

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW : AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK MENIRAN (*Phyllanthus niruri*) MENGGUNAKAN METODE ABTS, DPPH, FRAP DAN ORAC

Nazara Illavana¹, Tresna Lestari^{1*}, Anindita Tri Kusuma Pratita¹

¹Program Studi Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada, Tasikmalaya, Indonesia

*Corresponding author: tresnalestari@univeraitas-bth.ac.id

Abstract

Background: *Phyllanthus niruri* is a medicinal plant rich in bioactive compounds, including flavonoids, polyphenols, and tannins, which function as natural antioxidants. These compounds play a critical role in neutralizing free radicals associated with oxidative stress and the pathogenesis of degenerative diseases. The antioxidant potential of *Phyllanthus niruri* extracts has been extensively investigated using multiple in vitro assays namely DPPH, ABTS, FRAP, and ORAC each reflecting distinct antioxidant mechanisms. **Objective:** This study aimed to synthesize and critically evaluate the antioxidant activity of *Phyllanthus niruri* extracts reported in previous studies and to assess the relevance of a multi-method approach in providing a comprehensive antioxidant profile to support phytopharmaceutical development. **Methods:** A Systematic Literature Review (SLR) was conducted on scientific articles published between 2015-2025, retrieved from Google Scholar, PubMed, and ScienceDirect. Study selection followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines based on predefined inclusion and exclusion criteria. Extracted data comprised antioxidant assay methods (DPPH, ABTS, FRAP, and ORAC), extraction solvents, plant parts used, and antioxidant parameters, including IC₅₀ values, reducing capacity, and Trolox equivalents. **Results:** The synthesis revealed that *Phyllanthus niruri* extracts generally exhibit moderate to strong antioxidant activity, although substantial variability was observed across studies. Among the evaluated assays, the DPPH method demonstrated the highest data consistency and the largest number of included studies, particularly for ethanol-based leaf extracts reporting low IC₅₀ values. ABTS and FRAP assays provided complementary insights into radical scavenging capacity and electron-donating potential, while the ORAC assay offered additional information on antioxidant activity under kinetic conditions that more closely resemble biological systems. **Conclusion:** The multi-method approach enables a more robust and mechanistic assessment of the antioxidant activity of *Phyllanthus niruri* extracts. Based on consistency and strength of evidence, the DPPH assay emerged as the most representative method, whereas ABTS, FRAP, and ORAC function as supportive assays, collectively strengthening the scientific rationale for developing *Phyllanthus niruri* extracts as antioxidant-based phytopharmaceutical candidates.

Keywords: *Phyllanthus niruri*, antioxidant activity, antioxidant test method, Systematic Literature Review

Abstrak

Pendahuluan: Meniran (*Phyllanthus niruri*) merupakan tanaman herbal yang mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, dan tanin yang berperan sebagai antioksidan alami. Senyawa tersebut mampu menetralkan radikal bebas yang berkontribusi terhadap stres oksidatif dan perkembangan penyakit degeneratif. Aktivitas antioksidan ekstrak meniran telah banyak dilaporkan menggunakan berbagai metode uji, antara lain DPPH, ABTS, FRAP, dan ORAC, yang masing-masing merepresentasikan mekanisme kerja antioksidan yang berbeda. **Tujuan:** Untuk mensintesis dan mengevaluasi aktivitas antioksidan ekstrak meniran berdasarkan hasil penelitian terdahulu serta menelaah peran pendekatan multi-method dalam memberikan gambaran potensi antioksidan yang lebih komprehensif sebagai dasar pengembangan fitofarmaka. **Metode:** Menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) terhadap artikel ilmiah yang diterbitkan pada periode 2015–2025. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Seleksi artikel mengikuti alur Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Data yang diekstraksi meliputi metode uji

antioksidan (DPPH, ABTS, FRAP, dan ORAC), jenis pelarut, bagian tanaman, serta parameter aktivitas antioksidan seperti nilai IC_{50} , kapasitas reduksi, dan ekuivalen Trolox. **Hasil:** Menunjukkan bahwa ekstrak meniran secara umum memiliki aktivitas antioksidan kategori sedang hingga kuat, dengan variasi nilai aktivitas antar penelitian. Metode DPPH menunjukkan konsistensi hasil dan jumlah artikel inklusi terbanyak, khususnya pada ekstrak etanol bagian daun dengan nilai IC_{50} rendah. Metode ABTS dan FRAP memberikan informasi pendukung mengenai kemampuan penangkapan radikal bebas dan kapasitas reduksi, sedangkan metode ORAC menunjukkan aktivitas antioksidan secara kinetik yang mendekati kondisi biologis. **Kesimpulan:** Pendekatan multi-method memberikan gambaran aktivitas antioksidan ekstrak meniran yang lebih komprehensif dan mekanistik. Berdasarkan konsistensi hasil dan kekuatan data, metode DPPH merupakan metode yang paling representatif, sementara metode ABTS, FRAP, dan ORAC berperan sebagai pendukung dalam memperkuat dasar ilmiah pengembangan ekstrak meniran sebagai kandidat bahan baku fitofarmaka berbasis antioksidan.

