatan global dan prevalensinya terus meningkat tiap tahunnya (*Word Health Organization* 2022). Jenis infeksi yang paling sering dilaporkan antara lain infeksi pada kulit, saluran kemih, saluran pernafasan dan saluran pencernaan yang umumnya berkaitan dengan kolonisasi bakteri patogen (Zhou *et al.*, 2022; Gandham *et*

al., 2025). Infeksi tersebut disebabkan oleh koloni bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae* (Ikokwu *et al.*, (2023); Mendelsohn *et al.*, (2023). Kondisi ini tidak hanya menimbulkan beban bagi sistem kesehatan, tetapi juga berdampak signifikan terhadap aspek sosial dan ekonomi akibat meningkatnya biaya perawatan, lamanya rawat inap dan penurunan produktivitas (Fukuta *et al.*, 2022); (*Word Health Organization*, 2024).

Data WHO menunjukkan bahwa pada tahun 2019 resistensi antimikroba secara langsung menyebabkan sekitar 1,27 juta kematian dan berkontribusi pada lebih dari 4,95 juta kematian di seluruh dunia. Kematian yang dilaporkan pada tahun 2021 yaitu sebanyak 4,71 kematian (Naghavi *et al* 2024). Sementara itu studi lain pada tahun 2019 melaporkan sebanyak 33 jenis bakteri patogen menjadi penyebab lebih dari 6 juta kematian global yang menyerang saluran pernafasan dan aliran darah (Ikuta, K. *et al.* 2022). Situasi ini menegaskan bahwa infeksi bakteri patogen khususnya yang bersifat resisten menjadi ancaman global yang membutuhkan upaya pengendalian dan pengembangan agen antimikroba.

Upaya pencegahan penyebaran penyakit infeksi umumnya dilakukan dengan menjaga kebersihan diri dan lingkungan. Salah satu strategi yang banyak diterapkan adalah penggunaan produk antibakteri sintesis dalam kehidupan sehari-hari seperti sabun, *hand sanitizer*, obat kumur maupun produk pembersih rumah tangga. Meskipun efektif, penggunaan senyawa antibakteri sintesis dalam jangka waktu yang panjang dapat menimbulkan banyak permasalahan kesehatan. Risiko efek toksik dan potensi bioakumulasi bahan kimia dalam lingkungan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem kehidupan (Fu *et al.*, 2024; Fukuta *et al.*, 2022). Oleh karena itu dengan meningkatnya kesadaran terhadap isu kesehatan dan lingkungan, pencarian sumber antibakteri alami yang lebih efektif dan ramah lingkungan menjadi semakin penting untuk dilakukan.

Kulit buah tropis merupakan salah satu sumber alternatif potensial yang berasal limbah agroindustri dalam jumlah melimpah, tetapi belum termanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan limbah kulit buah dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa kulit buah tropis, seperti nanas (*Ananas comosus*), pisang (*Musa spp.*), pepaya (*Carica papaya*), jeruk lemon (*Citrus limon*) dan alpukat (*Persea americana*) yang kaya akan senyawa bioaktif termasuk flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid (Zaki *et al.*, 2022)

Pemanfaatan kulit buah tropis tidak hanya sebatas pada uji antibakteri di

laboratorium, akan tetapi juga sudah diaplikasikan ke dalam berbagai produk. Ekstrak kulit lemon telah diformulasikan menjadi sabun padat antiseptik dan terbukti efektif menekan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* (Sinaga *et al.*, 2022). Ekstrak kulit pisang cavendish (*Musa cavendishii*) diformulasikan dalam *handsanitizier* dan (Seli, Rahmawati and Nopratiolova, 2024). Kulit nanas (*Anana comosus*) dalam formulasi nanoemulgel berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus* (Firmansyah, Annisa and Iskandar, 2025). Sementara itu, kulit manggis (*Garcinia mangostana*) dimanfaatkan dalam sediaan obat kumur dan efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab plaque pada gigi (Hendiani *et al.*, 2024).

