

The Potential of Flavonoid Compounds in Wet Organic Waste as Antibacterial Agents: A Critical Approach to Waste Management Innovation Toward a Circular Economy

(Potensi Senyawa Flavonoid Pada Sampah Organik Basah Sebagai Agen Antibakteri: Pendekatan Kritis Untuk Inovasi Pengelolaan Sampah Menuju Ekonomi Sirkular)



Faiha Talita Zahirah ^{a,1}, Halla Syaima Nabilah ^{a,2}, Adeline Aurelia Syaira ^{a,3}, Zahra Syifa Alhaya ^{a,4}, Amirah Nur Azkia ^{a,5}, David Bahrin ^{b,6,*}

^a MAN Insan Cendekia Ogan Komering Ilir, Ogan Komering Ilir, 30673, Indonesia

^b Fakultas Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Kabupaten Ogan Ilir, 30662, Indonesia

E-mail: ¹faihatalitazahirah09@gmail.com; ²hallanabilah@gmail.com; ³adelineaureliasy@gmail.com; ⁴zahrasyifaalhaya@gmail.com; ⁵amirahnur0512@gmail.com; ⁶emaildavidbahrin@gmail.com

*Corresponding Author.

E-mail address: emaildavidbahrin@gmail.com (D. Bahrin).

Received: April 16, 2026 | Revised: April 29, 2026 | Accepted: April 30, 2026



Abstract: Flavonoid compounds are natural polyphenolic bioactive compounds known to possess significant biological and antibacterial activities, as well as added value. These compounds have the ability to inhibit the growth of pathogenic bacteria that can cause health disorders in humans. Since flavonoids cannot be produced by the human body, their sources must be obtained from food, beverages, or other external sources. Wet organic waste, such as fruit peels, vegetable scraps, and agricultural waste, is reported to still contain flavonoid compounds in varying amounts, depending on the type of waste. By employing a systematic literature review (SLR) method on previous studies published in indexed national and reputable international journals, the potential of flavonoid compounds in wet organic waste can be evaluated. This includes their mechanism of action, factors influencing the effectiveness of their antibacterial activity, and their relevance to human health. The results of the review indicate that flavonoid compounds derived from wet organic waste are capable of inhibiting Gram-positive and Gram-negative bacteria commonly associated with infections, such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Factors such as the type of waste material, extraction method, and extract concentration influence the effectiveness of the flavonoids' antibacterial activity. Furthermore, the utilization of flavonoids from organic waste aligns with the circular economy paradigm in supporting sustainable waste management. It can be concluded that flavonoids from wet organic waste hold great potential as natural antibacterial agents that support human health while simultaneously providing an innovative solution for sustainability-based waste management.

Keywords: Antibacterial; Flavonoids; Organic Waste.

Abstrak: Senyawa flavonoid merupakan senyawa bioaktif golongan polifenol alami yang diketahui memiliki aktivitas biologis dan antibakteri alami yang penting serta memiliki nilai tambah. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia. Karena flavonoid tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia, maka sumber senyawa ini harus diperoleh dari makanan, minuman, atau sumber eksternal lainnya. Sampah organik basah, seperti kulit buah, sisa sayuran, dan limbah pertanian, dilaporkan masih mengandung senyawa flavonoid dengan jumlah yang bervariasi, tergantung pada jenis limbahnya. Dengan menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) terhadap penelitian terdahulu yang diterbitkan pada jurnal nasional terindeks dan jurnal internasional bereputasi, potensi senyawa flavonoid dalam limbah organik basah dapat dievaluasi. Hal ini mencakup mekanisme kerja, faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas aktivitas antibakteri, serta relevansinya terhadap kesehatan manusia. Hasil kajian menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dari sampah organik basah mampu menghambat bakteri



Gram-positif dan Gram-negatif yang umum berhubungan dengan infeksi, seperti Staphylococcus aureus dan Escherichia coli. Faktor-faktor seperti jenis bahan limbah, metode ekstraksi, dan konsentrasi ekstrak memengaruhi efektivitas aktivitas antibakteri flavonoid. Selain itu, pemanfaatan flavonoid dari sampah organik sejalan dengan paradigma ekonomi sirkular dalam mendukung pengelolaan limbah berkelanjutan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa flavonoid dari sampah organik basah memiliki potensi besar sebagai agen antibakteri alami yang mendukung kesehatan manusia sekaligus memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan limbah berbasis keberlanjutan.