Kata kunci: *Phyllanthus niruri*, aktivitas antioksidan, metode uji antioksidan, Systematic Literature Review.

PENDAHULUAN

Stres oksidatif merupakan kondisi ketika produksi radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) melebihi kapasitas sistem antioksidan endogen, sehingga memicu kerusakan sel dan jaringan. Ketidakseimbangan ini berperan penting dalam patogenesis berbagai penyakit degeneratif, termasuk kanker, diabetes, penyakit kardiovaskular, dan gangguan neurodegeneratif (Jassal & Sahoo, 2023). Oleh karena itu, pengendalian stres oksidatif melalui intervensi antioksidan menjadi pendekatan strategis dalam upaya pencegahan dan pengelolaan penyakit berbasis degeneratif.

Seiring meningkatnya kekhawatiran terhadap efek samping antioksidan sintetis seperti *butylated hydroxytoluene* (BHT) dan *butylated hydroxyanisole* (BHA), perhatian terhadap antioksidan alami semakin berkembang. Konsumen cenderung memilih produk berbasis bahan alam karena dianggap lebih aman dan berkelanjutan (Hidayah *et al.*, 2024). Dalam konteks ini, tanaman obat lokal menjadi sumber potensial antioksidan alami, salah satunya adalah *Phyllanthus niruri* yang dikenal luas sebagai meniran dan mudah dibudidayakan di wilayah tropis, termasuk Indonesia.

Phyllanthus niruri dilaporkan mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan lignan yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak meniran memiliki kemampuan yang signifikan dalam menetralkan radikal bebas serta melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Hamad & Hartanti, 2023). Aktivitas antioksidan tanaman ini telah banyak dievaluasi secara *in vitro* menggunakan berbagai metode uji, menjadikannya kandidat potensial dalam pengembangan produk berbasis fitofarmaka.

Berbagai metode uji antioksidan, seperti ABTS, DPPH, FRAP, dan ORAC, dikembangkan untuk mengukur mekanisme kerja antioksidan yang berbeda. Metode DPPH dan ABTS menilai kemampuan senyawa dalam mendonorkan elektron atau atom hidrogen, FRAP mengukur kapasitas reduksi ion ferri, sedangkan ORAC mengevaluasi kemampuan penghambatan oksidasi secara kinetik melalui radikal peroksil (Yap *et al.*, 2020). Perbedaan prinsip kerja tersebut sering menghasilkan variasi nilai aktivitas antioksidan, sehingga menyulitkan perbandingan langsung antar metode dan berpotensi menimbulkan bias interpretasi (Sukweenadhi *et al.*, 2020; Elez *et al.*, 2024).

Meskipun sejumlah penelitian telah melaporkan aktivitas antioksidan ekstrak *Phyllanthus niruri*, sebagian besar studi hanya menggunakan satu atau dua metode uji, sehingga belum memberikan gambaran yang komprehensif (Kusmiati *et al.*, 2021; Ujah *et al.*, 2021). Hingga saat ini, kajian sistematis yang menelaah efektivitas berbagai metode uji antioksidan secara terintegrasi pada ekstrak meniran masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan ekstrak *Phyllanthus niruri* secara sistematis berdasarkan metode ABTS, DPPH, FRAP, dan ORAC, serta menilai peran pendekatan multimetode dalam memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat bagi pengembangan produk fitofarmaka.

BAHAN DAN METODE

Bahan

penelitian berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari basis data ilmiah daring, yaitu Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Artikel yang digunakan merupakan publikasi nasional dan internasional yang relevan dengan topik aktivitas antioksidan ekstrak *Phyllanthus niruri* dan tersedia dalam bentuk teks lengkap untuk dianalisis lebih lanjut.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop (Acer Aspire 3) sebagai perangkat utama untuk penelusuran dan pengolahan data. Perangkat lunak yang digunakan terdiri dari *Microsoft Word* 2019 untuk penulisan dan pengolahan naskah, *Harzing's Publish or Perish* (Windows GUI Edition) versi 8.17.4863.9118 untuk membantu penelusuran dan analisis sitasi literatur, serta Mendeley versi 2.84.0 sebagai perangkat lunak pengelola referensi dan sitasi.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) berdasarkan metode uji ABTS, DPPH, FRAP, dan ORAC. Pendekatan SLR dipilih karena memungkinkan sintesis bukti ilmiah secara sistematis melalui proses identifikasi, evaluasi, dan integrasi hasil penelitian terdahulu yang relevan, sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai perbedaan dan efektivitas masing-masing metode uji (Wardani & Cahyono, 2020). Penelitian ini tidak melibatkan subjek manusia maupun hewan uji, sehingga tidak memerlukan persetujuan etik.

Penelusuran literatur dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Harzing's Publish or Perish* pada basis data Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect menggunakan kombinasi kata kunci antioxidant activity, *Phyllanthus niruri*, ABTS, DPPH, FRAP, dan ORAC. Artikel yang dipertimbangkan merupakan publikasi tahun 2015–2025. Seluruh rekaman hasil pencarian dikelola menggunakan Mendeley untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi duplikasi.