Berdasarkan uraian diatas, dapat menunjukkan bahwa kulit buah tropis memiliki potensi besar sebagai sumber antibakteri alami yang dapat dikembangkan menjadi berbagai produk kesehatan dan kebersihan. Namun, penelitian terkait pemanfaatan ekstrak kulit buah tropis masih bersifat parsial dan belum terdokumentasikan secara sistematis. Oleh karena itu, *literature review* ini disusun untuk menelaah potensi ekstrak etanol kulit buah tropis dalam formulasi produk antibakteri, sehingga dapat menjadi dasar ilmiah bagi penelitian lanjutan dan inovasi produk berbasis sumber daya lokal yang berkelanjutan

Bahan dan Metode

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Literature Review untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi terkait aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit buah tropis dan penggunaannya dalam formulasi produk. Metode ini dipilih karena memungkinkan peninjauan komprehensif terhadap temuan penelitian sebelumnya, mengidentifikasi tren, kesenjangan penelitian, dan potensi aplikasi praktis dari data yang telah dipublikasikan

Sumber data dan pencarian literatur

Pencarian literatur dilakukan pada database elektronik, yaitu PubMed dan Google Scholar, menggunakan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan Inggris seperti: “ekstrak kulit buah tropis”, “antibakteri”, dan “formulasi produk”.

Pencarian dilakukan secara sistematis mengikuti tahapan prosedur seleksi artikel:

Identifikasi awal artikel berdasarkan kata kunci:

1. Penyaringan judul dan abstrak untuk mengecek relevansi dengan topik.
2. Evaluasi teks lengkap (full text) untuk memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi
3. Pencatatan dan pengelolaan artikel yang memenuhi kriteria menggunakan Mendeley untuk referensi dan duplikasi

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

- Inklusi: Artikel penelitian asli atau review yang membahas aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit buah tropis; publikasi tahun 2015–2025; artikel berbahasa Indonesia atau Inggris; penelitian menggunakan metode uji antibakteri seperti difusi cakram, difusi sumuran, atau minimum inhibitory concentration (MIC); jenis studi eksperimen, observasional, maupun studi formulasi.
- Eksklusi: Artikel yang tidak tersedia dalam bentuk full text; penelitian yang hanya membahas bagian buah selain kulit; artikel populer atau tidak bersumber dari jurnal ilmiah.

Ekstraksi dan Analisis Data

Artikel yang terpilih, data diekstraksi mengenai: jenis kulit buah, metode ekstraksi,

konsentrasi ekstrak, jenis bakteri yang diuji, metode pengujian antibakteri, dan hasil aktivitas antibakteri. Analisis dilakukan secara deskriptif dan tematik, mengelompokkan temuan berdasarkan jenis buah, efektivitas antibakteri, dan jenis produk formulasi. Bila relevan, perbandingan antarstudi dilakukan untuk menilai konsistensi hasil.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Kajian literatur ini menganalisis 10 artikel yang membahas aktivitas antibakteri dari berbagai kulit buah tropis dan hasil produk atau formulasinya. Berdasarkan hasil telaah, seluruh penelitian menunjukkan adanya potensi antibakteri terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif, dengan tingkat efektivitas yang bervariasi tergantung pada jenis buah, pelarut ekstraksi serta bentuk sediaan yang digunakan. Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar kulit buah tropis seperti manggis, nenas, durian, jeruk, pisang, mangga dan pomelo memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Streptococcus mutans*.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Ekstrak Etanol Kulit Buah Tropis dan Aplikasinya Dalam Produk

No	Kulit Buah Tropis	Produk/Formulasi	Metode Uji Antibakteri	Hasil Utama	Penulis (Tahun)
1	Jeruk lemon (<i>Citrus limon</i>)	Sabun padat antiseptik	Difusi cakram	Menghambat <i>S. aureus</i>	Sinaga <i>et al.</i> , (2022)
2	Pisang cavendish (<i>Musa cavendishii</i>)	Hand sanitizier	Difusi sumuran	Menghambat <i>S. aureus</i>	Seli, Rahmawati and Noprailova, (2024)
3	Nenas (<i>Ananas comosus</i>)	Nanoemulgel	Minimum Inhibitor Concentration dan difusi cakram	Menghambat <i>S. aureus</i>	Firmansyah, Annisa and Iskandar, (2025)
4	Manggis (<i>Garcinia mangostana</i>)	Obat kumur	Difusi cakram	Menghambat bakteri penyebab plak gigi	Hendiani <i>et al.</i> , (2024)
5	Pisang ambon (<i>Musa paradisiaca</i>)	Hand sanitizier gel	Difusi sumuran	Menurunkan jumlah koloni bakteri tangan	Nastiti, Ginanjar Putri; Rahmayanti, Mayu; Rezki, (2024)