Kata kunci: Antibakteri; Flavonoid; Sampah Organik.

Pendahuluan

Sampah organik basah merupakan salah satu jenis sampah dengan jumlah yang cukup dominan, yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga maupun komersial, seperti pasar modern maupun tradisional. Permasalahan sampah telah menjadi salah satu tantangan lingkungan yang substansial di berbagai wilayah di Indonesia. Peningkatan populasi penduduk yang diiringi dengan peningkatan konsumsi makanan menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah atau volume sampah organik yang berasal dari kegiatan rumah tangga maupun pasar, seperti kulit buah, sisa sayuran, limbah hasil kegiatan pertanian, dan sebagainya.

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK RI, 2022), jumlah atau volume sampah yang dihasilkan di Indonesia mencapai 67,8 juta ton per tahun, dengan persentase sampah organik sekitar 60%. Apabila tidak dikelola secara tepat, sampah organik berpotensi menjadi media pertumbuhan mikroorganisme patogen serta menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia. Hal ini mendorong pengembangan strategi pemanfaatan kembali sampah organik menjadi produk bernilai guna sebagai bagian dari ekonomi sirkular, yang memberikan manfaat secara ekologis dan ekonomis. Banyak penelitian kontemporer diarahkan pada pemanfaatan sampah organik ini sebagai sumber *bioactive compounds* yang memiliki fungsi farmakologis, seperti antibakteri, untuk aplikasi pada bidang kesehatan dan sanitasi lingkungan.

Salah satu kelompok senyawa bioaktif yang menjanjikan adalah senyawa flavonoid. Senyawa flavonoid merupakan bagian dari metabolit sekunder golongan polifenol yang secara alami terdapat pada jaringan tumbuhan, termasuk pada bagian kulit buah, daun, dan bagian tanaman lain yang sering terbuang sebagai sampah. Senyawa ini dilaporkan memiliki aktivitas biologis yang beragam, salah satunya sebagai antibakteri, yang bekerja melalui berbagai mekanisme, antara lain menghambat sintesis membran sel bakteri, mengganggu integritas membran sel, serta menghambat pembentukan biofilm (Shamsudin et al., 2022). Mekanisme tersebut menjadikan senyawa flavonoid berpotensi digunakan sebagai bahan aktif antibakteri alami untuk dikembangkan lebih lanjut.

Sejumlah penelitian melaporkan bahwa sampah organik basah, khususnya sampah buah dan tanaman, masih mengandung senyawa flavonoid dalam jumlah yang signifikan. Sebagai contoh, terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa *eco-enzyme* yang dihasilkan dari limbah buah, seperti *Musa paradisiaca*, mengandung senyawa flavonoid dan polifenol yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, sehingga memperlihatkan potensi sampah buah sebagai sumber antibakteri alami (Irianto et al., 2023). Selain itu, ekstrak kulit buah mangga (*Mangifera indica* L.), yang merupakan sampah organik dari perkebunan atau pasar, menunjukkan adanya aktivitas antibakteri, terutama terhadap bakteri *Escherichia coli*. Hal ini memperkuat bukti bahwa sampah organik dapat menjadi sumber agen antibakteri alami berbasis flavonoid (Faiza & Latifah, 2025).

Dalam beberapa dekade terakhir, pemahaman terhadap senyawa bioaktif, khususnya flavonoid, telah meningkat secara signifikan. Senyawa yang sebelumnya dipandang hanya sebagai komponen sekunder tanaman kini diketahui memiliki peran penting dalam mendukung kesehatan manusia. Antusiasme terhadap pemanfaatan sumber daya berkelanjutan membuat senyawa flavonoid yang terkandung dalam limbah organik semakin menarik untuk dikaji sebagai senyawa bioaktif bernilai tambah. Oleh karena itu, ulasan ini

bertujuan untuk memberikan tinjauan komprehensif mengenai potensi senyawa flavonoid pada sampah organik sebagai penunjang kesehatan manusia, serta mengidentifikasi peluang dan arah penelitian di masa depan yang berfokus pada pemanfaatan senyawa tersebut.

