

TINJAUAN LITERATUR: POTENSI TANAMAN OBAT SEBAGAI SUMBER ANTIOKSIDAN ALAMI

Nurul Safirah Safrudin, Fahrauk Faramayuda*, Ari Sri Windyaswari

Fakultas Farmasi, Universitas Jenderal Ahmad Yani, Cimahi. Jawa Barat. Indonesia

*Penulis Korespondensi: fahrauk.faramayuda@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Stres oksidatif merupakan pemicu utama penyakit degeneratif, sementara antioksidan sintesis memiliki resiko efek samping. Kebutuhan akan antioksidan alami yang aman mendorong eksplorasi tanaman obat, yang kaya akan senyawa berpotensi sebagai antioksidan. Khususnya yang mengandung senyawa flavonoid, dan polifenol yang menjadi alternatif penting mengatasi keterbatasan antioksidan. Kajian sistematis ini bertujuan untuk mengklasifikasikan senyawa antioksidan dari tanaman obat berdasarkan golongan fitokimianya dan menganalisis potensi terapinya berdasarkan bukti farmakologis terkini. Penyusunan kajian dilakukan dengan menelusuri artikel ilmiah dari tahun 2015 hingga 2025 yang dicari melalui PubMed, Google Scholar, Garuda. Telaah literatur periode 2015-2025 menyeleksi 15 artikel yang memenuhi kriteria uji aktivitas antioksidan. Hasil review diperoleh senyawa antioksidan dominan berdasarkan struktur kimia menjadi fenol, polifenol, flavonoid, kuersetin, serta flavonoid-hidrokuinon, yang ditemukan pada beberapa tanaman (Tabel 1). Tanaman yang konsisten dilaporkan sebagai sumber antioksidan meliputi Reundeu (*Strougyne elongata*), Kelor (*Moringa oleifera*), Salam (*Eugenia polyantha*), Semanggi (*Marsilea crenata*), Mangga (*Mangifera indica*), Kayu raru (*Cotylelobium lanceolatum*), Kersen (*Muntingia calabura*) dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan kuat hingga sedang berdasarkan metode DPPH dan FRAP. Secara keseluruhan, temuan menegaskan bahwa aktivitas antioksidan berkorelasi dengan struktur (jumlah/posisi gugus -OH, sistem konjugasi, dan kemampuan kelasi logam). Namun demikian, senyawa masih menghadapi tantangan terkait stabilitas dan bioavailabilitas rendah, sehingga pendekatan berbasis nanoteknologi berpotensi meningkatkan efektivitas sediaan. Kajian ini menyimpulkan bahwa sembilan tanaman yang dikaji mengandung senyawa antioksidan potensial dengan kuersetin dan flavonoid sebagai senyawa paling aktif, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai kandidat bahan baku fitofarmaka berbasis antioksidan alami di Indonesia

Kata Kunci : Stress Oksidatif, Antioksidan alami, Tanaman Obat, flavonoid, polifenol, fitofarmaka.

Abstract

Oxidative stress is a major driver of degenerative diseases, while synthetic antioxidants may pose long-term safety risks. The need for safer natural antioxidants has accelerated the exploration of medicinal plants, which are rich in bioactive compounds with antioxidant potential, particularly flavonoids and polyphenols. This systematic review aimed to classify antioxidant compounds from medicinal plants according to their phytochemical groups and to appraise their therapeutic potential based on recent pharmacological evidence. Articles published between 2015 and 2025 were retrieved from PubMed, Google Scholar, Garuda. Fifteen studies met the inclusion criteria for antioxidant activity testing. The review identified dominant antioxidant constituents, classified by chemical structure, including phenols, polyphenols, flavonoids, quercetin, and flavonoid-hydroquinone derivatives, reported across multiple plant species (Table 1). Plants consistently described as antioxidant sources were reundeu (*Straurogyne elongata*), moringa (*Moringa oleifera*), Indonesian bay leaf (*Eugenia polyantha*), water clover (*Marsilea crenata*), mango leaves (*Mangifera indica*), raru wood (*Cotylelobium lanceolatum*), and Jamaican cherry (*Muntingia calabura*), exhibiting moderate to strong antioxidant activity mainly in DPPH and FRAP assays. Overall, the findings indicate that antioxidant activity correlates with structural features such as the number and position of hydroxyl (-OH) groups, conjugated systems, and metal-chelating capacity. However, these compounds still face challenges related to poor stability and low bioavailability, suggesting that nanotechnology-based delivery systems may enhance formulation effectiveness. In conclusion, the plants reviewed contain promising antioxidant constituents, with quercetin and flavonoids emerging as the most active compounds, supporting their development as candidates for natural antioxidant-based phytopharmaceutical raw materials in Indonesia.

Keywords: Oxidative stress, Natural antioxidants, Medicinal plants, Flavonoids, Polyphenols, Phytopharmaceuticals.

