

Kadar Fenol dan Flavonoid Total serta Evaluasi Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kombinasi Rosella (*Hibiscus sabdariffa*), Sereh (*Cymbopogon citratus*), dan Jahe (*Zingiber officinale*) Berdasarkan Metode FRAP

*Total Phenolic and Flavonoid Content and Evaluation of Antioxidant Activity of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*), Lemongrass (*Cymbopogon citratus*), and Ginger (*Zingiber officinale*) Combination Extract Based on FRAP Methods*

Lailla Affianti Fauzi^{1*}, Muhamad Nanang Solikhin², Danny Eka Wahyu Saputra³

^{1,2,3}Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo, Yogyakarta 55281, Indonesia Email: laillaaffianti@uny.ac.id,
Email:nanangsolikhin@uny.ac.id, Email:dannyeka@uny.ac.id

Abstrak

Kombinasi rosella, sereh, dan jahe berpotensi sebagai sumber antioksidan alami. Penelitian sebelumnya telah mengevaluasi kombinasi serupa menggunakan metode DPPH, sehingga diperlukan evaluasi dengan metode lain untuk memperoleh gambaran aktivitas antioksidan yang lebih komprehensif. Penelitian ini bertujuan menentukan kadar fenol total, flavonoid total, serta mengevaluasi aktivitas antioksidan ekstrak kombinasi rosella:sereh:jahe (2:1:1) menggunakan metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) sebagai pendekatan berbasis transfer elektron. Ekstraksi dilakukan dengan etanol 70%; kadar fenol total diukur dengan metode Folin-Ciocalteu, flavonoid total dengan metode $AlCl_3$, dan kapasitas reduksi diukur dengan metode FRAP dinyatakan sebagai ekuivalen asam askorbat (mg AAE/g). Hasil menunjukkan kadar fenol total Formulasi sebesar $107,60 \pm 7,39$ mg GAE/g dan flavonoid total $6,90 \pm 0,24$ mg QE/g, lebih tinggi dibandingkan ekstrak rosella tunggal ($63,43 \pm 0,52$ mg GAE/g; $4,69 \pm 0,80$ mg QE/g). Kapasitas FRAP Formulasi mencapai $135,34 \pm 37,75$ mg AAE/g ($n=2$), relatif lebih tinggi dibandingkan formulasi yang ditambah melati. Peningkatan kadar fenol dan flavonoid pada Formulasi sejalan dengan kapasitas reduksi yang lebih baik, mendukung kontribusi senyawa fenolik terhadap aktivitas antioksidan berbasis transfer elektron. Temuan ini menyimpulkan bahwa rasio 2:1:1 memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami berbasis transfer elektron, namun masih memerlukan optimasi rasio melalui pendekatan mixture design dan fraksinasi sebelum dikembangkan sebagai bahan baku pangan fungsional..

Kata kunci: Kombinasi herbal; Fenol total; Flavonoid total; FRAP; Antioksidan

Abstract

Combinations of roselle, lemongrass, and ginger have potential as natural antioxidant sources. Previous studies have evaluated similar combinations using the DPPH method; therefore, evaluation with an alternative method is needed to obtain a more comprehensive picture of antioxidant activity. This study aimed to determine the total phenolic and flavonoid contents and to evaluate the antioxidant activity of a roselle:lemongrass:ginger (2:1:1) combination extract using the FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) method as an electron-transfer-based approach. Extraction was carried out with 70% ethanol; total phenolic content was measured by the Folin-Ciocalteu method, total flavonoid content by the $AlCl_3$ method, and reducing capacity was determined by the FRAP method expressed as ascorbic acid equivalents (mg AAE/g). The results showed that the total phenolic content of Formulation was 107.60 ± 7.39 mg GAE/g and the total flavonoid content was 6.90 ± 0.24 mg QE/g, both higher than those of the single roselle extract (63.43 ± 0.52 mg GAE/g; 4.69 ± 0.80 mg QE/g). The FRAP capacity of Formulation reached 135.34 ± 37.75 mg AAE/g ($n=2$), relatively higher than that of the formulation with added jasmine. The increase in phenolic and flavonoid contents in Formulation was consistent with better reducing capacity, supporting the contribution of phenolic compounds to electron-transfer-based antioxidant activity. These findings conclude that the 2:1:1 ratio has potential as a natural antioxidant source based on electron transfer, but still requires ratio optimization through a mixture design approach and fractionation before being developed as a functional food raw material.