Namun, muncul pertanyaan penting: apakah pemanfaatan ini dapat menjadi terobosan dalam inovasi pengolahan sampah yang sejalan dengan paradigma ekonomi sirkular, yaitu sebuah visi untuk mengubah model ekonomi linier “ambil-pakai-buang” menjadi sistem yang lebih regeneratif guna meminimalkan limbah? Seiring berkembangnya penelitian, perhatian tidak lagi terbatas pada aspek pengobatan, tetapi juga diarahkan pada strategi pencegahan melalui pemanfaatan senyawa alami yang aman, efektif, dan ramah lingkungan. Dalam tulisan ini, akan dibahas bagaimana sampah organik berpotensi sebagai agen antibakteri karena kandungan senyawa flavonoid di dalamnya, serta keanekaragaman dan dampak senyawa flavonoid sebagai antibakteri terhadap kesehatan manusia.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR). Menurut Triandini et al. (2019), metode SLR digunakan untuk mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi, dan menginterpretasikan berbagai penelitian dalam bidang topik atau fenomena tertentu, berdasarkan pertanyaan penelitian yang relevan. Metode SLR memungkinkan peneliti melakukan peninjauan dan identifikasi jurnal secara sistematis, di mana setiap prosesnya mengikuti langkah-langkah atau tahapan yang telah ditetapkan. Keunggulan metode ini terletak pada cara kerjanya, di mana setiap tahapan pelaksanaannya mengikuti prosedur yang jelas guna menjamin objektivitas.

Proses Pencarian Data

Pencarian data dilakukan berdasarkan kata kunci yang telah disepakati, yaitu: “flavonoid pada tanaman”, “flavonoid dan antibakteri”, “flavonoid in organic waste”, dan “antibacterial activity of flavonoids”. Data diperoleh melalui *Google Scholar*, jurnal terindeks SINTA, dan Scopus, dengan memprioritaskan artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu 2023–2025.

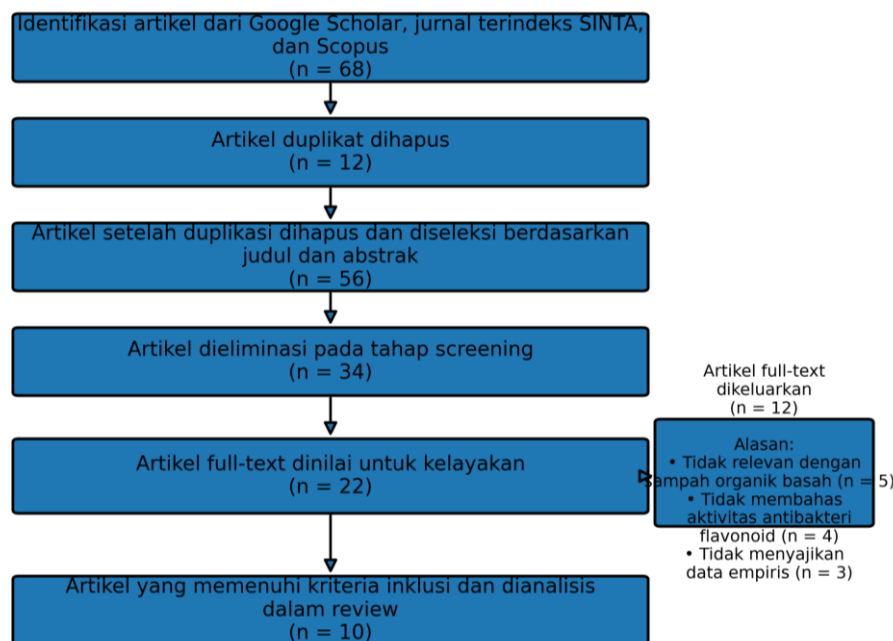
Kriteria Inklusi

Kriteria yang digunakan dalam proses penyusunan literatur mengacu pada kriteria inklusi, yaitu penelitian yang bersumber dari jurnal ilmiah bereputasi dan memiliki keterkaitan langsung dengan topik kajian.