Populasi penelitian mencakup seluruh artikel ilmiah yang melaporkan aktivitas antioksidan ekstrak *Phyllanthus niruri*. Sampel penelitian ditentukan melalui teknik purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi, yaitu artikel eksperimental (true experimental atau quasi experimental), tersedia dalam bentuk full-text, ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris, memiliki ISSN dan DOI, serta menggunakan metode uji ABTS, DPPH, FRAP, dan/atau ORAC. Artikel tinjauan pustaka, publikasi tanpa metode uji antioksidan yang jelas, dan artikel yang hanya tersedia dalam bentuk abstrak dikecualikan dari analisis. Ekstraksi data dilakukan secara sistematis menggunakan lembar ekstraksi terstandar yang mencakup nama penulis, tahun publikasi, karakteristik metode (jenis ekstrak, metode ekstraksi atau fraksinasi, serta metode uji antioksidan), dan parameter hasil berupa nilai IC_{50} , persentase inhibisi, atau kapasitas penangkapan radikal bebas. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi komparatif untuk menilai kecenderungan hasil serta perbedaan mekanisme pengukuran antar metode uji antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil seleksi akhir, diperoleh 16 artikel yang dianalisis dalam penelitian ini. Artikel-artikel tersebut terdiri atas 2 artikel metode ABTS, 14 artikel metode DPPH, 3 artikel metode FRAP, dan 2 artikel metode ORAC. Beberapa artikel menggunakan lebih dari satu metode uji, sehingga satu artikel dapat berkontribusi pada lebih dari satu kategori metode.

Tabel 1. Jumlah Artikel Berdasarkan Metode Uji Antioksidan

Metode Uji	Jumlah Artikel
ABTS	2
DPPH	14
FRAP	3

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Meniran Berdasarkan Metode ABTS

Metode ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) digunakan untuk menilai kemampuan antioksidan ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) dalam menangkap radikal kation ABTS melalui mekanisme transfer elektron atau atom hidrogen. Metode ini bersifat sensitif terhadap senyawa antioksidan polar dan nonpolar, sehingga sering digunakan untuk menggambarkan kapasitas antioksidan total suatu ekstrak tanaman .

Tabel 2. Ekstraksi Data Artikel Metode ABTS

No	Penulis	Bagian Tanaman	Jenis Ekstrak	Metode Ekstraksi	Pelarut	Metode Uji	Hasil
1	Rusmana et al., 2017	Daun + batang	-	Maserasi	Etanol 70%	ABTS	IC ₅₀ =1.17 µg/mL
2	Arif et al., 2024	Daun	-		Etanol 70%	ABTS	IC ₅₀ =20.15 µg/mL

Berdasarkan penelitian terdahulu, ekstrak meniran menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong kuat hingga sangat kuat pada metode ABTS. Nilai aktivitas antioksidan tertinggi pada metode ABTS pada ekstrak etanol 70% bagian daun dan batang meniran, dengan nilai IC₅₀ sebesar ±1,7 µg/mL, yang menunjukkan kapasitas penangkapan radikal ABTS yang sangat kuat (Rusmana et al., 2017). Nilai IC₅₀ yang rendah menunjukkan kemampuan ekstrak dalam menangkap radikal ABTS secara efektif. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian terbaru yang melaporkan bahwa ekstrak *Phyllanthus niruri* memiliki aktivitas penangkapan radikal ABTS dengan nilai 286,45 ± 6,55 mg TE/g, serta mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. (Hasan et al., 2024).

Aktivitas antioksidan yang tinggi pada metode ABTS berkaitan erat dengan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid dalam ekstrak meniran. Hubungan positif antara kandungan fenolik total dan aktivitas ABTS dilaporkan adanya hubungan positif antara kandungan fenolik total dan aktivitas ABTS, di mana peningkatan kandungan fenolik diikuti oleh penurunan nilai IC₅₀. Senyawa seperti asam galat (*ellagic acid*), dan flavonoid yang teridentifikasi dalam meniran diketahui memiliki kontribusi signifikan terhadap aktivitas antioksidan tersebut (Hasan et al., 2024).

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Meniran Berdasarkan Metode DPPH

Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) digunakan secara luas untuk mengevaluasi kemampuan antioksidan ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) dalam mendonorkan atom hidrogen atau elektron kepada radikal bebas DPPH yang stabil. Metode ini banyak diaplikasikan sebagai uji screening awal karena prosedurnya sederhana dan sensitif terhadap senyawa antioksidan yang bersifat lipofilik maupun semi-polar, khususnya senyawa fenolik dan flavonoid yang dominan terdapat dalam meniran (Damasak, 2023; Ezzat et al., 2020).