PENDAHULUAN

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menangkap atau menetralkan radikal bebas, sehingga mencegah kerusakan sel yang lebih luas. Keberadaan radikal bebas dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan stres oksidatif, yaitu kondisi ketika kapasitas sistem antioksidan tubuh tidak mampu mengimbangi jumlah radikal yang diproduksi. Stres oksidatif telah dikaitkan dengan berbagai gangguan kesehatan kronis, termasuk kanker, diabetes melitus, penyakit kardiovaskular, dan penyakit degeneratif lainnya. Kondisi ini mendorong kebutuhan akan senyawa antioksidan yang efektif dan aman untuk pencegahan maupun terapi penyakit terkait stres oksidatif.

Saat ini, berbagai senyawa antioksidan sintesis telah digunakan secara luas. Namun, laporan mengenai potensi efek samping dari penggunaannya dalam jangka panjang menjadikan eksplorasi sumber antioksidan alami sebagai kebutuhan mendesak. Tanaman obat menjadi salah satu fokus utama dalam pencarian tersebut karena mengandung beragam senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, polifenol, fenol, tanin, saponin, dan alkaloid yang telah dibuktikan memiliki kemampuan menangkap radikal bebas (Tungmunthum *et al.*, 2018). Keberagaman senyawa bioaktif pada tanaman obat ini membuka peluang besar bagi pengembangan antioksidan alami sebagai alternatif yang lebih aman.

Kemajuan penelitian dalam satu dekade terakhir telah memperluas pemahaman mengenai hubungan antara struktur kimia dan aktivitas antioksidannya. Pengelompokan senyawa berdasarkan struktur kimianya terbukti tidak hanya bersifat klasifikasi semata, tetapi juga

memiliki dampak langsung terhadap kemampuan menetralkan radikal bebas, kestabilan senyawa, serta tingkat ketersediaan hayati di dalam tubuh (Lang *et al.*, 2024). Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan berbasis struktur kimia menjadi penting dalam mengevaluasi potensi antioksidan dari tanaman obat secara lebih akurat. Namun demikian, informasi mengenai tanaman yang berpotensi sebagai antioksidan masih tersebar di berbagai publikasi dan belum terintegrasi secara komprehensif dalam satu kajian. Beberapa review terdahulu telah membahas aktivitas antioksidan dari tanaman obat, namun masih memiliki sejumlah keterbatasan. Sebagian besar review hanya melaporkan hasil uji aktivitas antioksidan total tanpa mengelompokkan senyawa aktif berdasarkan golongan struktur kimianya secara sistematis. Banyak kajian yang belum memuat literatur terbaru dalam rentang 10 tahun terakhir (2015-2025), sehingga belum mencerminkan perkembangan penelitian terkini. Tanaman lokal Indonesia yang memiliki nilai etnofarmakologi tinggi belum banyak dibahas secara khusus dalam review yang komprehensif. Belum ditemukan review yang secara eksplisit mengaitkan klasifikasi struktur kimia senyawa antioksidan dengan aspek stabilitas dan bioavailabilitas, yang justru menjadi faktor kritis dalam pengembangan sediaan herbal dan fitofarmaka.

Review ini berbeda dari kajian sebelumnya karena mengelompokkan senyawa antioksidan dari tanaman obat berdasarkan golongan struktur kimianya (fenol, polifenol, flavonoid, kuersetin, dan flavonoid-hidrokuinon), bukan hanya berdasarkan hasil aktivitas total, serta mengintegrasikan data dari literatur terkini (2015–2025) dengan penekanan pada tanaman lokal

Indonesia sebagai kandidat sumber bahan baku alami. Tujuan kajian ini adalah menyajikan pemutakhiran informasi mengenai berbagai jenis tanaman yang memiliki potensi sebagai antioksidan, serta mengklasifikasikan senyawa aktifnya berdasarkan golongan fitokimia dan struktur kimianya. Ruang lingkup review mencakup tanaman lokal Indonesia maupun tanaman asing yang telah dilaporkan mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas antioksidan, berdasarkan studi yang dipublikasikan dalam rentang 2015–2025 dan diuji menggunakan metode standar seperti DPPH, FRAP, atau ABTS, serta teknik isolasi dan identifikasi senyawa. Kontribusi kajian ini diharapkan dapat memperluas pemahaman mengenai hubungan struktur–aktivitas senyawa antioksidan, membantu seleksi kandidat bahan baku untuk pengembangan sediaan herbal dan fitofarmaka, serta memberikan arah bagi penelitian lanjutan terkait peningkatan stabilitas dan bioavailabilitas senyawa antioksidan alami.

Metode Penelitian

Metode penyusunan penelitian dilakukan dengan pendekatan structured literature review dengan tujuan memetakan dan mengklasifikasikan senyawa antioksidan dari tanaman obat berdasarkan struktur kimianya. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan sintesis literatur secara sistematis namun tetap fleksibel dalam mengakomodasi keragaman desain studi primer yang tersedia.