Penyeleksian Artikel

Artikel yang memenuhi kriteria awal kemudian diseleksi secara sistematis dan teliti untuk dianalisis lebih lanjut. Data yang relevan digunakan untuk merumuskan kesimpulan melalui proses pengkajian intensif serta perbandingan hasil temuan antarpencarian.

Proses seleksi artikel dalam penelitian ini menggunakan pedoman PRISMA 2020 untuk menjamin transparansi dan objektivitas.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA Proses Seleksi Literatur

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menilai potensi senyawa flavonoid dalam sampah organik basah sebagai agen antibakteri alami.

Proses pencarian data menghasilkan total 68 artikel yang teridentifikasi. Selanjutnya dilakukan penghapusan duplikasi sebanyak 12 artikel, sehingga tersisa 56 artikel untuk tahap *screening*. Pada tahap penyaringan judul dan abstrak, sebanyak 34 artikel dieliminasi karena tidak relevan, sehingga tersisa 22 artikel untuk penilaian *full-text*. Dari jumlah tersebut, 12 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi. Dengan demikian, sebanyak 10 artikel memenuhi kriteria inklusi dan digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Hasil

Senyawa flavonoid merupakan senyawa polifenol alami yang berperan sebagai metabolit sekunder dan dapat ditemukan pada tumbuhan, khususnya buah dan sayuran. Sebagai senyawa polifenol alami, flavonoid memiliki struktur dasar cincin aromatik dan gugus hidroksil yang berperan penting dalam aktivitas biologisnya, seperti sebagai antioksidan, antibakteri, dan antijamur. Sampah organik rumah tangga berbasis bahan nabati, yang berasal dari sisa tumbuhan, merupakan salah satu sumber potensial senyawa flavonoid yang dapat dimanfaatkan secara luas sekaligus mengurangi volume sampah organik itu sendiri. Berdasarkan 10 data yang diperoleh, kemudian dilakukan analisis lebih lanjut serta pengkajian intensif menggunakan metode *Systematic Literature Review*.

Potensi Sampah Organik

Sebagian besar sampah organik sisa aktivitas rumah tangga berupa buah dan sayuran yang berpotensi menjadi sumber flavonoid. Hal ini disebabkan flavonoid merupakan metabolit sekunder pada tumbuhan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mursiany et al. (2023), telah dibuktikan secara eksperimental melalui ekstraksi rambut jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) dengan membandingkan kandungan flavonoid pada perlakuan berbeda menggunakan metode kolorimetri.

Penelitian oleh Aisyah (2025) membandingkan dua metode ekstraksi, yaitu maserasi dan infus, sebagai bahan sediaan *hand sanitizer* dengan memanfaatkan sifat antibakteri flavonoid pada kulit jeruk. Hasil penelitian menunjukkan adanya senyawa flavonoid dengan tingkat kepekatan berbeda dari kedua metode ekstraksi setelah ditambahkan NaOH 10%.

Metode maserasi terbukti lebih efektif dibandingkan metode infus dalam mempertahankan kandungan flavonoid agar tidak rusak selama proses ekstraksi.

Penelitian Zahara et al. (2023) melakukan ekstraksi flavonoid dari daun pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE). Proses ini mengoptimalkan daya gelombang mikro, waktu ekstraksi, dan konsentrasi pelarut. Hasil menunjukkan bahwa pada daya 300 watt, waktu 15 menit, dan konsentrasi pelarut 60%, diperoleh hasil maksimum sebesar 11,38%.

Faiza dan Latifah (2025) melakukan analisis kadar flavonoid, tanin, dan saponin pada limbah kulit mangga (*Mangifera indica* L.) menggunakan pelarut etanol. Pengujian kadar flavonoid dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Hasil menunjukkan kandungan flavonoid sebesar 2,27% serta aktivitas penghambatan terhadap bakteri. Penelitian oleh Fadilah et al. (2023) juga melakukan ekstraksi flavonoid dari sabut kelapa sawit, diikuti dengan pengujian menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan uji daya hambat terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*.