6	Salak (<i>Salacca zalacca</i>)	Sampo	Difusi kertas cakram	Menghambat pertumbuhan <i>S. aureus</i> dan <i>Candida albicans</i>	Wahyuni <i>et al.</i> , (2024)
7	Durian (<i>Durio zibertinus L</i>)	Polisakarida Gel	Difusi cakram	Menghambat pertumbuhan bakteri <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomona aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella thypii</i> dan Jamur <i>Candida albicans</i>	Sutanto <i>et al.</i> , (2022)
8	Mangga (<i>Mangifera indica</i>)	Sabun antibacterial	Difusi Cakram	Menghambat pertumbuhan <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i>	Somoray (2019)
9	Pomelo (<i>Citrus maxima</i>)	Sabun Cuci tangan	Difusi	Hasilnya sama dengan sabun komersil	Lourdes Betty E. Ochate <i>et al.</i> , (2023)
10	Alpukat (<i>Persea americana</i>)	Salep topikal	<i>Minimum Inhibitor Concentration</i>	Menghamabt pertumbuhan <i>Staphylococcus spp.</i>	Ferreira, Falé and Santos, (2022))

Kandungan fitokimia, kehadiran senyawa flavonpid, tanin, saponin, alkaloid dan terpenoid menjadi faktor utama yang berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri. Senyawa-senyawa tersebut bekerja melalui mekanisme berbeda, antara lain kerusakan membran sel, penghambatan sintesis protein, serta invaksivasi enzim. Pelarut etanol dilaporkan menghasilkan ekstrak dengan daya hambat tertinggi karena dapat melarutkan senyawa fenolik dan flavonoid lebih optimal dibandingkan pelarut polar lain. Secara aplikatif, hasil telaah juga telah menunjukkan bahwa beberapa penelitian telah mengembangkan formulasi ekstrak kulit buah tropis menjadi produk kesehatan dan kebersihan seperti sabun antiseptik, *hand sanitizier*, dan salep topikal. Produk berbasis kulit jeruk dan pisang umumnya digunakan sebagai sabun atau pembersih tangan, sedangkan kulit manggis dan nenas banyak dikembangkan untuk produk perawatan kulit dan mulut. Sebagian besar hasil uji menunjukkan efektivitas yang sebanding dengan produk antibakterial komersial.

Pembahasan

Kulit buah tropis memiliki aktivitas antibakteri yang potensial terhadap sejumlah bakteri patogen umum penyebab infeksi seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus mutans* dan *Klebsiella pneumoniae*. Aktivitas tersebut diuji dengan berbagai metode antara lain difusi cakram, difusi sumuran dan uji konsentrasi hambat minimum (*Minimum Inhibitory Concentration/* (MIC. Hasil kajian ini memperlihatkan bahwa kulit buah tropis memiliki sumber metabolit sekunder yang kaya akan senyawa aktif dan berpotensi sebagai antibakteri. Senyawa bioaktif utama seperti flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid diketahui bekerja melalui mekanisme antibakteri yang berbeda-beda. Flavonoid menyebabkan kerusakan membran sel dengan meningkatkan permeabilitas dan menginduksi kebocoran komponen intraseluler, sedangkan tanin mengaktifasi protein dan enzim bakteri sehingga mengganggu fungsi metabolisme sel (Zaki *et al.*, 2022).

Saponin yang bersifat surfaktan, mampu melisiskan membran sel dan alkaloid menghambat sintesis DNA dan RNA dari bakteri

(Rai *et al.*, 2021). Mekanisme multiple ini tidak hanya menjelaskan efektivitas antibakteri kulit buah tropis, tetapi juga berpotensi menurunkan risiko terbentuknya resistensi bakteri karena target kerja yang lebih luas. Aktivitas ini terutama disebabkan oleh kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid yang memiliki mekanisme kerja berbeda dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Zaki *et al.*, 2022; (Rai *et al.*, 2021). Flavonoid diketahui dapat merusak permeabilitas membran sel dan menyebabkan kebocoran komponen intaseluler. Yan *et al.*, (2024) menyebabkan flavonoid mampu merusak struktur membran sel bakteri dan menghambat sintesis protein dan menyebabkan kematian sel bakteri.