Penelusuran literatur dilakukan melalui tiga database ilmiah utama, yaitu PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Google Scholar (scholar.google.co.id), dan Garuda

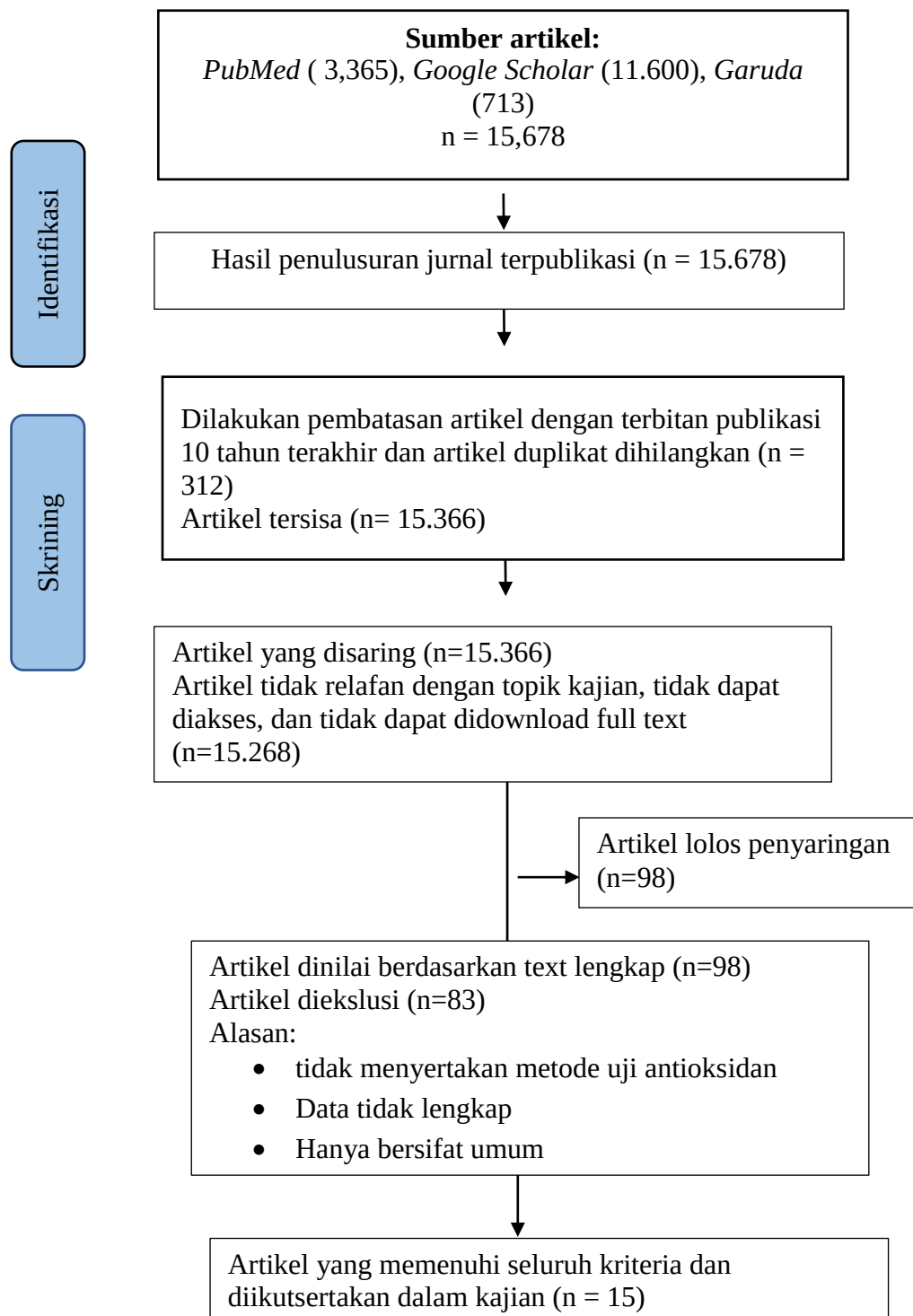
(garuda.kemdikbud.go.id). Pencarian dilakukan pada bulan Januari–Maret 2025 dengan rentang publikasi tahun 2015–2025.

Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dengan “aktivitas antioksidan”, “tanaman obat”, “senyawa bioaktif”, “ekstrak tanaman”. Pencarian dilakukan pada field judul, abstrak, dan kata kunci dengan filter bahasa Indonesiadan Inggris. Kriteria inklusi mencakup artikel berbahasa Indonesia atau inggris yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir (2015–2025), berbahasa Indonesia maupun inggris yang membahas aktivitas antioksidan dari tanaman terbaru melalui metode pengujian aktivitas antioksidan (misalnya DPPH, FRAP), serta uji isolasi dan hasil identifikasi senyawa dengan menggunakan berbagai teknik seperti FTIR, HPLC, dan NMR. Adapun kriteria eksklusi mencakup: (1) artikel berupa editorial, opini, short communication, atau laporan singkat tanpa data eksperimental; (2) studi yang tidak melaporkan metode uji antioksidan secara eksplisit; (3) penelitian yang hanya membahas toksisitas tanpa pengujian aktivitas antioksidan; dan (4) artikel dengan data tidak lengkap atau tidak dapat diverifikasi.