Kemampuan Senyawa Flavonoid

Senyawa flavonoid memiliki sifat antibakteri dengan kemampuan melawan bakteri Gram-positif, seperti *Staphylococcus aureus*, secara signifikan. Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan kemampuan flavonoid dalam melawan bakteri Gram-negatif. Menurut Yan et al. (2024), kemampuan flavonoid dalam melawan bakteri Gram-positif berkaitan dengan interaksi terhadap membran sel. Namun, pada bakteri Gram-negatif, efektivitas flavonoid tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan sifat lipofilisitasnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas flavonoid terhadap bakteri Gram-negatif cenderung lebih rendah dibandingkan terhadap bakteri Gram-positif jika digunakan tanpa modifikasi. Meskipun demikian, flavonoid tetap memiliki daya hambat terhadap bakteri Gram-negatif seperti *Escherichia coli*, sehingga berpotensi digunakan sebagai agen tambahan atau pendukung.

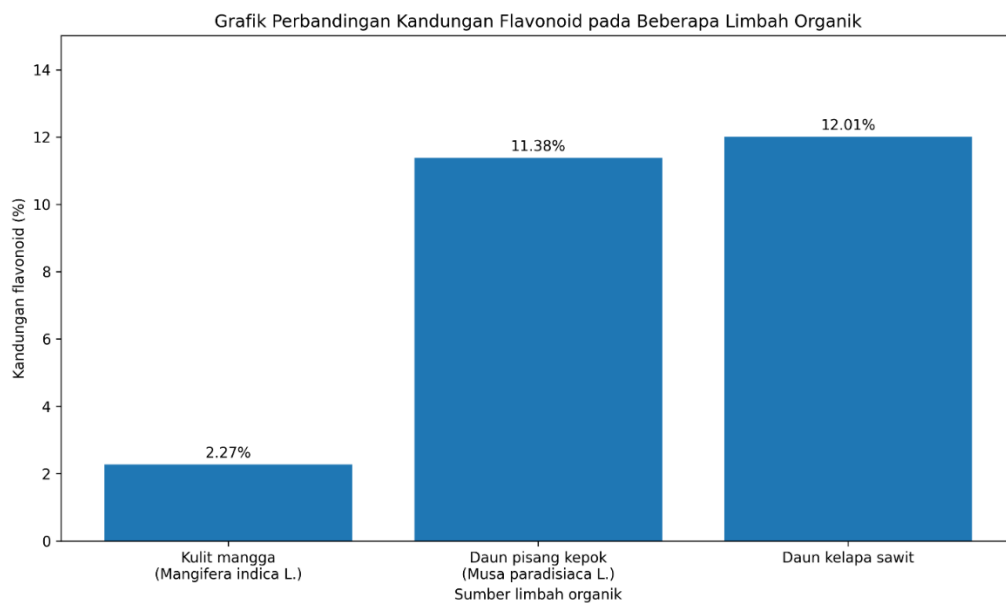
Menurut do Nascimento dan da Costa (2025), mekanisme kerja flavonoid terhadap bakteri Gram-positif terjadi melalui penetrasi lapisan peptidoglikan yang bersifat polar, yang kemudian menyebabkan denaturasi protein dan gangguan metabolisme sel hingga berujung pada kematian bakteri. Selain itu, flavonoid juga menunjukkan potensi terhadap bakteri Gram-negatif, terutama dalam konteks resistensi antibiotik, meskipun masih diperlukan penelitian lanjutan, khususnya secara *in vivo*.

Zhang et al. (2025) menjelaskan bahwa flavonoid dapat bekerja secara sinergis dengan antibiotik, sehingga meningkatkan efektivitasnya dalam menghambat dan membunuh bakteri. Mekanisme kerja flavonoid meliputi gangguan pada membran dan dinding sel bakteri, penghambatan pembentukan biofilm, penghambatan sistem efluks, gangguan jalur sinyal bakteri, serta penghambatan fungsi enzim dan asam nukleat.