Komponen fenolik dari limbah kulit buah mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara signifikan melalui gangguan metabolisme seluler (Pérez-Flores *et al.*, 2025). Kulit pisang merupakan salah satu sumber antibakterial potensial yang banyak diteliti. Kulit pisang cavendish memiliki aktivitas penghambatan kuat terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat mencapai 14,7 mm pada konsentrasi 30% (Ramadhan *et al.*, 2023). Kandungan utama yang berperan adalah tanin, alkaloid dan flavonoid yang bekerja secara sinergis menekan pertumbuhan bakteri. Kulit buah jeruk bali (grapefruit) kaya polifenol memiliki aktivitas antimikroba yang tidak hanya efektif terhadap bakteri Gram positif, tetapi juga Gram negatif *Pseudomonas aeruginosa* melalui peningkatan permeabilitas membran dan penurunan potensi redoks sel (Ibrahim *et al.*, 2024). Hasil yang diperoleh dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa formulasi berbasis kulit buah tropis dapat diaplikasikan secara praktis dalam bentuk produk kebutuhan sehari-hari.

Hasil uji antibakteri secara konsisten menunjukkan bahwa sebagian besar ekstrak kulit buah tropis mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif khusus *S. aureus* yang merupakan patogen penting penyebab berbagai infeksi kulit dan jaringan lunak (Sinaga *et al.*, (2022); Seli, Rahmawati and Nopratiлова, (2024) dan Firmansyah, Annisa and Iskandar, (2025). Kulit jeruk lemon yang diformulasikan sebagai sabun antiseptik terbukti efektif menekan

pertumbuhan *S. aureus*, sedangkan kulit pisang cavendish dan pisang ambon yang diformulasikan sebagai *hand sanitizer* mampu menurunkan jumlah koloni bakteri pada swab tangan (Seli, Rahmawati and Nopratiлова (2024) (Nastiti, Ginanjar Putri; Rahmayanti, Mayu; Rezki (2024). Kulit nenas yang diformulasikan dalam bentuk nanoemulgel memperlihatkan efektivitas tinggi dengan nilai MIC yang relatif rendah terhadap *S. aureus* (Firmansyah, Annisa and Iskandar, 2025). Kulit manggis yang diolah menjadi obat kumur efektif menghambat bakteri penyebab plak gigi yang menunjukkan potensi pemanfaatan dalam kesehatan mulut serta gigi (Hendiani *et al.*, 2024).

Selain bakteri Gram positif, beberapa kulit buah juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap Gram negatif maupun jamur patogen. Formulasi gel dari kulit durian terbukti memiliki spektrum aktivitas yang luas dan efektif dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Salmonella typhi* serta jamur *Candida albicans* (Wahyuni *et al.*, (2024). Sementara itu, ekstrak kulit mangga yang diformulasikan dalam sabun antibakteri menunjukkan aktivitas terhadap *S. aureus* dan *E. coli* (Somoray, (2019). Kulit pomelo yang diformulasikan sebagai sabun cuci tangan memberikan hasil yang sebanding dengan sabun komersial, memperlihatkan potensi besar untuk diaplikasikan dalam skala industri (Ochate *et al.*, 2023). Adapun salep topikal dari kulit alpukat menunjukkan efektivitas tinggi dalam menghambat *Staphylococcus* spp. dengan metode uji MIC (Ferreira, Falé and Santos, 2022).