*Corresponding author: Lailla Affianti Fauzi, Universitas Negeri Yogyakarta., Yogyakarta, Indonesia

E-mail : laillaaffianti@uny.ac.id

Doi : 10.35451/jfm.v9i1.3914

Received : September 14, 2026, Accepted: September 29, 2026, Published: October 30, 2026

Copyright: © 2026 Lailla Affianti Fauzi (s). Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

Tren gaya hidup sehat mendorong meningkatnya minat masyarakat terhadap pangan fungsional berbasis bahan alam yang kaya senyawa bioaktif, khususnya senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan alami [16]. Radikal bebas yang tidak diimbangi oleh sistem pertahanan antioksidan tubuh dapat memicu stres oksidatif dan berkontribusi pada berbagai penyakit degenerative (1,2). Rosella (*Hibiscus sabdariffa*), sereh (*Cymbopogon citratus*), dan jahe (*Zingiber officinale*) merupakan tiga tanaman lokal yang secara individual telah dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan. Rosella kaya antosianin dan asam fenolat (3,4), sereh mengandung senyawa fenolik dan minyak atsiri(5,6), sedangkan jahe dikenal dengan kandungan gingerol dan senyawa fenolik lainnya (7,8). Berbagai penelitian di Indonesia turut melaporkan potensi sumber antioksidan alami dari bahan lokal lain, termasuk pemanfaatan limbah kulit buah naga (9), famili Asteraceae (2), dan buah andaliman (10), yang menegaskan pentingnya eksplorasi bahan alam Nusantara sebagai sumber antioksidan.

Beberapa penelitian telah mengevaluasi kombinasi ketiga bahan tersebut, namun dengan variasi rasio, bentuk sediaan, dan metode uji yang berbeda. Suseno et al. melaporkan kombinasi serai, rosela, dan jahe dalam bentuk seduhan teh herbal beserta karakteristik fisikokimianya (11,12), Widowati et al. mengevaluasi aktivitas antioksidan teh herbal kombinasi rosella dan jahe (RoJa) menggunakan berbagai metode uji termasuk FRAP (13), sedangkan Khairani et al. mengoptimasi kombinasi rosella dengan bahan lain menggunakan pendekatan mixture design (14). Kristiani et al menunjukkan bahwa interaksi antarsenyawa antioksidan dalam sediaan polyherbal dapat bersifat aditif, sinergis, maupun antagonis (15). Meskipun demikian, kombinasi rosella, sereh, dan jahe dengan rasio rosella sebagai komponen dominan (2:1:1) dalam bentuk ekstrak kering hasil maserasi, serta evaluasi aktivitas antioksidan dengan metode berbasis transfer elektron, masih jarang dilaporkan.

Penilaian aktivitas antioksidan dengan lebih dari satu mekanisme penting untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif (16,17). Penelitian sebelumnya pada kombinasi serupa telah dilakukan menggunakan metode DPPH (donor atom hidrogen). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) sebagai pendekatan alternatif berbasis transfer elektron untuk melengkapi data tersebut. Metode FRAP mengukur kemampuan senyawa antioksidan mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , sehingga merefleksikan kapasitas reduksi total sampel.

Penelitian ini difokuskan pada Formulasi (rosella:sereh:jahe = 2:1:1) dengan tujuan: (1) menentukan kadar fenol total dan flavonoid total; (2) mengevaluasi aktivitas antioksidannya melalui metode FRAP; serta (3) menganalisis hubungan antara kadar senyawa fenolik dengan kapasitas reduksi yang dihasilkan. Data yang diperoleh diharapkan menjadi kontribusi baseline yang komplementer terhadap evaluasi DPPH sebelumnya, sekaligus menjadi acuan bagi optimasi rasio kombinasi bahan lokal sebelum dikembangkan sebagai bahan baku pangan fungsional.