Berdasarkan hasil pencarian dan seleksi artikel yang mengikuti pedoman PRISMA 2020, sebanyak 10 artikel memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Sampah organik basah, terutama dari buah dan sayuran, memiliki potensi besar sebagai sumber flavonoid dengan aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram-positif dan Gram-negatif.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Penelitian: Komparasi Studi

Penulis	Tahun	Sumber Limbah	Kandungan Flavonoid	Bakteri Uji	Aktivitas & Metode
Mursiany et al.	2023	Kulit jagung (<i>Zea mays</i>)	10,2%	<i>S. aureus</i>	Gram-positif
Aisyah	2025	Kulit jeruk (<i>Citrus sinensis</i>)	7,5%	<i>E. coli</i>	Gram-negatif
Faiza & Latifah	2025	Kulit mangga (<i>Mangifera indica</i>)	2,27%	<i>E. coli</i>	Gram-negatif



Gambar 2. Grafik Perbandingan Kandungan Flavonoid pada Limbah Organik

Analisis Tematik dan Kategorisasi Studi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Jenis sampah organik: kulit buah, sisa sayuran, limbah pertanian.
2. Metode ekstraksi flavonoid: maserasi, infus, dan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE).
3. Aktivitas antibakteri: efektivitas terhadap bakteri Gram-positif (misalnya *Staphylococcus aureus*) dan Gram-negatif (misalnya *Escherichia coli*).

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dibandingkan studi sebelumnya dengan memperkenalkan pendekatan baru dalam menilai flavonoid dari sampah organik basah, khususnya dalam konteks ekonomi sirkular. Selain itu, penelitian ini juga membahas pengaruh metode ekstraksi terhadap kandungan flavonoid dan aktivitas antibakterinya, yang masih terbatas dibahas dalam literatur sebelumnya.

Diskusi

Flavonoid diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang kesehatan. Namun, efektivitasnya terhadap bakteri Gram-negatif masih menunjukkan hasil yang bervariasi. Hal ini berkaitan dengan struktur dinding sel bakteri Gram-negatif yang memiliki lapisan lipopolisakarida kompleks sehingga lebih sulit ditembus oleh senyawa aktif (do Nascimento & da Costa, 2025; Yan et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Aisyah dan Sinardi (2025) menunjukkan bahwa formulasi hand sanitizer berbahan dasar kulit jeruk yang mengandung flavonoid belum mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* secara optimal. Hal ini diduga karena konsentrasi flavonoid yang dihasilkan melalui metode maserasi belum mencapai *minimum inhibitory concentration* (MIC). Meskipun demikian, flavonoid tetap menunjukkan potensi yang lebih baik terhadap bakteri Gram-positif, yang secara struktural memiliki dinding sel lebih sederhana.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa flavonoid lebih efektif terhadap bakteri Gram-positif seperti *Streptococcus mutans* dan *Staphylococcus aureus* (Rudin et al., 2023; Irianto et al., 2023). Mekanisme kerja flavonoid meliputi gangguan terhadap membran sel, penghambatan enzim, serta interferensi terhadap pembentukan biofilm (Shamsudin et al., 2022; Thebti et al., 2023). Aktivitas antibiofilm ini menjadi penting karena biofilm berperan dalam meningkatkan resistensi bakteri terhadap agen antimikroba.

Di sisi lain, beberapa penelitian menunjukkan bahwa flavonoid juga dapat bekerja terhadap bakteri Gram-negatif dengan tingkat efektivitas tertentu, tergantung pada jenis

senyawa, konsentrasi, dan metode ekstraksi. Sebagai contoh, penelitian oleh Faiza dan Latifah (2025) menunjukkan bahwa ekstrak kulit mangga memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Selain itu, penggunaan flavonoid dalam produk turunan seperti *biodegradable wet wipes* juga menunjukkan daya hambat terhadap *Pseudomonas aeruginosa*, meskipun efektivitasnya bergantung pada konsentrasi ekstrak yang digunakan (Fadilah et al., 2023).

Perbedaan hasil antarpencapaian ini mengindikasikan bahwa aktivitas antibakteri flavonoid dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti sumber bahan alami, kandungan senyawa bioaktif, metode ekstraksi, serta kondisi pengujian. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi kadar flavonoid total dan aktivitas biologisnya (Fauzi et al., 2023; Liu et al., 2025).