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa kulit buah tropis yang selama ini dianggap limbah agroindustri memiliki nilai tambah sebagai sumber antibakteri alami. Aktivitas yang ditunjukkan bervariasi tergantung pada jenis buah, kandungan fitokimia, konsentrasi ekstrak, metode ekstraksi serta bentuk sediaan produk yang digunakan. Namun demikian, tren umum yang dapat dilihat adalah bahwa hampir semua kulit buah tropis menunjukkan potensi antibakteri terhadap *S. aureus* dengan beberapa diantaranya seperti kulit durian, salak dan manggis memperlihatkan aktivitas yang lebih luas mencakup bakteri Gram negatif maupun jamur patogen. Hal ini membuka peluang besar pengembangan produk kesehatan dan kebersihan bahan alam yang lebih aman dan ramah lingkungan, sekaligus

mendukung pengurangan limbah organik dari industri buah tropis. Jika dibandingkan dengan produk antibakteri sintesis, ekstrak kulit buah tropis memiliki keunggulan dari sisi keamanan berkelanjutan.

Produk sintesis seperti trichlosan dan paraben meskipun efektif, namun sering dikaitkan dengan risiko toksisitas dan dampak negatif terhadap lingkungan akibat bioakumulasi (Fu *et al.*, 2024). Sebaliknya, ekstrak kulit buah tropis lebih aman, biodegradable dan sejalan dengan konsep *green pharmacy* serta *circular economy* karena memanfaatkan limbah agroindustri menjadi produk bernilai tambah. Meskipun demikian, efektivitas ekstrak alami masih sangat bervariasi. Sabun berbahan kulit pomelo misalnya, hanya menunjukkan hasil yang sebanding dengan sabun komersial, bukan lebih unggul (Ochate *et al.*, 2023). Hal ini mengindikasikan bahwa standarisasi metode ekstraksi, konsentrasi serta formulasi produk sangat penting agar efektivitasnya dapat konsisten. Selain aspek farmakologis, pemanfaatan kulit buah tropis juga berdampak positif bagi kesehatan masyarakat, lingkungan dan ekonomi. Sebagai limbah agroindustri yang melimpah, kulit buah sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal dan justru berpotensi mencemari lingkungan. Dengan pengolahan menjadi bahan antibakteri, limbah tersebut dapat berubah menjadi produk kesehatan yang bernilai tinggi. Hal ini sejalan dengan upaya pengurangan limbah organik sekaligus membuka peluang usaha berbasis sumber daya lokal yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

Keterbatasan penelitian yang ada harus diakui. Sebagian besar studi masih terbatas pada uji *in vitro*, sehingga efektivitas dan keamanan klinis pada manusia belum sepenuhnya dapat dipastikan. Selain itu, variasi dalam metode ekstraksi, perbedaan konsentrasi dan heterogenitas metode pengujian menyulitkan perbandingan antar penelitian. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan, terutama berupa uji praklinis dan klinis untuk mengevaluasi keamanan serta efektivitas jangka panjang. Arah penelitian masa depan juga dapat difokuskan pada standarisasi kandungan bioaktif, pengembangan kombinasi antar jenis kulit buah untuk sinergi, serta pemanfaatan teknologi nano untuk meningkatkan bioavailabilitas dan kestabilan sediaan. Dengan langkah – langkah tersebut, kulit

buah tropis berpotensi besar dikembangkan menjadi alternatif antibakteri alami yang inovatif, aman, efektif, ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Kulit buah tropis terbukti mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid yang berperan sebagai antibakteri alami dengan efektivitas terhadap bakteri Gram positif, Gram negatif hingga jamur. Pemanfaatan ekstrak kulit buah tropis dalam berbagai formulasi produk kesehatan dan kebersihan berpotensi aman, ramah lingkungan serta mendukung konsep ekonomi sirkular. Untuk menjamin konsistensi, keamanan dan potensi aplikasinya secara luas, diperlukan uji praklinis dan klinis. Hal ini bertujuan untuk menjadikan kulit buah tropis sebagai alternatif antibakteri inovatif yang berkelanjutan dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat maupun industri.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram atas dukungan finansial, dan fasilitas. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, Ketua Jurusan Ilmu Kedokteran, Koordinator Program Studi Kedokteran dan Ketua Program Studi Farmasi yang telah memberikan dukungan administratif dan akademik.