2. METODE

2.1 Bahan

Simplisia kering rosella (*Hibiscus sabdariffa*), sereh (*Cymbopogon citratus*), dan jahe (*Zingiber officinale*). Bahan kimia yang digunakan meliputi etanol 70%, reagen Folin-Ciocalteu, natrium karbonat (Na_2CO_3), aluminium klorida ($AlCl_3$), natrium asetat (CH_3COONa), kuersetin, asam galat, asam askorbat, dan reagen FRAP (termasuk dapar fosfat, kalium ferisianida, TCA, dan $FeCl_3$).

2.2 Alat

Neraca analitik, vortex mixer, mikropipet, tabung reaksi, sentrifuge, dan spektrofotometer UV-Vis (pengukuran pada 765 nm untuk fenol total, 415 nm untuk flavonoid total, dan 720 nm untuk FRAP).

2.3 Prosedur

2.3.1 Determinasi

Determinasi tanaman dikerjakan di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan. Sampel simplisia Bunga Rosella, Sereh dan Rimpang Jahe diperoleh dari Samigaluh, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta

2.3.2 Ekstraksi Simplisia

Simplisia rosella, sereh, dan jahe masing-masing diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% (18,19). Hasil maserasi disaring kemudian diuapkan dengan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental. Rendemen dihitung sebagai persentase berat ekstrak kental terhadap berat awal simplisia.

2.3.3 Pembuatan Formulasi

Formulasi kombinasi disusun dengan rasio rosella:sereh:jahe = 2:1:1 (b/b) diambil berdasarkan penelitian terdahulu (12) berdasarkan berat ekstrak kental hasil evaporasi masing-masing simplisia. Ekstrak kental ditimbang sesuai perbandingan tersebut, kemudian dilarutkan dalam etanol untuk memperoleh larutan stok 1000 ppm. Ekstrak rosella tunggal digunakan sebagai pembanding utama.

2.3.4 Uji Fenol Total

Sampel ekstrak (1 mg/mL yang dilarutkan dalam metanol:air = 80:20 %v/v) diambil sebanyak 100 µL, kemudian dicampur dengan 7,9 mL aquadest dan divorteks selama 10–20 detik. Selanjutnya ditambahkan 500 µL reagen Folin-Ciocalteu 50% dan divorteks selama 20–30 detik, dilanjutkan dengan penambahan 1,5 mL natrium karbonat 20% yang juga divorteks selama 20–30 detik. Campuran tersebut diinkubasi pada suhu ruangan selama 2 jam, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang 765 nm. Kadar fenol total dihitung berdasarkan kurva standar asam galat (0–100 µg/mL) dan dinyatakan sebagai miligram ekuivalen asam galat per gram sampel (mg GAE/g) (20).

2.3.5 Uji Flavonoid Total

Larutan standar kuersetin dibuat stok 100 ppm dengan melarutkan 1 mg kuersetin dalam 10 mL metanol, kemudian diencerkan menjadi konsentrasi bertingkat 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Sampel dibuat larutan stok 1000 ppm dengan melarutkan 5 mg sampel dalam 5 mL metanol p.a., kemudian diambil 500 µL untuk setiap ulangan (tiga ulangan). Selanjutnya, masing-masing konsentrasi larutan standar kuersetin dan sampel ditambahkan 1500 µL metanol p.a., 100 µL AlCl₃ 10%, 100 µL CH₃COONa 1 M, dan 2800 µL aquades. Campuran divortex lalu diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm. Kandungan flavonoid total dihitung berdasarkan persamaan regresi kurva standar kuersetin ($y = ax + b$) dan dinyatakan sebagai miligram ekuivalen kuersetin per gram sampel (mg QE/g) (20).