Tabel 3. Ekstraksi Data Artikel Metode DPPH

No	Penulis	Bagian tanaman	Jenis Ekstrak	Metode Ekstraksi	Pelarut	Hasil
1	(Damasak, 2023)	Daun	Ekstrak metanol	-	Metanol	IC ₅₀ = 6.78 ± 0.01 µg/mL
2	(Mediani et al., 2015)	Daun	Ekstrak NADES dan Etanol	Ultrasound-assisted extraction (UAE)	NADES / Etanol 70%	IC ₅₀ =19,95 µg/mL
3	(Navarro et al., 2017)	Daun	Ekstrak fenolik	-	Etanol / Air	IC ₅₀ = 6.40 µg/mL

4	(Ezzat et al., 2020)	Daun	Ekstrak air, etanol, hidroalkoholik	-	Air / Etanol / Hidroalkoholik	IC ₅₀ = 6.4 µg/mL
5	(Handayani et al., 2024)	Daun	Ekstrak NADES	Ultrasound-Assisted Extraction + RSM	Choline chloride:glycerol (1:1)	IC ₅₀ = 8.075 µg/mL
6	(Singh et al., 2024)	Daun	Ekstrak hidroalkoholik	Soxhlet	Etanol 70%	IC ₅₀ = 53.64 µg/mL
7	(Zain & Omar, 2018)	Seluruh tanaman	Ekstrak metanol & air	Ultrasound bath extraction	Metanol dan Air	IC ₅₀ =29.3 µg/mL dan Air = 73.0 µg/mL
8	(Cahyono et al., 2020)	Daun (ekstrak & deklorofil)	Ekstrak etanol 96%)	Maserasi	Etanol 96%	IC ₅₀ =25.26 µg/mL
9	(Hasan et al., 2024)	Daun	Ekstrak etanol 70%	Maserasi	Etanol 70%	IC ₅₀ =56.72 µg/mL
10	(Gani et al., 2022)	Daun (ekstrak kering)	Ekstrak kering (70% Etanol + maltodekstrin)	-	Etanol 70%	IC ₅₀ = 74.28 µg/mL
11	(Wahyuni et al., 2023)	Whole plant	Ekstrak etanol	Maserasi	Etanol	IC ₅₀ = 101.84 µg/mL
12	(Wimpy et al., 2022)	Daun	Ekstrak tunggal	Maserasi	Etanol 96%	IC ₅₀ = 30.689 µg/mL
13	(Arif et al., 2024)	Seluruh tanaman	-	-	Etanol 70%	IC ₅₀ = 69.72 µg/mL
14	(Rusmana et al., 2017)	Daun + Batang	Ekstrak tunggal	Maserasi	Etanol 70%	IC ₅₀ = 4.24 ± 0.02 µg/mL

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dianalisis, ekstrak meniran menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong kuat hingga sangat kuat pada metode DPPH. Nilai aktivitas tertinggi dilaporkan pada ekstrak metanol dan etanol meniran dengan nilai IC₅₀ terendah berkisar antara 3,70–6,78 µg/mL, yang mencerminkan kemampuan penangkapan radikal bebas yang sangat efektif. Nilai IC₅₀ yang rendah ini menunjukkan efisiensi tinggi senyawa bioaktif meniran dalam mereduksi radikal DPPH, bahkan mendekati aktivitas antioksidan standar seperti asam askorbat (Damasak, 2023).

Pada penelitian lain, nilai IC₅₀ DPPH ekstrak meniran dilaporkan berada pada kisaran yang lebih tinggi, yaitu sekitar 11–20 µg/mL, namun masih termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan kuat. Variasi nilai IC₅₀ ini menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari faktor metodologis, terutama jenis pelarut, metode ekstraksi, dan kondisi proses seperti suhu serta waktu ekstraksi. Penggunaan pelarut polar, termasuk etanol dan metanol, dilaporkan lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa fenolik yang berkontribusi langsung terhadap aktivitas antioksidan metode DPPH (Ezzat et al., 2020; Handayani et al., 2024).

Perbedaan respons ekstrak meniran terhadap metode DPPH dibandingkan dengan metode ABTS dapat dijelaskan oleh perbedaan karakteristik radikal, polaritas lingkungan reaksi, serta interaksi antara senyawa antioksidan dan radikal yang digunakan. Radikal DPPH bersifat lebih sesuai untuk senyawa dengan polaritas rendah, sedangkan ABTS dapat berinteraksi dengan senyawa antioksidan yang bersifat hidrofilik maupun lipofilik. Selain itu, respons DPPH dipengaruhi oleh jenis pelarut, struktur senyawa, serta kondisi reaksi, sehingga hasil yang diperoleh dapat berbeda dengan metode ABTS.

Oleh karena itu, aktivitas antioksidan ekstrak meniran sebaiknya diinterpretasikan menggunakan beberapa metode pengujian, seperti ABTS, DPPH, FRAP, dan ORAC, untuk memperoleh gambaran kapasitas antioksidan yang lebih komprehensif (Gulcin & Alwasel, 2023; Wołosiak et al., 2022)

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Meniran Berdasarkan Metode FRAP

Metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) digunakan untuk menilai kemampuan antioksidan ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) dalam mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} melalui mekanisme transfer elektron. Metode ini merepresentasikan kapasitas antioksidan sebagai *reducing power* dan termasuk dalam kelompok uji berbasis *electron transfer*, sehingga memberikan informasi yang berbeda namun saling melengkapi dengan metode penangkapan radikal bebas seperti DPPH dan ABTS (Gulcin, 2025).