Referensi

- Ferreira, S.M., Falé, Z. and Santos, L. (2022) . Sustainability in Skin Care: Incorporation of Avocado Peel Extracts in Topical Formulations. *Molecules*. 27(6). 1–16. e at: <https://doi.org/10.3390/molecules27061782>.
- Firmansyah, F., Annisa, N. and Iskandar, B. (2025). Pengembangan Formulasi Nanoemulgel Ekstrak Kulit Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus Aureus* Formulation Development Of Nanoemulgel From Pineapple Peel Extract (*Ananas Comosus*) (

- L) Merr) Using Carbopol 940 And Antibacterial Activity Tes. *Jurnal Dunia Farmasi*. 9(2), 132. Available at: <https://doi.org/10.33085/jdf.v9i2.6431>
- Fu, L., Sun, Y., Zhou, J., Li, H. and Liang, S.H (2024). Parabens, Triclosan and Bisphenol A in Surface Waters and Sediments of Baiyang Lake, China: Occurrence, Distribution, and Potential Risk Assessment. *Toxics*. 12(1). Available at: <https://doi.org/10.3390/toxics12010031>.
- Fukuta, Y. , Chua, H., Phe, K. and Lee, E. (2022). Infectious Diseases Management in Wound Care Settings: Common Causative Organisms and Frequently Prescribed Antibiotics. *Advances in Skin and Wound Care*. 35(10). pp. 535–543. Available at: <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000855744.86686.ea>.
- Gandham, P., Mote, R.R. and Arumugam, K. (2025). Antimicrobial Resistance in Lower Respiratory Tract Infections: Insights From Sputum Culture Analysis At a Tertiary Care Hospital in Telangana. *International Journal of Advanced Research*. 13(06). pp. 1715–1720. Available at: <https://doi.org/10.21474/ijar01/21240>.
- Hendiani, I. Fitriani, T.D., Prasetyo, B.D., Bawono, A.B. and Pribadi, I.M.S. (2024). The Effectiveness of Herbal Mouthwash with Mangosteen Peel Extract in Inhibiting Dental Plaque Formation. *European Journal of General Dentistry*. 14(2). pp. 194–202. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-0044-1791502>.
- Ibrahim, F.M. Abdessalam, E., Mohammed, R.S., Ashour W.E.S., Boas, A.A.V., Pintado, M. and Habbasha, E.S.E. (2024). Polyphenol-Rich Extracts and Essential Oil from Egyptian Grapefruit Peel as Potential Antioxidant, Antimicrobial, and Anti-Inflammatory Food Additives. *Applied Sciences (Switzerland)*. 14(7). Available at: <https://doi.org/10.3390/app14072776>.
- Ikokwu, G.M., Oseghale, I.D., Omoregie, I, Okhiria, O.H.R. and Ighile, E.F. (2023). Emerging Trends in Antimicrobial Resistance and Novel Therapeutic Strategies. *International Journal of Pathogen Research*. 12(3). 10–26. Available at: <https://doi.org/10.9734/ijpr/2023/v12i3226>.
- Ikuta, K., Swetschinski, L., Aguilar, G., Sharara, F., Mestrovic, T and Gray, A. (2022) Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*.
- Lourdes. B.E., Ochate, M. astro K.J.C., Arellano V.A.M., Balagonsa, Saldo, I.J.P. and Dandoy, M.J.P. (2023). Evaluation of the Antibacterial Potential of the Pomelo (*Citrus maxima*) Peel Extract Liquid Hand Soap. *American Journal of Microbiological Research*. 11(2). pp. 47–51. Available at: <https://doi.org/10.12691/ajmr-11-2-3>.
- Mendelsohn, E., Ross, N., Torrelío, C.Z., Boeckel, T.P.V., Laxminarayan, R. and Daszak, P. (2023). Global patterns and correlates in the emergence of antimicrobial resistance in humans. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(2007). <https://doi.org/10.1098/rspb.2023.1085>.
- Naghavi, M., Vollset, S. E., Ikuta, K., Murray, C. J. L., Sartorius, B., Stergachis, A., Hay, S., Swetschinski, L., Gray, A., Wool, E., Mestrovic, T., Smith, G., Han, C., Hsu, R., Chalek, J., Araki, D., Chung, E., Raggi, C., Hayoon, A., Weaver, N. and Lindst, A. (2024). *Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. lancet*.
- Nastiti, Ginanjar, Rahmayanti. and Mayu, R.D.F. (2024). Formulation and Physical Evaluation of Hand Sanitizer Gel with Various Concentration Ambon Banana Peel Extract (*Musa paradisiaca* var. sapientum (L)). *Journal Of Food Pharmaceutical Science*, 12(2). Available at: <https://doi.org/10.22146/jfps.11343>.
- Pérez-Flores, J.G., Curiel, L.G.m Esxalante, E.P., Lopez, E.C., Lira, G.YA., Jijon, C.A., Olivares, L.G.G., Santillan, E.S.B., Salinas, I.O.O., Solano, J.A.G., and Torees, L.A.P. (2025). Plant Antimicrobial Compounds and Their Mechanisms of Action on Spoilage and Pathogenic Bacteria: A Bibliometric Study and