2.3.6 Uji FRAP

Kapasitas reduksi ditentukan mengikuti prinsip metode Benzie dan Strain (16) yang dimodifikasi. Larutan stok ekstrak 1000 ppm dibuat dengan pelarut etanol 96%, kemudian dipipet 1 mL ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 1 mL dapar fosfat 0,2 M (pH 6,6) dan 1 mL K₃Fe(CN)₆ 1%, diinkubasi selama 20 menit pada suhu 50°C. Setelah inkubasi ditambahkan 1 mL TCA 10%, kemudian disentrifugasi 3000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 1 mL lapisan atas dipipet, ditambahkan 1 mL aquades dan 0,5 mL FeCl₃ 0,1%, didiamkan 10 menit, lalu diukur absorbansi pada 720 nm. Kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan asam askorbat (60–100 ppm). Nilai FRAP dinyatakan dalam mg ekuivalen asam askorbat per gram ekstrak (mg AAE/g) (21).

3. HASIL

3.1 Rendemen Ekstrak

Rendemen ekstrak etanol rosella, sereh, dan jahe disajikan pada Tabel 1. Rendemen tertinggi diperoleh pada rosella (30,80%), diikuti sereh (5,38%) dan jahe (4,80%).

Tabel 1. Rendemen Ekstrak Etanol

Simplisia	Bobot Simplisia (g)	Hasil Ekstrak (g)	Rendemen (%)
Rosella	500	154,00	30,80
Sereh	500	26,88	5,38
Jahe	500	23,98	4,80

3.2 Kadar Fenol Total dan Flavonoid Total

Kurva baku asam galat menghasilkan persamaan $y = 0,0007x + 0,0007$ ($R^2 = 0,9746$). Kurva baku kuersetin juga

menunjukkan hubungan linier yang kuat $y=0,0078x-0,0009$ ($R^2= 0,997$). Kadar fenol total dan flavonoid total pada konsentrasi 1000 ppm disajikan pada Tabel 2. Kadar fenol total dan flavonoid total disajikan pada Tabel 2. Formulasi (2:1:1) memiliki kadar fenol total tertinggi ($107,60 \pm 7,39$ mg GAE/g) dan flavonoid total tertinggi ($6,90 \pm 0,24$ mg QE/g), masing-masing hampir 1,7 kali dan 1,5 kali lebih tinggi dibandingkan ekstrak rosella tunggal.

Tabel 2. Kadar Fenol Total dan Flavonoid Total

Sampel	Fenol Total (mg GAE/g)	Flavonoid Total (mg QE/g)
Rosella tunggal	$63,43 \pm 0,52$	$4,69 \pm 0,80$
Formulasi (2:1:1)	$107,60 \pm 7,39$	$6,90 \pm 0,24$

3.3 Aktivitas Antioksidan Metode FRAP

Kapasitas FRAP Formulasi mencapai $135,34 \pm 37,75$ mg AAE/g ($n=2$). Data rosella tunggal dari pengujian lab independen diperoleh sebesar $121,20 \pm 0,69$ mg AAE/g, sehingga Formulasi menunjukkan kapasitas reduksi yang sebanding hingga sedikit lebih tinggi dibandingkan ekstrak rosella tunggal.

4. PEMBAHASAN

4.1 Peningkatan Kadar Fenol dan Flavonoid pada Formulasi

Senyawa fenolik dikenal memiliki kemampuan mendonorkan atom hidrogen dan elektron, sehingga secara teoretis diharapkan meningkatkan kapasitas antioksidan campuran. Kadar fenol total Formulasi ($107,60 \pm 7,39$ mg GAE/g) dan flavonoid total ($6,90 \pm 0,24$ mg QE/g) lebih tinggi dibandingkan ekstrak rosella tunggal ($63,43 \pm 0,52$ mg GAE/g dan $4,69 \pm 0,80$ mg QE/g). Peningkatan ini konsisten dengan penambahan kontribusi senyawa fenolik dari sereh dan jahe (15). Temuan ini sejalan dengan kajian lain yang menunjukkan bahwa senyawa fenolik dan flavonoid dari tanaman lokal Indonesia berperan penting sebagai antioksidan alami (22). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Kristiani et al. (2024) yang melaporkan bahwa kombinasi polyherbal dapat meningkatkan kapasitas antioksidan secara aditif atau sinergis (15). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Widowati et al. (2023) pada kombinasi rosella–jahe (RoJa), di mana penambahan jahe meningkatkan kadar senyawa fenolik dibandingkan rosella Tunggal (23).

