

Evaluasi Kandungan Fenol Total, Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Daun Gandarusa (*Justicia Gendarussa* Burm.F.)

M. Rifqi Efendi

Departemen Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi, Indonesia

ABSTRAK

Gandarusa (*Justicia gendarussa* Burm.f.) merupakan tanaman obat yang telah dikenal memiliki berbagai aktivitas farmakologis, namun kajian terarah mengenai distribusi senyawa fenolik dan flavonoid pada fraksinya, serta hubungannya dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri, masih perlu diperdalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan fenol total, flavonoid total, serta aktivitas antioksidan dan antibakteri dari ekstrak dan fraksi daun Gandarusa (*J. gendarussa*). Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Daun *Justicia gendarussa* Burm.f. dikeringkan, dimaserasi dengan metanol, lalu difraksinasi menggunakan n-heksana, etil asetat, dan n-butanol. Kandungan fenol total diukur dengan metode Folin–Ciocalteu, sedangkan flavonoid total dengan metode kompleksasi $AlCl_3$. Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH berdasarkan nilai IC_{50} , dan aktivitas antibakteri diuji dengan metode difusi cakram terhadap lima bakteri: *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Vibrio cholerae*, dan *Escherichia coli*. Hasil menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki kadar fenol total tertinggi (5.52 mg GAE/g), sementara fraksi n-butanol memiliki kadar flavonoid tertinggi (3.2 mg RE/g) dan aktivitas antioksidan paling baik ($IC_{50} = 365.58 \mu g/mL$). Ekstrak metanol menunjukkan aktivitas antibakteri sedang dengan zona hambat 9.5–11 mm terhadap *P. acnes*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *V. cholerae*, dan *E. coli*. Kesimpulan penelitian bahwa ada korelasi antara kandungan senyawa fenol dan flavonoid.

Kata kunci: Antibakteri, Antioksidan, Fenol Total, Flavonoid Total, Gandarusa, *Justicia Gendarussa*

ABSTRACT

*Gandarusa (Justicia gendarussa Burm.f.) is a medicinal plant known to possess various pharmacological activities; however, directed studies on the distribution of phenolic and flavonoid compounds in its fractions and their relationship with antioxidant and antibacterial activities remain limited. This study aimed to evaluate the total phenolic content, total flavonoid content, and the antioxidant and antibacterial activities of the extract and fractions of J. gendarussa leaves. This study was a laboratory experiment with a descriptive quantitative approach. *Justicia gendarussa* Burm.f. leaves were dried, macerated with methanol, and successively fractionated using n-hexane, ethyl acetate, and n-butanol. The total phenolic content was determined using the Folin–Ciocalteu method, while the total flavonoid content was measured using the $AlCl_3$ complexation method. Antioxidant activity was tested using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method based on IC_{50} values, and antibacterial activity was evaluated using the disc diffusion method against five bacteria: *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Vibrio cholerae*, and *Escherichia coli*. The study concludes that there is a correlation between the phenolic and flavonoid compound contents.*

Keywords: Antibacterial, Antioxidant, Total Phenol, Total Flavonoid, Gandarusa, *Justicia Gendarussa*

Koresponden:

Nama : M. Rifqi Efendi
Alamat : Jl. Letjen Soeprapto No. 33, Kecamatan Telanaipura, Jambi
No. Hp : 085266688354
e-mail : mrifqi@unjia.ac.id

PENDAHULUAN

Tanaman obat telah lama menjadi bagian integral dari praktik pengobatan tradisional di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia [1]. Di Indonesia sendiri, penggunaan obat tradisional telah diakomodasi dalam sistem pelayanan kesehatan melalui program saintifikasi jamu dan penelitian fitofarmaka, yang mendorong pembuktian ilmiah terhadap tanaman obat potensial [2].