Proses seleksi artikel dilakukan melalui empat tahapan. Pada tahap pertama, penelusuran awal melalui seluruh database menghasilkan total 15.678 artikel (PubMed: 3.365; Google Scholar: 11.600; Garuda: 713). Pada tahap kedua, sebanyak 312 artikel duplikat dihilangkan, sehingga tersisa 15.366 artikel. Tahap ketiga berupa screening berdasarkan judul dan abstrak, yang menghasilkan eliminasi sebanyak 15.268 artikel yang tidak relevan dengan topik kajian, menyisakan 98 artikel. Pada tahap keempat, dilakukan penilaian

kelayakan berdasarkan full-text, di mana 83 artikel dieksklusi karena tidak memenuhi kriteria (tidak menyertakan metode uji antioksidan, data tidak lengkap, atau hanya bersifat toksikologi umum).

Dengan demikian, sebanyak 15 artikel ditetapkan memenuhi seluruh kriteria dan diikutsertakan dalam kajian ini. Proses seleksi diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1 : Alur Penelusuran Artikel

Data dari setiap artikel yang terpilih diekstraksi secara sistematis meliputi: (a) nama dan spesies tanaman; (b) bagian tanaman yang

diuji (daun, kulit batang, atau akar); (c) jenis pelarut ekstraksi yang digunakan; (d) golongan senyawa bioaktif dominan yang teridentifikasi; (e)

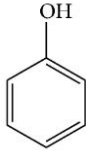
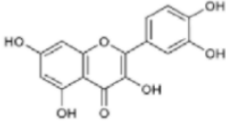
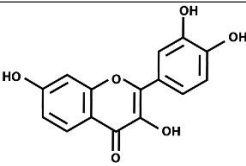
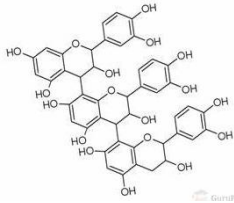
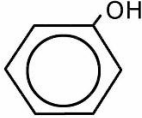
metode uji aktivitas antioksidan. Seluruh data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif melalui pendekatan sintesis naratif terstruktur, dengan membandingkan kekuatan aktivitas antioksidan antar tanaman serta mengaitkannya dengan karakteristik struktur kimia senyawa aktif yang terkandung.

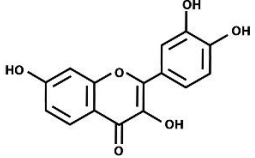
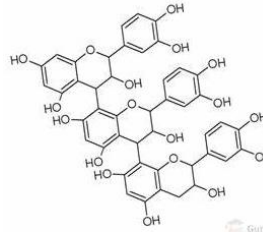
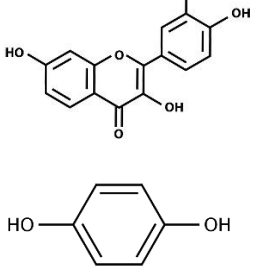
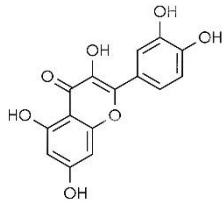
Hasil

Berdasarkan hasil telaah terhadap 15 jurnal ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi, ditemukan bahwa berbagai jenis tanaman memiliki senyawa bioaktif yang menunjukkan aktivitas antioksidan. Hasil telaah menunjukkan bahwa kesembilan tanaman yang dikaji mengandung senyawa

bioaktif dengan aktivitas antioksidan yang bervariasi. Untuk memberikan gambaran yang komprehensif, temuan dirangkum berdasarkan tiga aspek utama: (1) profil tanaman dan senyawa dominan, (2) metode uji dan tingkat aktivitas antioksidan, serta (3) tren temuan lintas studi. Bagian tanaman yang paling banyak digunakan sebagai sumber ekstrak adalah daun (7 dari 9 tanaman), diikuti oleh kulit batang (1 tanaman). Pelarut yang paling sering digunakan dalam proses ekstraksi adalah etanol dan metanol, yang tergolong pelarut polar dan efektif dalam mengekstraksi senyawa fenolik. Untuk memperjelas, berikut disajikan Tabel 1.

Tabel. 1 Tanaman yang memiliki senyawa aktif antioksidan

No.	Tanaman	Senyawa Bioaktif	Struktur Senyawa	Metode Uji	Referensi
1.	Daun Reundeu (<i>Straurogyne elongata</i> (Nees) Kuntze).	Fenol		DPPH	Mulya <i>et al</i> (2023)
2.	Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lam)	Kuersetin		DPPH	(El-sherbiny <i>et al.</i> , 2024)
3.	Daun Salam (<i>Eugenia polyantha</i>)	Flavonoid		DPPH	(Wilapangga & Sari, 2018)
4.	Daun Semanggi (<i>Marsilea crenata</i> C. Presl)	Polifenol		FRAP	(Adila <i>et al.</i> , 2024)
5.	Daun Mangga (<i>Mangifera indica</i> L.)	Fenol		DPPH, FRAP	(Nurdianti, L., Rahmiyani, 2016)

6.	Daun Afrika (<i>Vernonia amygdalina</i> Del.)	Flavonoid		DPPH	(Nurul Fatimah, 2020)
7.	Daun Jati (<i>Tectona grandis</i>)	Polifenol		FRAP	(Fitriyati & Wahyu Septiani, 2024)
8.	Kayu Raru (<i>Cotylelobium lanceolatum Craib</i>)	Flavonoid - Hidrokuinon		DPPH	(Rossa et al., 2023)
9.	Daun Kersen (<i>Muntingia calabura</i> L.)	Kuersetin		DPPH	(Khotimah & Chatri, 2024)