4.2 Hubungan Kadar Fenolik dengan Kapasitas FRAP

Peningkatan kadar fenol total Formulasi hampir 1,7 kali lipat dibandingkan rosella tunggal sejalan dengan kapasitas FRAP yang tercatat sebesar $135,34 \pm 37,75$ mg AAE/g. Metode FRAP mengukur kemampuan transfer elektron dari antioksidan ke kompleks Fe^{3+} , sehingga sangat responsif terhadap senyawa fenolik dan antosianin yang memiliki potensi reduksi tinggi (4,24). Konsistensi antara kenaikan kadar fenolik dengan kapasitas reduksi mendukung bahwa senyawa fenolik berkontribusi nyata terhadap aktivitas antioksidan berbasis transfer elektron pada sistem ini. Korelasi positif antara kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan berbasis transfer elektron juga dilaporkan juga dilaporkan oleh Pratami et al. (2025) pada optimasi ekstraksi daun sirih merah menggunakan pendekatan Simplex Lattice Design (25). Berbeda dengan evaluasi sebelumnya menggunakan metode DPPH, di mana peningkatan kadar fenolik tidak selalu diikuti peningkatan aktivitas secara proporsional (17,26,27).

4.3 Kontribusi dan Potensi Perbandingan Ekstrak

Penelitian ini memberikan kontribusi data baseline yang komplementer terhadap evaluasi DPPH sebelumnya pada kombinasi rosella–sereh–jahe. Dengan menggunakan metode FRAP, diperoleh bukti bahwa Formulasi (rasio 2:1:1 berdasarkan ekstrak kental) memiliki kapasitas reduksi yang baik ($135,34 \pm 37,75$ mg AAE/g) dan sebanding dengan ekstrak rosella tunggal. Temuan ini memperkuat potensi kombinasi tersebut sebagai sumber antioksidan alami berbasis bahan lokal Indonesia, sejalan dengan potensi kombinasi rosella–jahe yang telah dilaporkan sebelumnya (23). Karakteristik fisikokimia sediaan teh herbal berbasis kombinasi serupa, termasuk dengan penambahan pemanis alami, turut mendukung potensi pengembangannya sebagai produk pangan fungsional (12). Hal ini sejalan dengan tinjauan sistematis yang menegaskan besarnya potensi tanaman lokal Indonesia sebagai sumber antioksidan alami melalui kandungan flavonoid dan polifenolnya (2). Dari sisi pengembangan, data FRAP ini dapat digunakan sebagai parameter penunjang dalam optimasi rasio melalui pendekatan *mixture design*.

Fraksinasi dan purifikasi lebih lanjut disarankan untuk memisahkan senyawa aktif dari matriks non-aktif, sehingga kapasitas antioksidan per satuan berat dapat ditingkatkan sebelum formulasi dikembangkan sebagai bahan baku pangan fungsional.

4.4 Implikasi dan Arah Penelitian Lanjutan

Temuan penelitian ini menyediakan data baseline empiris. Rasio 2:1:1 meningkatkan kadar fenol dan flavonoid serta menunjukkan kapasitas FRAP yang menjanjikan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan yang disarankan meliputi: (1) optimasi rasio menggunakan pendekatan *mixture design* untuk memetakan daerah kombinasi yang lebih optimal; (2) fraksinasi dan purifikasi untuk memisahkan senyawa aktif dari matriks non-aktif; serta (3) standarisasi kondisi ekstraksi dan penanganan bahan baku, khususnya terkait stabilitas antosianin. Pendekatan tersebut diperlukan sebelum formulasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan baku pangan fungsional.