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara megabiodiversitas yang memiliki lebih dari 30.000 spesies tanaman berbunga, di mana sekitar 9.000 di antaranya diduga memiliki potensi sebagai tanaman obat. Keanekaragaman hayati tropis yang tinggi menjadikan Indonesia sebagai sumber bahan alam yang berlimpah untuk penelitian farmasi dan bioteknologi. Namun, baru sebagian kecil dari tanaman tersebut yang telah diteliti secara ilmiah untuk memastikan efektivitas dan keamanan penggunaannya. Salah satu tanaman lokal yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional adalah *Justicia gendarussa* Burm.f., yang dikenal secara luas dengan nama gandarusa. Secara empiris, gandarusa telah digunakan untuk mengatasi berbagai gangguan kesehatan seperti rematik kronis, peradangan, bronkitis, demam, nyeri otot, sakit kepala, gangguan pernapasan, serta masalah pencernaan [3]. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman ini berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi sumber bahan aktif farmakologis.

Kajian ilmiah terhadap tanaman obat modern tidak hanya berfokus pada penggunaannya secara empiris, tetapi juga diarahkan untuk memahami kandungan kimia dan mekanisme aktivitas biologis yang mendasarinya. Salah satu pendekatan ilmiah yang banyak digunakan adalah analisis kandungan senyawa bioaktif, seperti fenol dan flavonoid. Kedua kelompok senyawa tersebut dikenal memiliki kemampuan sebagai antioksidan alami yang dapat menetralkan radikal bebas penyebab stres oksidatif [4]. Stres oksidatif berperan besar dalam proses penuaan sel serta perkembangan berbagai penyakit degeneratif, termasuk kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes mellitus, dan gangguan neurodegeneratif [5].

Selain berperan sebagai antioksidan, senyawa fenol dan flavonoid juga dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan. Mekanisme antibakteri senyawa fenolik dan flavonoid umumnya melibatkan penghambatan sintesis dinding sel, inaktivasi enzim mikroba, serta gangguan permeabilitas membran sel bakteri. Dalam konteks kesehatan global, pengembangan agen antibakteri alami menjadi semakin penting karena meningkatnya fenomena resistensi antibiotik yang disebabkan oleh penggunaan antibiotik sintesis secara berlebihan. Menurut laporan World Health Organization (WHO), resistensi antibiotik kini merupakan salah satu ancaman kesehatan terbesar dunia, yang menyebabkan jutaan kasus infeksi sulit diobati setiap tahun. Oleh karena itu, eksplorasi tanaman obat sebagai sumber senyawa antibakteri alami yang efektif dan aman menjadi fokus penting dalam riset farmasi modern [6].

Metode ekstraksi dan jenis pelarut yang digunakan sangat menentukan keberhasilan isolasi senyawa bioaktif dari tanaman. Pelarut polar seperti metanol sering digunakan dalam penelitian fitokimia karena kemampuannya melarutkan berbagai senyawa polar, termasuk fenol dan flavonoid. Metode fraksinasi dengan pelarut bertingkat (seperti n-heksan, etil asetat, dan n-butanol) sering diterapkan untuk memisahkan komponen bioaktif berdasarkan tingkat polaritasnya. Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan adanya aktivitas biologis dari ekstrak daun *Justicia gendarussa*, antara lain sebagai antiinflamasi, analgesik, imunomodulator, dan antifertilitas. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut berfokus hanya pada satu jenis fraksi atau pada parameter farmakologis tertentu, sementara hubungan kuantitatif antara kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya masih jarang dikaji secara komprehensif [7].

Kondisi tersebut menunjukkan adanya celah penelitian (research gap) yang penting untuk dijembatani. Hingga kini, kajian yang secara spesifik membandingkan kandungan total fenol dan flavonoid dari masing-masing fraksi pelarut daun *J. gendarussa* serta mengaitkannya dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri masih terbatas. Beberapa penelitian terdahulu cenderung hanya menyoroti satu aspek, misalnya pengukuran kadar fenol tanpa menguji aktivitas biologinya, atau sebaliknya, mengevaluasi aktivitas antibakteri tanpa analisis

fitokimia mendalam. Padahal, hubungan korelatif antara kandungan senyawa bioaktif dengan efek biologis merupakan dasar penting untuk memahami mekanisme kerja tanaman obat secara ilmiah.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kandungan fenol total, flavonoid total, serta aktivitas antioksidan dan antibakteri dari ekstrak metanol daun *Justicia gendarussa* Burm.f. Hasilnya diharapkan dapat memperkuat dasar ilmiah pemanfaatan tanaman gendarusa, serta mendukung pengembangan obat herbal modern berbasis kekayaan hayati lokal sebagai bagian dari inovasi di bidang farmasi.