Berdasarkan sintesis data dari 15 artikel, diperoleh pola temuan utama dari aspek golongan senyawa dominan yang paling sering di laporkan, ditemukan 6 dari 9 tanaman, diikuti oleh fenol (3 tanaman) dan polifenol (2 tanaman). Kuersetin secara spesifik teridentifikasi sebagai flavonoid dengan frekuensi kemunculan tertinggi, ditemukan pada daun kelor dan kersen. dari aspek bagian tanaman, daun merupakan bagian yang paling dominan digunakan sebagai sumber ekstrak, yang mengindikasikan bahwa organ fotosintesis cenderung mengakumulasi metabolit sekunder antioksidan lebih tinggi dibandingkan bagian tanaman lainnya. dari aspek metode uji, DPPH merupakan metode yang paling banyak digunakan (7 dari 9 artikel) diikuti oleh FRAP (3

artikel). Sebagian artikel menggunakan kombinasi kedua metode untuk memperkuat validitas hasil.

Pengujian terhadap aktivitas antioksidan ekstrak tanaman tersebut menunjukkan variasi efektivitas. Beberapa ekstrak, seperti daun kelor dan daun kersen, memiliki nilai IC₅₀ yang rendah, mengindikasikan aktivitas antioksidan yang tinggi. Selain itu, peningkatan konsentrasi ekstrak pada uji FRAP umumnya meningkatkan daya reduksi ion feri menjadi fero, sebagaimana terlihat pada ekstrak semanggi. Data-data tersebut mendukung bahwa tanaman-tanaman ini merupakan sumber potensial senyawa aktif dengan kapasitas antioksidan yang beragam, tergantung pada jenis tanaman, bagian yang digunakan, serta metode ekstraksi dan uji dilakukan.

Pembahasan

Flavonoid sebagai senyawa antioksidan paling dominan

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa flavonoid merupakan golongan senyawa yang paling sering dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan, yaitu ditemukan pada 6 dari 9 tanaman. Sementara itu, fenol sederhana hanya ditemukan pada 3 tanaman. Dominansi flavonoid ini dapat dijelaskan melalui perbedaan struktur kimia. Flavonoid memiliki dua cincin aromatik dengan sistem konjugasi yang memungkinkan pembentukan radikal fenolik yang lebih stabil setelah mendonorkan atom hidrogen kepada radikal bebas. Beberapa flavonoid seperti quersetin dan kaempferol dinilai memiliki aktivitas tertinggi dalam uji DPPH dan FRAP dibandingkan flavonoid lain (Chen et al., 2023). Selain itu, struktur polifenol yang fleksibel juga memungkinkan untuk membentuk ikatan hidrogen dan berinteraksi secara hidrofobik (tidak suka air) dengan bagian protein. Jika polifenol memiliki tambahan gula (*glikosilasi*), hal ini juga bisa mempengaruhi bentuk dan cara polifenol menempel pada protein, dimana sifat ini yang menjadikan polifenol sangat berguna dalam menyesuaikan diri dengan berbagai jenis protein dan inilah yang membuatnya dianggap potensial sebagai bahan alami untuk pengembangan obat (Lešnik et al., 2025).

Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara menetralkan radikal bebas melalui donasi elektron atau atom hidrogen yang membantu mencegah terjadinya stres oksidatif. Senyawa ini juga mampu membentuk ikatan kelat (*chelating*) dengan ion logam transisi seperti Fe^{2+} dan Cu^{2+} , yang biasanya menjadi katalis pembentukan radikal hidroksil melalui reaksi fenton (Zahra et

al., 2024). Sebaliknya, fenol sederhana hanya memiliki satu cincin aromatik sehingga kemampuan stabilisasi radikalnya lebih terbatas. Dalam penelitian Beyzaei *et al.* (2021), aktivitas antioksidan senyawa fenol dijelaskan melalui pendekatan eksperimental dan teoritis. Gugus hidroksil pada cincin aromatik senyawa fenolik berperan penting dalam menangkap radikal bebas, yakni dengan melepaskan atom hidrogen sehingga membentuk radikal fenolik yang stabil. Selain itu senyawa lain seperti alkaloid juga dapat berfungsi sebagai antioksidan dengan menangkap dan menetralkan radikal bebas seperti hidroksil dan superoksida, sehingga mencegah kerusakan pada biomolekul seperti lipid, protein dan DNA. Beberapa alkaloid dapat menghambat enzim yang memicu oksidasi untuk mencegah produksi radikal oksigen secara berlebihan. Alkaloid juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan endogen dalam tubuh yang membantu mengurangi tingkat radikal bebas (Tailor et al., 2024). Senyawa alkaloid sebagai antioksidan dipengaruhi oleh struktur kimianya, seperti keberadaan gugus nitrogen aromatik, gugus hidroksil (-OH) dan ikatan konjugasinya. Beberapa alkaloid juga dapat menetralkan *reactive oxygen species* (ROS) baik secara langsung maupun tidak langsung seperti berberine, piperine, higenamine dan matrine (Hijazi et al., 2018).