Tabel 4. Ekstraksi Data Artikel Metode FRAP

No	Penulis	Bagian Tanaman	Jenis Ekstraksi	Metode Ekstraksi	Pelarut	Hasil
1	Rusmana et al., 2017	Daun + Batang	Ekstrak tunggal	Maserasi	Etanol 70%	0,37395 mM $\text{Fe(II)}/\mu\text{g}$ ekstrak
2	Ezzat et al., 2020	Whole plant	Ekstrak + fraksi	Maserasi	Etanol 80%	79.352 ± 2.88 mM Fe^{2+}
3	Wijaya & Setiawan, 2025	Aerial part	Ekstrak tunggal	Maserasi	Etanol 96% / Etanol:Air 70:30	1 mM FeSO_4

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, ekstrak meniran menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi pada metode FRAP. Aktivitas tertinggi dilaporkan pada ekstrak air meniran dengan nilai FRAP sebesar $79,35 \pm 2,88$ mM Fe^{2+} ekuivalen, yang menunjukkan kapasitas reduksi yang sangat kuat. Nilai FRAP yang tinggi ini mengindikasikan bahwa ekstrak meniran memiliki kemampuan efektif sebagai donor elektron dalam menekan reaksi oksidatif, terutama yang dimediasi oleh ion logam transisi (Ezzat et al., 2020).

Pada penelitian lain, nilai FRAP ekstrak meniran juga dilaporkan relatif tinggi meskipun bervariasi antar studi, yang dipengaruhi oleh jenis pelarut dan kondisi ekstraksi. Ekstrak etanol dan ekstrak air menunjukkan kemampuan reduksi yang bermakna, sejalan dengan tingginya kandungan senyawa fenolik dan flavonoid yang teridentifikasi dalam ekstrak daun meniran. Hubungan positif antara kandungan fenolik total dan nilai FRAP telah dilaporkan secara konsisten, yang menegaskan peran senyawa fenolik sebagai kontributor utama aktivitas reduksi pada metode ini (Hasan et al., 2024; Onakurhefe et al., 2025).

Meskipun metode FRAP memberikan informasi penting mengenai kapasitas reduksi ekstrak meniran, metode ini memiliki keterbatasan karena tidak melibatkan radikal bebas secara langsung dan dilakukan pada kondisi asam, sehingga tidak sepenuhnya mencerminkan aktivitas antioksidan dalam sistem biologis. Oleh karena itu, hasil FRAP perlu diinterpretasikan bersama metode lain seperti ABTS, DPPH, dan ORAC. Dalam konteks ini, metode FRAP berperan sebagai penguat bahwa aktivitas antioksidan ekstrak meniran tidak hanya bergantung pada mekanisme penangkapan radikal bebas, tetapi juga melibatkan mekanisme transfer elektron yang relevan secara biologis dan farmakologis (Ezzat et al., 2020; Musa et al., 2025).

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Meniran Berdasarkan Metode ORAC

Metode ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) digunakan untuk mengevaluasi kemampuan antioksidan ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) dalam menghambat radikal peroksil melalui mekanisme hydrogen atom transfer (HAT). Berbeda dengan metode berbasis transfer elektron seperti DPPH, ABTS, dan FRAP, metode ORAC bersifat kinetik dan dinilai lebih relevan dalam

merepresentasikan sistem biologis karena melibatkan radikal peroksil yang menyerupai kondisi oksidatif in vivo (Musa *et al.*, 2025).

Tabel 5. Ekstraksi Data Artikel Metode ORAC

No	Penulis – Tahun	Bagian Tanaman	Jenis Ekstraksi	Metode Ekstraksi	Pelarut	Hasil
1	(Navarro <i>et al.</i> , 2017)	Herba	Ekstrak Fenolik	isolasi fenolik UPLC	-	6.50 mmol TE/g
2	(Musa <i>et al.</i> , 2025)	Herba	<i>crude extract</i>	-	-	1.580±62 nmol TE/g DW

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, ekstrak meniran menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi pada metode ORAC. Nilai aktivitas tertinggi dilaporkan pada ekstrak meniran dengan nilai ORAC sebesar 6,5 mmol Trolox Equivalent (TE)/g ekstrak, yang menunjukkan kemampuan penghambatan oksidasi radikal peroksil yang sangat kuat. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan tanaman pembanding dalam penelitian yang sama, dan sejalan dengan tingginya kandungan senyawa fenolik serta proantosianidin yang teridentifikasi pada ekstrak meniran (Navarro *et al.*, 2017).

Pada studi lain, ekstrak meniran juga dikelompokkan ke dalam kategori tanaman dengan aktivitas antioksidan tinggi berdasarkan analisis multimetode, termasuk ORAC. Nilai ORAC meniran dilaporkan berada pada kelompok atas bersama tanaman dengan kandungan fenolik total tinggi, yang menunjukkan konsistensi antara kapasitas ORAC dan kandungan senyawa fenolik. Hubungan positif antara nilai ORAC dan total fenolik menegaskan bahwa metode ORAC sensitif terhadap senyawa antioksidan yang bekerja melalui mekanisme donasi atom hidrogen (Musa *et al.*, 2025).