METODE

Jenis penelitian eksperimental laboratorium (Laboratory Experimental Research) menggunakan pendekatan kuantitatif. Daun segar *Justicia gendarussa* Burm.f., Metanol (pro analysis), Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich), natrium karbonat (Merck), aluminium klorida (Sigma-Aldrich), natrium asetat (LOBA Chemie), dan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Sigma-Aldrich), bakteri uji (*Propionacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Vibrio cholerae*, dan *Escherichia coli*), media NA, semua bahan yang digunakan memiliki tingkat kemurnian analitik.

Penelitian ini menggunakan berbagai peralatan laboratorium, antara lain mikropate reader (Bio-Rad), rotary evaporator (IKA RV-10), oven (Memmert), timbangan analitik (AND, Jepang), autoklaf (Hirayama), inkubator (Memmert), laminar air flow, cawan petri (Normax), mikropipet (Eppendorf), serta peralatan gelas standar. Daun *Justicia gendarussa* dicuci bersih, dikeringkan pada suhu 50 °C selama tiga hari, kemudian digiling dan diayak dengan saringan mesh 60 hingga diperoleh serbuk halus. Sebanyak 1 kg serbuk dimaserasi menggunakan 5 L metanol selama 3 × 24 jam pada suhu ruang di tempat gelap dengan sesekali pengadukan. Hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1, kemudian filtrat digabung dan diuapkan dengan rotary evaporator pada suhu 55 °C dalam kondisi vakum hingga diperoleh ekstrak metanol kental. Selanjutnya, sebanyak 50 g ekstrak dilarutkan dalam 50 mL akuades dan difraksinasi secara berturut-turut dengan n-heksana, etil asetat, dan n-butanol (masing-masing 3 × 100 mL) menggunakan corong pisah, lalu setiap fraksi diuapkan kembali pada suhu 50 °C hingga diperoleh ekstrak kental.

Penetapan kandungan fenol total dilakukan dengan metode Folin–Ciocalteu yang dimodifikasi. Sampel diencerkan dalam mikropate 96 sumur dan dicampur dengan reagen Folin–Ciocalteu, akuades, serta NaOH 1%. Setelah diinkubasi selama 60 menit pada suhu ruang dalam kondisi gelap, absorbansi diukur pada panjang gelombang 750 nm menggunakan mikropate reader (Bio-Rad). Kurva standar dibuat dengan larutan asam galat pada konsentrasi 1,25–10 µg/mL, dan hasil dinyatakan dalam mg Gallic Acid Equivalent (GAE) per gram ekstrak kering. Semua pengujian dilakukan tiga kali (triplo) dengan persamaan regresi $y = 0,0563x + 0,0057$ dan $R^2 = 0,9999$. Kandungan flavonoid total ditentukan menggunakan metode kompleksasi dengan aluminium klorida. Sampel diencerkan dalam mikropate dan dicampur dengan larutan $AlCl_3$ 10%, natrium asetat 1 M, dan akuades, lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang dalam kondisi gelap. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 415 nm menggunakan mikropate reader (Bio-Rad). Kurva standar disusun dengan larutan rutin dalam metanol (3,91–62,5 µg/mL), dan hasil dinyatakan sebagai mg Rutin Equivalent (RE) per gram ekstrak kering. Analisis dilakukan tiga kali ulangan (triplo) dengan persamaan regresi $y = 0,0095x + 0,1538$ dan $R^2 = 0,9921$.

Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Larutan DPPH 0,1 mM disiapkan dalam metanol dan spektrum diserap pada panjang gelombang 400–600 nm untuk menentukan λ_{maks} 515 nm. Fraksi n-heksana, etil asetat, dan n-butanol dilarutkan dalam metanol pada konsentrasi 62,5–1000 ppm. Sebanyak 50 µL larutan sampel dicampur dengan 150 µL larutan DPPH, kemudian diinkubasi selama 30 menit di tempat gelap pada suhu ruang. Absorbansi diukur pada 515 nm, dan aktivitas antioksidan dihitung sebagai persen inhibisi untuk menentukan nilai IC_{50} dari kurva hubungan konsentrasi dan persen inhibisi. Seluruh pengujian dilakukan tiga kali ulangan (triplo). Aktivitas antibakteri diuji dengan metode

difusi cakram pada media Nutrient Agar terhadap bakteri Gram-positif (*Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Staphylococcus aureus*) serta Gram-negatif (*Escherichia coli* dan *Vibrio cholerae*). Suspensi bakteri disesuaikan setara 0,5 McFarland (1×10^8 CFU/mL). Ekstrak dilarutkan dalam DMSO (50 mg/mL), kemudian sebanyak 20 μ L larutan uji (1 mg/disk) diteteskan pada cakram kertas steril dan diletakkan di atas media yang telah diinokulasi bakteri. Cawan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 18–24 jam, dan aktivitas antibakteri ditentukan berdasarkan diameter zona hambat yang diukur menggunakan jangka sorong. Kloramfenikol (30 μ g/disk) digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan DMSO sebagai kontrol negatif.

Data hasil pengujian yang meliputi kadar fenol total, kadar flavonoid total, aktivitas antioksidan (IC_{50}), dan aktivitas antibakteri (zona hambat) dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Setiap pengujian dilakukan dalam tiga kali ulangan (triplo) untuk menjamin keandalan hasil, namun nilai yang disajikan merupakan rata-rata representatif dari hasil pengukuran triplo tanpa menampilkan nilai simpangan baku. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah menunjukkan perbandingan relatif antarfraksi ekstrak daun *Justicia gendarussa* Burm.f. (n-heksan, etil asetat, dan n-butanol) dalam hal kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya.

Nilai IC_{50} aktivitas antioksidan ditentukan melalui analisis regresi linear antara konsentrasi sampel dan persen inhibisi terhadap radikal DPPH. Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk menilai kesesuaian model regresi terhadap data eksperimen. Data aktivitas antibakteri disajikan berdasarkan diameter zona hambat (mm) yang diamati secara langsung dan dibandingkan dengan kontrol positif (kloramfenikol 30 μ g/disk) serta kontrol negatif (DMSO).

HASIL

Tabel 1. Kadar fenol total dan flavonoid total daun Gandarusa (*Justicia gendarussa*)

Ekstrak	Fenolik Total (GAE mg/g Ekstrak)	Flavonoid Total (RE mg/g Ekstrak)
Fraksi n-heksana	1.04	-
Fraksi etil asetat	5.52	1.8
Fraksi n-butanol	4.28	3.2

Hasil penetapan kadar fenol total menunjukkan bahwa fraksi etil asetat mengandung fenol tertinggi, yaitu sebesar 5,52 mg GAE/g ekstrak, diikuti fraksi n-butanol sebesar 4,28 mg GAE/g, dan fraksi n-heksan hanya sebesar 1,04 mg GAE/g (Tabel 1). Sedangkan, uji kuantitatif flavonoid total menunjukkan bahwa fraksi n-butanol memiliki kadar flavonoid tertinggi sebesar 3,2 mg RE/g ekstrak, sedangkan fraksi etil asetat memiliki kadar sebesar 1,8 mg RE/g ekstrak, dan fraksi n-heksan tidak menunjukkan kandungan flavonoid yang terdeteksi.