Temuan ini menunjukkan bahwa dalam pemilihan kandidat bahan baku fitofarmaka, tanaman yang mengandung flavonoid tipe kuersetin perlu diprioritaskan karena memiliki mekanisme antioksidan yang lebih beragam dibandingkan fenol sederhana. Struktur polifenol memiliki dua atau lebih cincin aromatik dengan gugus hidroksil yang terbesar, membuatnya

berbeda dari senyawa fenol sederhana yang biasanya hanya memiliki satu cincin. Strukturnya lebih kompleks memungkinkan polifenol berperan sebagai antioksidan kuat. Mekanisme kerjanya mencakup kemampuan mendonorkan atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas, serta melepaskan elektron dalam reaksi redoks, yang keduanya menghasilkan radikal fenolik yang stabil. Struktur polifenol yang mengandung banyak gugus -OH dan sistem konjugasi membuatnya efektif dalam berbagai perlindungan terhadap stres oksidatif (Ciupei et al., 2024).

Perbandingan Metode Uji: DPPH dan FRAP

Dari seluruh studi yang dikaji, DPPH merupakan metode uji yang paling banyak digunakandibandingkan metode FRAP. Kedua metode ini mengukur aspek antioksidan yang berbeda. DPPH mengukur kemampuan senyawa dalam menangkap radikal bebas, sedangkan FRAP mengukur kemampuan senyawa dalam mereduksi ion besi dari Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Senyawa fenolik asam galat dan asam kafeat yang merupakan fenolik sederhana dengan gugus -OH banyak dan sistem konjugasi, efektif dalam DPPH dan FRAP (Gao et al., 2022).

Perbedaan ini menimbulkan kesulitan dalam membandingkan hasil antar studi. Sebagai contoh, daun semanggi (*Marsilea crenata*) dan daun jati (*Tectona grandis*) hanya diuji dengan FRAP tanpa menyertakan nilai IC_{50} DPPH. Akibatnya, kekuatan antioksidannya tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan tanaman lain yang diuji menggunakan DPPH, seperti daun kelor atau daun kersen. Ketidakteraturan metode ini menjadi salah satu keterbatasan utama dalam kajian ini. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan

minimal dua metode uji yang saling melengkapi pada setiap sampel, agar diperoleh profil aktivitas antioksidan yang lebih lengkap dan dapat diperbandingkan secara objektif antar tanaman.

Pengaruh Bagian Tanaman dan Jenis Pelarut terhadap Aktivitas Antioksidan

Daun merupakan bagian tanaman yang paling banyak digunakan sebagai sumber ekstrak, sedangkan kulit batang hanya digunakan pada satu studi, yaitu kayu raru (*Cotylelobium lanceolatum*). Hal ini menunjukkan bahwa bagian tanaman selain daun juga menyimpan potensi antioksidan yang layak dieksplorasi lebih lanjut. Temuan yang paling menarik terkait pelarut terlihat pada daun Afrika (*Vernonia amygdalina*). Penggunaan fraksi n-heksan (pelarut nonpolar) menghasilkan aktivitas paling lemah di antara seluruh tanaman, meskipun tanaman ini dikenal kaya flavonoid. Hal ini terjadi karena pelarut nonpolar tidak mampu melarutkan senyawa flavonoid yang bersifat polar. Hal ini berdampak pada rendahnya kemampuan fraksi n-heksan dalam menangkap radikal bebas sebagaimana dibuktikan oleh nilai IC_{50} yang tinggi dalam uji DPPH (Fatimah & Sundu, 2020). Temuan ini menunjukkan bahwa rendahnya aktivitas antioksidan pada suatu studi belum tentu mencerminkan rendahnya potensi tanaman, melainkan dapat disebabkan oleh pemilihan pelarut yang kurang tepat. Secara keseluruhan, pelarut polar seperti etanol dan metanol terbukti lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa antioksidan. Oleh karena itu, pendekatan ekstraksi bertingkat menggunakan pelarut dengan gradien polaritas disarankan untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai profil senyawa aktif dari setiap tanaman.

Tantangan Stabilitas dan Bioavailabilitas serta Potensi Pengembangan Formulasi

Meskipun beberapa tanaman menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat secara *in vitro*, pengembangannya menjadi produk farmasi masih menghadapi tantangan utama berupa stabilitas dan bioavailabilitas yang rendah. Kuersetin, misalnya, memiliki kelarutan yang buruk dalam air, mudah terdegradasi oleh cahaya dan perubahan pH, serta bioavailabilitas oral yang sangat rendah (Ciupei et al., 2024). Tantangan serupa juga dihadapi oleh polifenol dan fenol sederhana yang rentan teroksidasi selama penyimpanan. Untuk mengatasi hambatan tersebut, beberapa pendekatan berbasis nanoteknologi telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Sistem nanostructured lipid carriers (NLC) untuk kuersetin menghasilkan partikel berukuran 50–60 nm dengan stabilitas baik selama penyimpanan. Pengembangan teknologi nano, termasuk sistem nanoemulsi dan nanostructured lipid carriers (NCL), telah terbukti mampu mengatasi hambatan tersebut melalui peningkatan stabilitas senyawa, efisiensi absorpsi kulit, serta efektivitas aktivitas antioksidan (Marisa et al., 2025). Formulasi nanoemulsi kuersetin dengan surfaktan alami juga terbukti lebih tahan terhadap degradasi UV dan memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan sediaan konvensional (Kaur et al., 2016). Berbagai pendekatan formulasi telah dikembangkan, seperti nanopartikel bebas carrier untuk kurkumin yang menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan dalam uji DPPH serta kestabilan penyimpanan yang lebih baik dibanding bentuk konvensional (Ong & Logue, 2023). Temuan ini menegaskan bahwa pengembangan antioksidan alami dari tanaman lokal perlu diperluas dari