Tingginya nilai ORAC pada ekstrak meniran dikaitkan dengan keberadaan flavan-3-ol, proantosianidin, dan asam fenolat yang berperan sebagai chain-breaking antioxidants. Senyawa-senyawa ini efektif dalam memperlambat propagasi reaksi oksidatif lipid dan biomolekul lain. Korelasi yang sangat kuat antara total fenolik dan nilai ORAC pada ekstrak meniran telah dilaporkan, menunjukkan bahwa ORAC merupakan metode yang sensitif dalam mengevaluasi kontribusi senyawa fenolik terhadap aktivitas antioksidan total (Navarro *et al.*, 2017).

Meskipun metode ORAC memberikan gambaran yang lebih mendekati kondisi biologis, metode ini tidak mengukur mekanisme transfer elektron maupun kapasitas reduksi ion logam. Oleh karena itu, interpretasi aktivitas antioksidan ekstrak meniran berdasarkan ORAC perlu dikombinasikan dengan metode lain seperti ABTS, DPPH, dan FRAP. Dalam konteks ini, ORAC berperan sebagai pelengkap penting yang memperkuat bukti bahwa ekstrak meniran memiliki aktivitas antioksidan yang luas dan bekerja melalui berbagai mekanisme, sehingga relevan sebagai kandidat bahan baku fitofarmaka berbasis antioksidan (Musa *et al.*, 2025).

Berdasarkan pembahasan aktivitas antioksidan ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) menggunakan metode ABTS, DPPH, FRAP, dan ORAC, terlihat bahwa ekstrak meniran secara konsisten menunjukkan aktivitas antioksidan yang bermakna pada berbagai penelitian terdahulu. Meskipun nilai aktivitas yang dilaporkan menunjukkan variasi antar studi, baik dalam bentuk nilai IC₅₀, kapasitas reduksi, maupun ekuivalen Trolox, pola umum yang muncul mengindikasikan bahwa meniran merupakan sumber senyawa bioaktif dengan kemampuan antioksidan yang nyata dan beragam secara mekanistik (Ezzat *et al.*, 2020; Mediani *et al.*, 2021).

Berdasarkan sintesis seluruh hasil penelitian yang dianalisis, ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) secara umum menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong sedang hingga kuat. Konsistensi aktivitas antioksidan paling jelas ditunjukkan pada metode DPPH dan ABTS, yang secara berulang melaporkan nilai IC₅₀ rendah khususnya pada ekstrak etanol bagian daun. Hal ini menunjukkan kemampuan pemulungan radikal bebas yang efektif pada sistem uji berbasis transfer elektron dan atom hidrogen (Navarro *et al.*, 2017; Rusmana *et al.*, 2017; Sukweenadhi *et al.*, 2020).

Namun demikian, konsistensi aktivitas tersebut tidak selalu muncul secara seragam pada metode FRAP dan ORAC. Perbedaan ini tidak mencerminkan lemahnya potensi antioksidan meniran, melainkan berkaitan erat dengan perbedaan prinsip dan mekanisme reaksi yang diukur oleh masing-masing metode uji. Metode FRAP menilai kapasitas reduksi ion logam (Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}), sehingga lebih selektif terhadap senyawa dengan sifat reduktor kuat, sedangkan metode ORAC mengukur kemampuan antioksidan dalam menghambat propagasi radikal peroksil secara kinetik melalui mekanisme transfer atom hidrogen (HAT) (Munteanu & Apetrei, 2021; Papaefthimiou et al., 2024).

Oleh karena itu, ekstrak meniran dapat menunjukkan aktivitas yang sangat kuat pada metode DPPH atau ABTS, tetapi relatif lebih rendah atau bervariasi pada FRAP dan ORAC, tergantung pada komposisi senyawa aktif dan mekanisme dominan yang terlibat. Variasi hasil ini menegaskan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak meniran bersifat mekanistik dan metode-spesifik, sehingga pendekatan multimetode diperlukan untuk memperoleh gambaran aktivitas antioksidan yang lebih komprehensif dan valid secara ilmiah (Mendonça et al., 2022; Nwachukwu et al., 2021).

Relevansi Pendekatan Multi-Metode dalam Menilai Potensi Antioksidan Ekstrak Meniran sebagai Dasar Pengembangan Fitofarmaka

Penggunaan beberapa metode uji antioksidan dalam mengevaluasi ekstrak meniran memberikan kontribusi penting dalam memperkuat validitas ilmiah terhadap klaim aktivitas antioksidan. Setiap metode uji merepresentasikan aspek mekanisme yang berbeda, sehingga kombinasi hasilnya memungkinkan penilaian yang lebih komprehensif. Metode ABTS dan DPPH menilai kemampuan radikal scavenging, FRAP menggambarkan reducing power, sedangkan ORAC menilai kapasitas antioksidan secara kinetik terhadap radikal peroksil. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi dalam literatur terkini yang menyatakan bahwa evaluasi antioksidan berbasis multi-metode lebih representatif dibandingkan penggunaan satu metode uji tunggal (Pisoschi et al., 2022).