5. KESIMPULAN

Ekstrak kombinasi rosella:sereh:jahe rasio 2:1:1 yang disusun dari ekstrak kental hasil maserasi etanol memiliki kadar fenol total $107,60 \pm 7,39$ mg GAE/g dan flavonoid total $6,90 \pm 0,24$ mg QE/g, lebih tinggi dibandingkan ekstrak rosella tunggal. Kapasitas antioksidan berbasis transfer elektron (FRAP) Formulasi mencapai $135,34 \pm 37,75$ mg AAE/g dan sebanding hingga sedikit lebih tinggi daripada rosella tunggal. Peningkatan kadar senyawa fenolik sejalan dengan kapasitas reduksi FRAP, mendukung kontribusi senyawa fenolik terhadap aktivitas antioksidan berbasis transfer electron. Data yang diperoleh bersifat komplementer terhadap evaluasi DPPH sebelumnya dan mendukung potensi rasio 2:1:1 sebagai sumber antioksidan alami. Penelitian lanjutan berupa optimasi rasio melalui pendekatan *mixture design* serta fraksinasi senyawa aktif direkomendasikan sebelum formulasi dikembangkan sebagai bahan baku pangan fungsional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Universitas Negeri Yogyakarta atas pendanaan penelitian melalui skema Research Group Tahun 2026, serta kepada Laboratorium Herbal Fakultas Vokasi UNY Wates dan Laboratorium Riset Terpadu Biologi Universitas Ahmad Dahlan Kampus 4 atas fasilitas dan pendampingan teknis selama pelaksanaan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

1. Tumilaar SG, Hardianto A, Dohi H, Kurnia D. A comprehensive review of free radicals, oxidative stress, and antioxidants: overview, clinical applications, global perspectives, future directions, and mechanisms of antioxidant activity of flavonoid compounds. *J Chem.* 2024;2024:5594386.
2. Azali AS, Rajab MA, Lathifah S, Akrom A. Antioxidant potential of the Asteraceae family in counteracting free radicals in cigarette smoke: an overview. *J Farm.* 2025;8(1):472–8.
3. Chongwilaikasem N, Sithisarn P, Rojsanga P, Sithisarn P. Green extraction and partial purification of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts with high amounts of phytochemicals and in vitro antioxidant and antibacterial effects. *J Food Sci.* 2024;89(12):8819–35.
4. Nguyen QD, Dang TT, Nguyen TVL, Nguyen TTD, Nguyen NN. Microencapsulation of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins: effects of drying conditions on some physicochemical properties and antioxidant activities of spray-dried powder. *Food Sci Nutr.* 2021;10(1):191–201.
5. Tazi A, El Moujahed S, Jaouad N, Saghrouchni H, Al-Ashkar I, Liu L, et al. Exploring the bioactive potential of Moroccan lemon grass (*Cymbopogon citratus* L.): investigations on molecular weight distribution and antioxidant and antimicrobial potentials. *Molecules.* 2024;29(17):3982.
6. Tazi A, Jaouad N, Errachidi F. Diversity of chemical compounds and pharmacological properties of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf: Richness and variation of flavonoids with a wide range of biological effects. *Trends Phytochem Res.* 2025;
7. Stachelska MA, Karpiński P, Kruszewski B. A comprehensive review of biological properties of flavonoids and their role in the prevention of metabolic, cancer and neurodegenerative diseases. *Appl Sci.* 2025;15(19):10840.
8. Ayustaningwarno F, Anjani G, Ayu AM, Fogliano V. A critical review of Ginger's (*Zingiber officinale*) antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory activities. *Front Nutr.* 2024;11:1364836.