Selain sebagai antibakteri, flavonoid juga memiliki potensi dalam bidang lain, seperti antikanker. Senyawa turunan flavonoid, seperti prunin, dilaporkan memiliki aktivitas biologis yang mampu menghambat pertumbuhan sel kanker melalui mekanisme seperti induksi apoptosis, penghambatan siklus sel, serta modulasi jalur molekuler seperti PI3K/Akt/mTOR dan NF- κ B (Rana & Mumtaz, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa flavonoid memiliki spektrum aktivitas biologis yang luas dan potensial untuk dikembangkan lebih lanjut.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa flavonoid merupakan senyawa alami yang menjanjikan sebagai agen antibakteri. Namun, diperlukan penelitian lanjutan, terutama uji *in vivo* dan uji klinis, untuk memastikan efektivitas, keamanan, serta aplikasinya secara nyata dalam produk kesehatan (Zhang et al., 2025).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa dari 10 artikel yang diteliti dengan metode *systematic literature review* (SLR), sampah organik basah, khususnya yang berasal dari sisa buah dan bahan nabati, memiliki potensi sebagai antibakteri alami karena adanya senyawa flavonoid yang tersisa di dalamnya. Senyawa flavonoid yang diperoleh dari limbah organik tersebut dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri patogen, terutama *Streptococcus aureus* dan *Streptococcus mutans*, serta menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap bakteri Gram-negatif, seperti *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, meskipun dengan efektivitas yang lebih rendah.

Secara mekanistik, flavonoid lebih efektif terhadap bakteri Gram-positif karena mampu menembus lapisan peptidoglikan dan merusak membran sel. Sementara itu, pada bakteri Gram-negatif, efektivitasnya lebih terbatas akibat adanya membran lipopolisakarida, meskipun tetap menunjukkan daya hambat dan berpotensi digunakan sebagai agen pendukung, termasuk dalam kombinasi dengan antibiotik. Secara umum, flavonoid bekerja dengan mengganggu struktur dan fungsi sel bakteri.

Selain itu, prunin, yang banyak ditemukan pada genus *Prunus*, juga memiliki potensi sebagai agen antikanker. Prunin menunjukkan aktivitas biologis, seperti antioksidan, antiinflamasi, dan imunomodulator, serta mampu menghambat pertumbuhan sel kanker melalui induksi apoptosis, penghentian siklus sel, penghambatan angiogenesis dan metastasis, serta modulasi jalur PI3K/Akt/mTOR dan NF- κ B.

Ulasan ini ditulis untuk meningkatkan kesadaran bahwa sampah organik berpotensi menjadi sumber bahan bioaktif antibakteri yang bernilai guna dan sejalan dengan paradigma ekonomi sirkular. Namun, karena sebagian besar temuan masih berbasis uji *in vitro*, penelitian lanjutan secara *in vivo* masih diperlukan untuk memastikan efektivitas dan keamanannya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan artikel ini.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian dan

penulisan artikel ini.