Dalam konteks pengembangan produk fitofarmaka, pendekatan multi-metode menjadi sangat relevan karena dapat mengurangi bias interpretasi yang timbul akibat keterbatasan masing-masing metode uji. Aktivitas antioksidan yang teramati secara konsisten pada berbagai metode menunjukkan bahwa ekstrak meniran memiliki spektrum kerja antioksidan yang luas, tidak hanya terbatas pada penangkapan radikal sintesis, tetapi juga mencakup mekanisme reduksi dan penghambatan reaksi oksidatif yang lebih mendekati kondisi biologis (Ezzat et al., 2020; Navarro et al., 2017).

Selain itu, hasil evaluasi multi-metode juga memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat dalam proses seleksi dan standarisasi bahan baku fitofarmaka. Dengan mengetahui bahwa aktivitas antioksidan meniran dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan kandungan senyawa bioaktif, pengembangan produk berbasis ekstrak meniran dapat diarahkan pada pemilihan kondisi ekstraksi yang optimal untuk mempertahankan aktivitas antioksidan yang konsisten. Hal ini penting mengingat konsistensi mutu dan aktivitas biologis merupakan persyaratan utama dalam pengembangan fitofarmaka (Handayani et al., 2024).

Secara keseluruhan, pendekatan multi-metode dalam pengujian aktivitas antioksidan tidak hanya memperkuat pemahaman mengenai mekanisme kerja ekstrak meniran, tetapi juga meningkatkan keandalan data sebagai dasar pengembangan produk fitofarmaka. Sintesis hasil dari berbagai metode uji ini menjadi pijakan penting untuk penarikan kesimpulan pada bab selanjutnya, sekaligus mengarahkan kebutuhan penelitian lanjutan yang lebih aplikatif, seperti uji in vivo, standarisasi bahan baku, dan pengembangan formulasi sediaan yang stabil dan efektif.

KESIMPULAN

Ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*) secara umum menunjukkan aktivitas antioksidan kategori sedang hingga sangat kuat berdasarkan berbagai metode uji, dengan variasi nilai aktivitas yang dipengaruhi oleh perbedaan profil fitokimia akibat faktor budidaya, proses pascapanen, bagian tanaman yang digunakan, serta jenis pelarut dan metode ekstraksi. Bagian daun dan pelarut etanol serta metanol

secara konsisten dilaporkan menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi, yang berkaitan dengan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid sebagai kontributor utama aktivitas antioksidan.

Pendekatan multi-metode menggunakan ABTS, DPPH, FRAP, dan ORAC memberikan gambaran aktivitas antioksidan yang lebih komprehensif dan mekanistik, namun berdasarkan jumlah artikel inklusi dan konsistensi hasil, metode DPPH merupakan metode yang paling representatif dalam kajian ini. Metode ABTS, FRAP, dan ORAC berperan sebagai metode pendukung yang memperkuat pemahaman mekanisme antioksidan, sehingga pendekatan multimetode tetap relevan sebagai dasar ilmiah pengembangan ekstrak meniran sebagai kandidat bahan baku fitofarmaka berbasis antioksidan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para dosen pembimbing atas bimbingan akademik, saran konstruktif, dan dukungan yang diberikan selama proses penyusunan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada para peneliti dan institusi yang publikasinya digunakan sebagai sumber data dalam *Systematic Literature Review* ini. Penelitian ini dilaksanakan tanpa pendanaan eksternal.