- Literature Review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(7), pp. 1–30. Available at: <https://doi.org/10.3390/app15073516>.
- Rai, S., Siwakoti, E.A., Kalfe, A., Devkota, H.P. and Bhattarai, A. (2021). Plant-Derived Saponins: A Review of Their Surfactant Properties and Applications', *Sci*, 3(4), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.3390/sci3040044>.
- Ramadhan, E.L., Retnowati, W., Dewanti, L. and Wahyunitisari, M.R. (2023). Cavendish Banana Peel Extracts Antibacterial Activities Potential as Disinfectant. *JUXTA: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Universitas Airlangga*, 14(2). pp. 100–104. Available at: <https://doi.org/10.20473/juxta.v14i22023.100-104>.
- Seli, A., Rahmawati, D. and Nopratilova, N. (2024). Formulasi dan Uji Efektivitas Hand Sanitizer Ekstrak Kulit Pisang Cavendish (*Musa Cavendishii* Lamb.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacy and Halal Studies*. 1(2), pp. 8–12. Available at: <https://doi.org/10.70608/43d13k69>.
- Sinaga, E.M. Ambarwati, N.F., Aritonang, B.M. and Ritonga, AH. (2022). Pembuatan Sabun Padat Antiseptik Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Lemon (*Citrus Limon* (L.) Burm. F.). *Jurnal Multidisiplin Madani*. 2(2). pp. 877–888. Available at: <https://doi.org/10.54259/mudima.v2i2.449>
- Somoray, M.J.M. (2019). *Mangifera Indica* Linn Fruit Peel Extract as Antibacterial Soap. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*. 3(2), pp. 1207–1208.
- Sutanto, Y.S. Harti, AS., Puspawati, N. and Sutanti, M. (2022). The Effectiveness Antimicrobial of Polysaccharide Gel from Durian Peel Ethanol Extract and Chitosan Gel. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(A), pp. 982–987. Available at: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.997>
- 4.
- Wahyuni, Y.S., Basir, H., Sari, RP. and Husna, A. (2024). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Salak Pondoh (*Salacca Edulis Reinw*) Menjadi Sediaan Sampo Dan Aktivitasnya Terhadap *Staphylococcus epidermidis* Dan *Candida albicans*. *Jurnal Kesehatan Yamsi Makassar*. 8(1). pp. 102–116. Available at: <https://doi.org/10.59060/jurkes.v8i1.32>.
- World Health Organization. (2022). WHO. *Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report 2022*. *Braz Dent J*.
- World Health Organization. (2024). WHO Bacterial Priority Pathogens List 2024: Bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240093461>
- Yan, Y. Xia. X., Fatima, A., Zhang, L., Yuan, G., Lian, F. and Wang, Y. (2024). Antibacterial Activity and Mechanisms of Plant Flavonoids against Gram-Negative Bacteria Based on the Antibacterial Statistical Model. *Pharmaceuticals*, 17(3). Available at: <https://doi.org/10.3390/ph17030292>.
- Zaki I., Farrag, T.E., Mohamedin, A.H., El-Bana, M.I. and Saber, W.I.A. (2022). Antibacterial Activity of Fruit Peels Extracts Against Pathogenic Bacteria. *Alfarama Journal of Basic & Applied Sciences*. 0(0), pp. 0–0. Available at: <https://doi.org/10.21608/ajbas.2022.127957.1094>.
- Zhou, S.AO.Y., Li, J.M., Huang, Q. and Rao, X. (2022). *Staphylococcus aureus* small-colony variants: Formation, infection, and treatment. *Microbiological Research*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127040>.