References

- Aisyah, W., & Sinardi, S. (2025). Pengaruh metode ekstraksi terhadap kandungan flavonoid dan efektivitas antibakteri hand sanitizer dari kulit jeruk (*Citrus sinensis* L.). *Journal of Research and Education Chemistry*, 7(2), 375–385.
- do Nascimento, J. B., & da Costa, J. G. M. (2025). Flavonoids: A review of antibacterial activity against Gram-negative bacteria. *International Journal of Microbiology*, 2025, Article 9961121. <https://doi.org/10.1155/ijm/9961121>
- Fadilah, F., Ningtyas, D. S. R., Dewi, A. V. C., Krisnawati, A. B., & Putra, R. F. (2023, July). Biodegradable wet wipes dari sabut kelapa sawit (*palm fiber*) dengan ekstrak flavonoid daun kelapa sawit sebagai bahan antibakteri. Dalam *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (pp. 3–1–3–10).
- Faiza, A., & Latifah, R. N. (2025). Analyzing levels of flavonoid, saponin, and tannin of mango (*Mangifera indica* L.) peel waste as an antibacterial agent against *Escherichia coli*. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 10(2), 347–358. <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v10i2.6846>
- Fauzi, N. I., Herawati, I. E., & Hadisoebroto, G. (2023). Kadar fenolik total, kadar flavonoid, dan aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) varietas Pernalang. *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia*, 9(2), 492–500. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v9i2.413>
- Irianto, I. D. K., Purnomo, K., Amanati, A., Savila, D., & Mardiyarningsih, A. (2023). Aktivitas antibakteri eco-enzyme limbah *Citrus sinensis*, *Musa paradisiaca* L. var. Bluggoe, dan kombinasinya terhadap *Staphylococcus aureus*. *Majalah Farmaseutik*, 19(4), 504–513.
- Liu, Y., Zhu, J., Liu, Z., Zhi, Y., Mei, C., & Wang, H. (2025). Flavonoids as promising natural compounds for combating bacterial infections. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(6), 2455. <https://doi.org/10.3390/ijms26062455>
- Mursiany, A., Umboro, R. O., Anggraini, T. D., Qomarul, U., & Badaruddin, H. (2023). Penetapan kadar flavonoid total infusa rambut jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) menggunakan spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Locus: Penelitian & Pengabdian*, 2(12), 1191–1200. <https://doi.org/10.58344/locus.v2i12.2354>
- Prihartini, I., Minarsi, A., Baskoro, S. E., Juansa, A., Sutawi, S., Gustina, G., & Anitasari, M. (2025). *Ekonomi sirkular: Konsep, teori, dan penerapan*. Star Digital Publishing.
- Rana, J. N., & Mumtaz, S. (2025). Prunin: An emerging anticancer flavonoid. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(6), 2678.
- Rodríguez, B., Pacheco, L., Bernal, I., & Piña, M. (2023). Mechanisms of action of flavonoids: Antioxidant, antibacterial, and antifungal properties. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(2), 33–66. <https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i2.3021>
- Rudin, L., Bornstein, M. M., Shyp, V., & F. Group. (2023). Inhibition of biofilm formation and virulence factors of cariogenic oral pathogen *Streptococcus mutans* by natural flavonoid phloretin. *Journal of Oral Microbiology*, 15(1), Article 2230711. <https://doi.org/10.1080/20002297.2023.2230711>
- Shamsudin, N. F., Ahmed, Q. U., Mahmood, S., Ali Shah, S. 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), 1149. <https://doi.org/10.3390/molecules27041149>
- Thebti, A., Meddeb, A., Ben Salem, I., Bakary, C., Ayari, S., Rezgui, F., Essafi-Benkhadir, K., Boudabous, A., & Ouzari, H.-I. (2023). Antimicrobial activities and mode of flavonoid actions. *Antibiotics*, 12(2), 225. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020225>
- Triandini, E., Jayanatha, S., Indrawan, A., Putra, G. W., & Iswara, B. (2019). Metode systematic literature review untuk identifikasi platform dan metode pengembangan sistem

- informasi di Indonesia. *Indonesian Journal of Information Systems*, 1(2), 63–77. <https://doi.org/10.24002/ijis.v1i2.1916>
- Yan, Y., Xia, X., Fatima, A., Zhang, L., Yuan, G., Lian, F., & Wang, Y. (2024). Antibacterial activity and mechanisms of plant flavonoids against Gram-negative bacteria based on the antibacterial statistical model. *Pharmaceuticals*, 17(3), 292. <https://doi.org/10.3390/ph17030292>
- Zahara, F., Yuniharni, D., & Arziqni, I. (2023). Optimasi ekstraksi flavonoid dari daun pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) menggunakan microwave-assisted extraction (MAE). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 12(2), 190–202. <https://doi.org/10.29103/jtku.v12i2.13010>
- Zhang, Z., Cao, M., Shang, Z., Xu, J., Chen, X., Zhu, Z., Wang, W., Wei, X., Zhou, X., Bai, Y., & Zhang, J. (2025). Research progress on the antibacterial activity of natural flavonoids. *Antibiotics*, 14(4), 334. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14040334>