Tabel 2. Aktivitas antioksidan fraksi dari ekstrak metanol daun Gandarusa (*J. gendarussa*)

Sampel Uji	Aktivitas Antioksidan IC_{50} (μ g/mL)
Fraksi n-heksana	-
Fraksi etil asetat	391
Fraksi n-butanol	365.58
Asam galat (kontrol positif)	3.05

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan bahwa fraksi *n*-butanol memiliki potensi antioksidan tertinggi dibandingkan fraksi lainnya, dengan nilai IC₅₀ sebesar 365.58 µg/mL, diikuti oleh fraksi etil asetat (391 µg/mL). Fraksi *n*-heksana tidak menunjukkan aktivitas antioksidan yang signifikan dalam rentang konsentrasi uji. Sebagai pembanding, asam galat sebagai kontrol positif menunjukkan IC₅₀ sebesar 3.05 µg/mL, yang dikategorikan sebagai aktivitas sangat kuat.

Tabel 3. Aktivitas antibakteri daun Gandarusa (*J. gendarussa*)

Sampel Uji (1 mg/ Disk)	Diameter Hambat (mm)				
	Gram Positif			Gram negatif	
	<i>P. Acne</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>V. Cholera</i>	<i>E. coli</i>
Ekstrak metanol daun gandarusa	11	10.5	10.5	9.5	10.5
Kloramfenikol (30 µg/ disk)	25	24.5	23.5	24	17
Kontrol (-)	0	0	0	0	0

Ekstrak metanol dari daun Gandarusa menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap lima strain bakteri uji, baik Gram positif maupun Gram negatif. Zona hambat yang dihasilkan berkisar antara 9,5–11 mm, dengan respon paling tinggi terhadap *P. acnes* (11 mm), dan paling rendah terhadap *V. cholerae* (9,5 mm). Sebagai pembanding, kloramfenikol (30 µg/disk) menghasilkan zona hambat 17–25 mm, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan efek.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, terdapat perbedaan kadar fenol total dan kadar flavonoid dari fraksi Gandarusa (*J. gendarussa*). Perbedaan konsentrasi ini berkaitan erat dengan polaritas pelarut dan karakteristik kimia senyawa fenolik yang diekstraksi. Fenol merupakan senyawa metabolit sekunder yang umum ditemukan dalam tumbuhan dan dikenal karena struktur aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil (-OH) [8]. Karakter ini menjadikan senyawa fenolik bersifat polar hingga semi-polar. Oleh karena itu, pelarut semi-polar seperti etil asetat cenderung lebih selektif dalam mengekstraksi senyawa fenolik dibandingkan pelarut non-polar seperti *n*-heksan [9]. Hasil ini konsisten dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa etil asetat efektif dalam memisahkan senyawa fenolik dari bahan tanaman karena mampu melarutkan senyawa polifenol dengan berat molekul sedang [10]. Selain itu, hasil ini memperkuat peran fenol sebagai kandidat utama dalam aktivitas biologis tanaman ini, mengingat senyawa fenolik memiliki kemampuan antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba yang telah dibuktikan dalam berbagai literatur fitokimia. Sebaliknya, rendahnya kandungan fenol pada fraksi *n*-heksan menunjukkan bahwa senyawa fenolik tidak bersifat lipofilik, sehingga tidak larut optimal dalam pelarut non-polar. Fraksi ini kemungkinan lebih banyak mengandung senyawa terpenoid, sterol, atau asam lemak yang tidak terdeteksi dalam uji fenol total.

Flavonoid adalah senyawa fenolik dengan gugus hidroksil dan gula yang membuatnya larut dalam pelarut polar seperti *n*-butanol. Hal ini menjelaskan mengapa fraksi *n*-butanol memiliki kadar flavonoid tertinggi dibanding etil asetat [11]. Dalam hal ini, *n*-butanol sebagai pelarut polar lebih optimal mengekstraksi flavonoid dibanding etil asetat. Hal ini diperkuat oleh penelitian Sajhard et al. [12] menyatakan bahwa flavonoid glikosida lebih larut dalam pelarut polar, sedangkan flavonoid aglikon cenderung larut dalam pelarut semi-polar. Tingginya kadar flavonoid dalam fraksi *n*-butanol dapat diasosiasikan dengan potensi antioksidan dan aktivitas biologi lainnya, karena flavonoid diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan kuat melalui mekanisme penyerapan radikal bebas, khelasi logam, dan penghambatan oksidasi lipid. Di samping itu, flavonoid juga

memiliki kemampuan untuk menghambat enzim prooksidan seperti xantin oksidase dan siklooksigenase [13]. Flavonoid berperan penting sebagai antioksidan melalui mekanisme penangkap radikal bebas, khelasi logam, dan penghambatan oksidasi lipid. Rendahnya kadar flavonoid pada fraksi etil asetat kemungkinan disebabkan oleh dominasi flavonoid aglikon yang lebih larut dalam pelarut semi-polar, sedangkan tidak ditemukannya flavonoid pada fraksi n-heksan menunjukkan bahwa senyawa ini bersifat non-polar.