tahap identifikasi senyawa ke desain formulasi yang mampu mengatasi keterbatasan fisikokimia senyawa. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas sediaan, tetapi juga mendukung percepatan pengembangan produk fitofarmaka berbasis bahan alam Indonesia.

Sebagai contoh, *Jurnal Kesehatan LLDikti Wilayah 1* melaporkan bahwa penggunaan serum nanoemulsi berbasis katekin secara topikal selama 21 hari menghasilkan peningkatan elastisitas kulit, pengurangan garis halus, serta perbaikan warna dan tekstur kulit (Sintia & Hasibuan, 2023). Penelitian lain pada *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia* mempublikasikan penelitian mengenai optimasi formulasi NLC yang mengandung kuersetin untuk aplikasi pencerah kulit, di mana sistem tersebut menunjukkan ukuran partikel sekitar 50–60 nm, stabil selama masa simpan, dan memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam produk kosmetik (Marisa et al., 2025).

Kekosongan data dan Rekomendasi Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan sintesis seluruh temuan, kajian ini mengidentifikasi beberapa kekosongan data yang perlu ditindaklanjuti. Pertama, mayoritas studi hanya menggunakan satu metode uji antioksidan, sehingga profil aktivitas yang diperoleh belum menyeluruh. Penggunaan kombinasi minimal dua metode uji disarankan untuk penelitian selanjutnya. Kedua, pelaporan nilai IC_{50} tidak konsisten di seluruh studi. Beberapa studi tidak mencantumkan nilai IC_{50} secara eksplisit, sehingga menyulitkan perbandingan antar tanaman. Standardisasi pelaporan data sangat diperlukan. Ketiga, tanaman lokal Indonesia seperti reundeu (*Straurogyne*

elongata) baru dikaji pada tahap awal (penetapan kadar fenol total) tanpa isolasi senyawa spesifik maupun penjelasan mekanisme kerja. Penelitian lanjutan berupa isolasi, identifikasi struktural, dan uji mekanisme diperlukan untuk mengungkap potensinya secara lebih mendalam. Keefektifan antioksidan dari tanaman sangat ditentukan oleh struktur kimia senyawa metabolit yang dikandungnya, sehingga identifikasi senyawa menjadi langkah penting dalam penelitian fitofarmaka. Senyawa dalam golongan fenolik, seperti asam fenolat sederhana, flavonoid, dan tanin, memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda tergantung pada jumlah gugus hidroksil, posisi substituen, serta tingkat konjugasi dalam struktur aromatiknya. Misalnya, flavonoid dengan gugus –OH pada posisi orto di cincin B cenderung memiliki aktivitas lebih tinggi dibanding senyawa mono-hidroksi (Gao et al., 2022). Keempat, seluruh studi yang dikaji bersifat in vitro. Belum ada bukti in vivo maupun uji klinis yang mendukung temuan tersebut. Validasi pada model hewan dan uji klinis pendahuluan menjadi kebutuhan penting untuk memastikan efektivitas dan keamanan senyawa pada tingkat biologis. Kelima, evaluasi keamanan belum dilakukan secara menyeluruh pada sebagian besar tanaman. Sebagai contoh, hidrokuinon pada kayu raru meskipun aktif sebagai antioksidan, diketahui memiliki potensi toksisitas yang perlu dievaluasi sebelum dikembangkan ke tahap formulasi produk.

KESIMPULAN

Review ini berhasil memetakan potensi antioksidan dari sembilan tanaman obat berdasarkan analisis terhadap 15 artikel yang