9. Fatimi HA, Ramadhana IHA, Purnama MF. Dragon fruit peels waste as cosmetic: an overview. *J Farm.* 2025;7(2):210–9.
10. Situmorang NB, Febriady A. Optimasi potensi preventif andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) sebagai biofilter alami terhadap paparan asap rokok melalui ekspresi TNF- α . *J Farm.* 2025;8(1):228–35.
11. Suseno R, Surhaini, Rahmi SL, Yanti F. Characteristics and sensory properties of lemongrass, roselle, and ginger formulation herbal tea. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2022;951(1):12096.
12. Suseno R, Surhaini, Rahmi SL. Karakteristik fisikokimia teh herbal berbasis rosela, serai, dan jahe dengan stevia sebagai pemanis alami. *J Sains dan Teknol Pangan.* 2025;10(4):8580–8.
13. Widowati W, Wargasetia TL, Zakaria TM, Gunadi MS, Halim N, Santiadi S, et al. Antioxidant activities of RoJa herbal tea: combination of rosella flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) and ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rosc.). *Pharm Sci Res.* 2023;10(3):172–9.
14. Khairani SJ, Safira R, Budiartika C, Gulo CFS, Calesta NG, Pratiwi C. Optimasi aktivitas antioksidan ekstrak bunga rosella, jeruk nipis, dan kayu manis dengan mixture design menggunakan metode DPPH. *J Ilm Kaji Multidisipliner.* 2025;9(12):844–53.
15. Kristiani EBE, Kasmiyati S, Martono Y. Combination of polyherbal *Phyllanthus reticulatus* with *Zingiber officinale* and *Cymbopogon citratus* to optimize the antioxidant capacity. *Pharmaciana.* 2024;14(1):88–99.
16. Rumpf J, Burger R, Schulze M. Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. *Int J Biol Macromol.* 2023;233:123470.
17. Munteanu IG, Apetrei C. Analytical methods used in determining antioxidant activity: a review. *Int J Mol Sci.* 2021;22(7):3380.
18. Lai YJ, Chiang YC, Jhan YS, Song TY, Cheng MC. Extraction Effects on Roselle Functionalities: Antioxidant, Antiglycation, and Antibacterial Capacities. *Foods.* 2024;13(14):1–13.
19. Wahyudi AT, Minarsih T. Pengaruh Ekstraksidan Konsentrasi Etanol terhadap Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*). *Indones J Pharm Nat Prod.* 2019;06(01):30–8.
20. Inovasi LR dan. Laporan Hasil Uji Fenol-Flavonoid. 2026.
21. Maryam S, Baits M, Nadia A. PENGUKURAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) MENGGUNAKAN METODE FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). *J Fitofarmaka Indones.* 2016;2(2):115–8.
22. Verawati V, Almahdy A, Febriyenti F, Prima Putra D. Isolation and Structural Analysis of Active Antioxidant Phenolic Compounds from *Elephantopus mollis* Kunth. *J Farm.* 2025;8(1):455–65.
23. Widowati W, Wargasetia TL, Zakaria TM, Gunadi MS, Halim N, Santiadi S, et al. Antioxidant Activities of RoJa Herbal Tea: Combination of Rosella Flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) and Ginger Rhizome (*Zingiber officinale* Rosc.). *Tradit Med J.* 2024;
24. Kourelatou A, Chatzimitakos T, Athanasiadis V, Kotsou K, Makrygiannis I, Bozinou E, et al. Seeking Optimal Extraction Method for Augmenting *Hibiscus sabdariffa* Bioactive Compounds and Antioxidant Activity. *Processes.* 2024;12(3):581.
25. Pratami RI, Mulyaningsih S, Rais IR. Optimasi Komposisi Pelarut Air – Etanol Pada Ekstraksi Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) dengan Metode Simplex Lattice Design Terhadap Aktivitas Antioksidan Optimization of Water-Ethanol Solvent Composition of Red Betel Leaf Extraction (*Pipe*. *J Farm.* 2025;2655–0814:311–9.
26. Gulcin I, Alwasel SH. DPPH radical scavenging assay. *Processes.* 2023;11(8):2248.
27. Jimenez Morales WA, Canizares-Macias MP. A breakthrough SIA-based dual assay for simultaneous evaluation of antioxidant capacity via ABTS and FRAP mechanisms. *Anal Chem.* 2026;98(6):3231–40.