Fraksi polar menunjukkan aktivitas antioksidan lebih tinggi dibanding fraksi lain, meski nilai IC_{50} -nya tergolong lemah. Aktivitas tinggi pada fraksi n-butanol berkaitan dengan kandungan flavonoid tertinggi (3,2 mg RE/g ekstrak), menegaskan peran flavonoid sebagai penyumbang utama penangkap radikal bebas. Perbedaan nilai IC_{50} antara fraksi n-butanol dan etil asetat menunjukkan bahwa efektivitas antioksidan dipengaruhi tidak hanya oleh jumlah, tetapi juga oleh struktur senyawa fenolik. Tidak adanya aktivitas pada fraksi n-heksan menandakan bahwa senyawa non-polar tidak berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan [14].

Aktivitas antibakteri daun Gandarusa (*Justicia gendarussa*) tergolong sedang dibandingkan antibiotik standar, namun tetap bermakna untuk ekstrak kasar. Efek terhadap bakteri Gram positif dan negatif menunjukkan mekanisme kerja umum, kemungkinan melalui kerusakan membran, pembentukan pori, atau penghambatan enzim. Flavonoid dan fenol diduga sebagai komponen utama yang bekerja secara sinergis. Karena uji antibakteri belum dilakukan pada fraksi terpisah, peran masing-masing fraksi belum diketahui. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif spesifik [15].

Penelitian ini menunjukkan hubungan kuat antara kandungan fenol dan flavonoid dengan aktivitas biologis. Fraksi n-butanol dan etil asetat yang kaya fenol dan flavonoid memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan n-heksana, mendukung peran penting kedua senyawa tersebut dalam menetralkan radikal bebas. Namun, kadar senyawa bioaktif tidak selalu sebanding dengan kekuatan aktivitasnya, kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan struktur kimia. Aktivitas antibakteri masih diuji pada ekstrak metanol secara keseluruhan, tetapi fraksi etil asetat dan n-butanol diduga berkontribusi besar terhadap efek tersebut. Secara keseluruhan, daun *Justicia gendarussa* mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri alami, sehingga layak dikaji lebih lanjut untuk pengembangan farmasi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan bahwa pengujian aktivitas biologis hanya mencakup metode DPPH untuk antioksidan dan metode difusi cakram untuk antibakteri, sehingga mekanisme aksi molekuler dari senyawa bioaktif dalam ekstrak dan fraksi daun *Justicia gendarussa* Burm.f. belum dapat dijelaskan secara mendalam.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa daun Gandarusa (*J. gendarussa* Burm.f.) mengandung senyawa bioaktif utama berupa fenol dan flavonoid yang berperan dalam aktivitas antioksidan dan antibakteri. Fraksi etil asetat memiliki kandungan fenol total tertinggi, sementara fraksi n-butanol mengandung flavonoid paling tinggi dan menunjukkan aktivitas antioksidan paling kuat. Ekstrak metanol menunjukkan aktivitas antibakteri sedang terhadap lima bakteri uji. Ditemukannya korelasi positif antara kandungan fenol dan flavonoid dengan aktivitas biologis memperkuat potensi daun Gandarusa sebagai sumber bahan alam untuk pengembangan agen antioksidan dan antibakteri.

Penelitian ini bermanfaat sebagai kajian awal yang memperkuat dasar ilmiah pemanfaatan gandarusa sebagai sumber senyawa bioaktif alami. Studi lanjutan disarankan untuk mencakup analisis fitokimia lanjutan, pengujian toksisitas, serta evaluasi efek farmakologis secara *in vivo* agar potensi terapeutik tanaman ini dapat dipahami secara lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Monib PN. The role of plants in traditional and modern medicine. J Pharmacogn Phytochem.