dipublikasikan dalam periode 2015-2025. Sintesis temuan menghasilkan beberapa pola utama yang dapat menjadi acuan untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya. Kontribusi utama kajian ini terletak pada klasifikasi senyawa antioksidan berdasarkan struktur kimianya pada data tanaman lokal Indonesia secara integratif, yang membedakannya dari review sebelumnya yang hanya melaporkan aktivitas total secara deskriptif. Tantangan utama yang teridentifikasi adalah rendahnya stabilitas dan bioavailabilitas senyawa, yang berpotensi diatasi melalui pendekatan formulasi berbasis nanoteknologi. Penelitian lanjutan yang mengintegrasikan eksplorasi fitokimia tanaman lokal dengan teknologi formulasi modern diperlukan untuk mempercepat pengembangan produk fitofarmaka berbasis antioksidan alami di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adila, R., Adila, I. A. K. P. R., Pramushinta, I. A. K., & Sinulingga, A. S. (2024). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Tanaman Semanggi (*Marsilea crenata* C. Presl) Metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). 12(2), 215–231.
- Beyzaei, H., Sargazi, S., Bagherzade, G., Moradi, A., & Yarmohammadi, E. (2021). Ultrasound-assisted synthesis, antioxidant activity and computational study of 1,3,4-oxadiazol-2-amines. *Acta Chimica Slovenica*, 68(1), 109–117. <https://doi.org/10.17344/acsi.2020.6208>
- Chen, S., Wang, X., Cheng, Y., Gao, H., & Chen, X. (2023). Tinjauan Klasifikasi, Biosintesis,

- Aktivitas Biologis dan Potensi Penerapan Flavonoid. *Molecules*, 28(13), 1–27.
- Ciupei, D., Colișar, A., Leopold, L., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. M. (2024). Polyphenols: From Classification to Therapeutic Potential and Bioavailability. *Foods*, 13(24), 1–36. <https://doi.org/10.3390/foods13244131>
- El-sherbiny, G. M., Alluqmani, A. J., Elsehemy, I. A., & Kalaba, M. H. (2024). *Antibacterial, antioxidant, cytotoxicity, and phytochemical screening of Moringa oleifera leav.* 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80700-y> 1
- Fitriyati, L., & Wahyu Septiani, S. (2024). Antioxidant Activity Test Using FRAP Method On Teak Leaf Buthanol Extract (*Tectona grandis*). *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 9(1), 29–40. <https://www.creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Gao, Q., Li, Y., Li, Y., Zhang, Z., & Liang, Y. (2022). Antioxidant and prooxidant activities of phenolic acids commonly existed in vegetables and their relationship with structures. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.07622>
- Hijazi, M. A., Aboul-Ela, M., Bouhadir, K., Fatfat, M., Gali-Muhtasib, H., & Ellakany, A. (2018). Alkaloids of *Papaver libanoticum* and their cytotoxic activity. *Records of Natural Products*, 12(6), 611–618. <https://doi.org/10.25135/rnp.53.17.11.187>
- Kaur, K., Kumar, R., & Mehta, S. K. (2016). Formulation of saponin stabilized nanoemulsion by ultrasonic method and its role to protect the degradation of quercetin from UV light. *Ultrasonics Sonochemistry*, 31, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.11.017>
- Khotimah, A., & Chatri, M. (2024). Article Review : Potensi Tanaman Kersen (*Muntingia calabura* L.) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 15822–15831.
- Lešnik, S., Jukić, M., & Bren, U. (2025). Unveiling polyphenol-protein interactions: a comprehensive computational analysis. *Journal of Cheminformatics*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13321-025-00997-3>
- Marisa, R., Soeratri, W., & Munandar, T. E. (2025). Design and Optimization of Nanostructured Lipid Carriers for Quercetin in Skin Lightening Applications. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 12(1), 15–25. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v12i12025.15-25>
- Nurdianti, L., Rahmiyani, I. (2016). Uji Aktivitas Antioksidan Krim Ekstrak Daun Mangga (*Mangifera indica*. L) Terhadap DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 16(01), 10–18.
- Nurul Fatimah, R. S. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi N-Heksan Daun Afrika (*Vernonia amygdalina* Del.) dengan Metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 5(2), 298–

308. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.36387/jiis.v5i2.466>
- Ong, G., & Logue, S. E. (2023). Unfolding the Interactions between Endoplasmic Reticulum Stress and Oxidative Stress. *Antioxidants*, 12(5), 1–14. <https://doi.org/10.3390/antiox12050981>
- Rossa, A., Daulay, A. S., Ridwanto, R., & Rahayu, Y. P. (2023). Antioxidant activity and toxicity of raru (*Cotylelobium lanceolatum Craib*) bark extract using the DPPH method and BSLT method. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1, 339–352. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i5-si.436>
- Sintia, U., & Hasibuan, E. S. (2023). Catechin Nanoemulsion Serum Formulation as Anti Aging. *Jurnal Kesehatan LLDIKTI Wilayah 1 (JUKES)*, 1(2), 102–107.
- Tailor, N. K., Deswal, G., & Grewal, A. S. (2024). Aaptamine: A Versatile Marine Alkaloid for Antioxidant, Antibacterial, and Anticancer Therapeutics. *Chemistry (Switzerland)*, 6(4), 677–694. <https://doi.org/10.3390/chemistry6040040>
- Wilapangga, A., & Sari, L. P. (2018). Analisis Fitokimia Dan Antioksidan Metode Dpph Ekstrak Metanol Daun Salam (*Eugenia Polyantha*). *Eugenia Polyantha IJOBB*, 2(1), 19–24. <https://ijobb.esaunggul.ac.id/index.php/IJOB/article/view/27/21>
- Zahra, M., Abrahamse, H., & George, B. P. (2024). Flavonoids : Antioxidant Powerhouses and Their Role in Nanomedicine. *Antioxidants*, 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/antiox13080922>