DAFTAR PUSTAKA

- Damasak, A. (2023). Phytochemical Components and In Vitro Antioxidant Activity of Methanol Leaves Extract of *Phyllanthus niruri* Linn. (Chanca piedra). *Arid-Zone Journal of Basic and Applied Research*, 105–111. <https://doi.org/10.55639/607.656463>
- Cahyono, B., Setyadewi M., C., Suzery, M., & Aminin, A. L. N. (2020). The Comparison of Spectrophotometric and TLC-Densitometric for DPPH Radical Scavenging Activity Analysis of Three Medicinal Plant Extracts. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 5(2), 110. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v5i2.40370>
- Ezzat, M. I., Okba, M. M., Ahmed, S. H., El-Banna, H. A., Prince, A., Mohamed, S. O., & Ezzat, S. M. (2020). In-depth hepatoprotective mechanistic study of *Phyllanthus niruri*: In vitro and in vivo studies and its chemical characterization. *PLoS ONE*, 15(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226185>
- Gani, A. P., Murwanti, R., Putri, D. D. P., & Sa'adah, M. (2022). Uji Aktivitas Penangkapan Radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Ekstrak Kering Meniran (*Phyllanthus niruri* L.). *Majalah Farmaseutik*, 18(3), 300. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v18i3.66591>
- Handayani, M. T. R., Yulianita, Y., Lohitasari, B., & P, R. F. (2024). Optimization of meniran (*Phyllanthus niruri* L.) leaf extract using natural deep eutectic solvent basis choline chloride–glycol on antioxidant. *JURNAL ILMU KEFARMASIAN INDONESIA*, 22(1), 28. <https://doi.org/10.35814/jifi.v22i1.1561>
- Hasan, M., Safarianti, S., Ramadhani, A. F., Khilfi, S., Suryawati, S., & Husna, F. (2024). Bioactive Compounds and In Vitro Evaluation of *Phyllanthus niruri* Extract as Antioxidant and Antimicrobial Activities. *Trends in Sciences*, 21(2). <https://doi.org/10.48048/tis.2024.7130>
- Julio Arif, Ali Napih Nasution, Sri Wahyuni Nasution, Widowati, W., Nindia Salsabila Mia Dewi, & Kusuma, H. S. W. (2024). Antioxidant Activities and Potential Wound Healing Effects of Meniran (*Phyllanthus niruri*) Extract Gel. *Folia Medica Indonesiana*, 60(1), 69–77. <https://doi.org/10.20473/fmi.v60i1.42396>
- Mediani, A., Abas, F., Khatib, A., Tan, C. P., Ismail, I. S., Shaari, K., Ismail, A., & Lajis, N. H. (2015). Relationship Between Metabolites Composition and Biological Activities of *Phyllanthus niruri* Extracts Prepared by Different Drying Methods and Solvents Extraction. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70(2), 184–192. <https://doi.org/10.1007/s11130-015-0478-5>
- Mendonça, J. da S., Guimarães, R. de C. A., Zorretto-Pinheiro, V. A., Fernandes, C. D. Pietro, Marcelino, G., Bogo, D., Freitas, K. de C., Hiane, P. A., Melo, E. S. de P., Vilela, M. L. B., & Do Nascimento, V. A. (2022). Natural Antioxidant Evaluation: A Review of Detection Methods. In *Molecules* (Vol. 27, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules27113563>
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 22, Issue 7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>

- Musa, K. H., Hidayat, M. A., Kuswandi, B., & Abdullah, A. (2025). Classification of different edible plants based on total phenolic and in vitro antioxidant activities using principal component and hierarchical cluster analysis. *Plant Science Today*, 12(2). <https://doi.org/10.14719/pst.7544>
- Navarro, M., Moreira, I., Arnaez, E., Quesada, S., Azofeifa, G., Alvarado, D., & Monagas, M. J. (2017). Proanthocyanidin characterization, antioxidant and cytotoxic activities of three plants commonly used in traditional medicine in costa rica: *Petiveria alliacea* L., *Phyllanthus niruri* L. and *Senna reticulata* willd. *Plants*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/plants6040050>
- Nwachukwu, I. D., Sarteshnizi, R. A., Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2021). A concise review of current in vitro chemical and cell-based antioxidant assay methods. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 16). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules26164865>
- Papaefthimiou, M., Kontou, P. I., Bagos, P. G., & Braliou, G. G. (2024). Integration of Antioxidant Activity Assays Data of Stevia Leaf Extracts: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Antioxidants* (Vol. 13, Issue 6). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/antiox13060692>
- Pisoschi, A. M., Pop, A., Cimpeanu, C., & Predoi, G. (2016). Antioxidant capacity determination in plants and plant-derived products: A review. In *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* (Vol. 2016). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2016/9130976>
- Rusmana, D., Wahyudianingsih, R., Elisabeth, M., Balqis, Maesaroh, & Widowati, W. (2017). Antioxidant activity of *Phyllanthus niruri* extract, rutin and quercetin. *Indonesian Biomedical Journal*, 9(2), 84–90. <https://doi.org/10.18585/inabj.v9i2.281>
- Singh, A., Chitra, V., & Ilango, K. (2024). Network pharmacology exploration to reveal molecular insights of *Phyllanthus niruri* in nonalcoholic fatty liver: In vitro and in silico evidence. *Pharmacia*, 71, 1–16. <https://doi.org/10.3897/PHARMACIA.71.E124595>
- Sukweenadhi, J., Yunita, O., Setiawan, F., Kartini, Siagian, M. T., Danduru, A. P., & Avanti, C. (2020). Antioxidant activity screening of seven Indonesian herbal extract. *Biodiversitas*, 21(5), 2062–2067. <https://doi.org/DOL: 10.13057/biodiv/d210532>
- Wahyuni, D. S. C., Pangestika, M. W., Andriyani, D., Rinanto, Y., & Fatimah, S. (2023). The Effect of Cultivation Site Altitudes on The Quality Parameters of Meniran (*Phyllanthus niruri* L.). *Majalah Obat Tradisional*, 28(3), 157–163. <https://doi.org/10.22146/mot.72163>
- Wimpy, W., PH, L., & Prameswari, P. (2022). Antioxidant Activities of Soursop Leaves and Meniran Plant Extracts Combination. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 4(1), 25–30. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v4i1.803>
- Zain, S. N. D. M., & Omar, W. A. W. (2018). Antioxidant activity, total phenolic content and total flavonoid content of water and methanol extracts of *phyllanthus* species from Malaysia. *Pharmacognosy Journal*, 10(4), 677–681. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.4.111>