- 2024;13(2):643–7. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Hikmawanti NPE, Widiyanti P, Ew BP. In vitro anti-HIV activity of ethanol extract from gandarusa (*Justicia gendarussa* Burm. f) leaves. *Infect Dis Rep.* 2020;12(Suppl 1):8730. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Putri VA, Zulharmita RA, Chandra B. Overview of phytochemical and pharmacological of gandarusa extract (*Justicia gendarussa* Burm). *EAS J Pharm Pharmacol.* 2020;2(5):180–5. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Rafiqi A, Rafi M, Nurcholis W. Factorial Design Optimization Of Phenolic And Antioxidant Extraction From *Justicia gendarussa* Burm. F. *Suranaree J Sci Technol.* 2024;31(3). [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Chibisov S, Kharlitskaya E, Singh RB, Itharat A, On-Saard E, Park HR, et al. Polyphenolics and flavonoids in health and diseases. In: *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-communicable Diseases.* Elsevier; 2022. p. 671–89. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Ng WJ, Shit CS, Ee KY, Chai TT. Plant natural products for mitigation of antibiotic resistance. In: *Sustainable Agriculture Reviews 49: Mitigation of Antimicrobial Resistance Vol 2 Natural and Synthetic Approaches.* Springer; 2021. p. 57–91. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Ali MF, Mahmud S, Mohiuddin RB, Chowdhury K, Mohiuddin AKM. Screening of Preliminary Phytochemicals, Molecular Identification, and Antimicrobial and Anti-Inflammatory Activity of *Justicia gendarussa*. *Evidence-Based Complement Altern Med.* 2023;2023(1):6885353. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Tyagi K, Shukla P, Rohela GK, Shabnam AA, Gautam R. Plant phenolics: their biosynthesis, regulation, evolutionary significance, and role in senescence. In: *Plant Phenolics in Sustainable Agriculture: Volume 1.* Springer; 2020. p. 431–49. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Yusoff IM, Taher ZM, Rahmat Z, Chua LS. A review of ultrasound-assisted extraction for plant bioactive compounds: Phenolics, flavonoids, thymols, saponins and proteins. *Food Res Int.* 2022;157:111268. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Mahmud SMN, Sohrab MH, Begum MN, Rony SR, Sharmin S, Moni F, et al. Cytotoxicity, antioxidant, antimicrobial studies and phytochemical screening of endophytic fungi isolated from *Justicia gendarussa*. *Ann Agric Sci.* 2020;65(2):225–32. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Hussain S, Mirza W, Murtaza M, Nazir A, Hanif I, Ahmad M. Sources and chemistry of flavonoids: An overview of their biological and therapeutic potential. *Sci Inq Rev.* 2022;6(2):32–58. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Rajhard S, Hladnik L, Vicente FA, Srčić S, Grilc M, Likozar B. Solubility of luteolin and other polyphenolic compounds in water, nonpolar, polar aprotic and protic solvents by applying FTIR/HPLC. *Processes.* 2021;9(11):1952. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Cao X, Yang L, Xue Q, Yao F, Sun J, Yang F, et al. Antioxidant evaluation-guided chemical profiling and structure-activity analysis of leaf extracts from five trees in *Broussonetia* and *Morus* (Moraceae). *Sci Rep.* 2020;10(1):4808. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Qian W, Fu Y, Liu M, Zhang J, Wang W, Li J, et al. Mechanisms of action of luteolin against single- and dual-species of *Escherichia coli* and *Enterobacter cloacae* and its antibiofilm activities. *Appl Biochem Biotechnol.* 2021;193(5):1397–414. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Ding Y, Wen G, Wei X, Zhou H, Li C, Luo Z, et al. Antibacterial activity and mechanism of luteolin isolated from *Lophatherum gracile* Brongn. against multidrug-resistant *Escherichia coli*. *Front Pharmacol.* 2024;15:1430564. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]