

Studi *In Vitro* Aktivitas Antioksidan dan Antikolesterol Fraksi Etil Asetat Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*)

Nurhaija Arriyani^{1*}, Danang Raharjo²

^{1,2}Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Indonesia

*Penulis Korespondensi: nurhajijahariyani20@gmail.com

Abstract. Pedada fruit (*Sonneratia caseolaris*) is a mangrove species recognized for its rich content of bioactive compounds that may provide various health benefits. This study aimed to evaluate the *in vitro* antioxidant and anticholesterol activities of the ethyl acetate fraction of pedada fruit and to analyze the correlation between these two biological activities. The extraction process was conducted using ethanol maceration followed by solvent-solvent fractionation to obtain the ethyl acetate fraction. Antioxidant activity was measured using the ABTS radical scavenging method, while anticholesterol activity was assessed through an *in vitro* cholesterol inhibition assay. The effectiveness of both activities was expressed in IC_{50} values. The results demonstrated that the ethyl acetate fraction exhibited strong antioxidant and anticholesterol properties, with IC_{50} values of 20.555 ppm and 9.636 ppm, respectively. Furthermore, Pearson correlation analysis showed a positive and statistically significant relationship between antioxidant and anticholesterol activities ($r = 0.601$; $p = 0.005$), indicating promising potential as a natural therapeutic agent.

Keywords: Anticholesterol; Antioxidant; Ethyl Acetate Fraction; Pearson Correlation; *Sonneratia caseolaris*.

Abstrak. Buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) adalah spesies mangrove yang dikenal kaya akan senyawa bioaktif yang dapat memberikan berbagai manfaat kesehatan. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dan antikolesterol secara *in vitro* dari fraksi etil asetat buah pedada dan untuk menganalisis korelasi antara kedua aktivitas biologis tersebut. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan maserasi etanol diikuti dengan fraksinasi pelarut-pelarut untuk mendapatkan fraksi etil asetat. Aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode penangkapan radikal ABTS, sedangkan aktivitas antikolesterol dinilai melalui uji inhibisi kolesterol *in vitro*. Efektivitas kedua aktivitas tersebut dinyatakan dalam nilai IC_{50} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi etil asetat menunjukkan sifat antioksidan dan antikolesterol yang kuat, dengan nilai IC_{50} masing-masing sebesar 20,555 ppm dan 9,636 ppm. Selain itu, analisis korelasi Pearson menunjukkan hubungan positif dan signifikan secara statistik antara aktivitas antioksidan dan antikolesterol ($r = 0,601$; $p = 0,005$), yang mengindikasikan potensi menjanjikan sebagai agen terapi alami.

Kata kunci: Antioksidan; Antikolesterol; Fraksi Etil Asetat; Korelasi Pearson; *Sonneratia caseolaris*.

1. LATAR BELAKANG

Hiperkolesterolemia merupakan suatu bentuk dari hiperlipidemia dan hiperlipoproteinemia. Kolesterol memiliki beberapa fungsi dalam tubuh seperti membentuk hormon dan memelihara sel saraf. Kadar normal kolesterol dalam darah adalah di bawah 200 mg/dl. Kadar kolesterol dalam darah 200-239 mg/dl termasuk dalam kategori borderline dan dikatakan tinggi jika kadarnya dalam darah lebih dari atau sama dengan 240 mg/dl (Layrenshia & Atzmardina, 2024).

Tanaman mangrove, termasuk buah pedada (*Sonneratia caseolaris*), diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang berpotensi sebagai antioksidan alami. Senyawa-senyawa tersebut juga dilaporkan memiliki aktivitas hipolipidemik melalui berbagai mekanisme biologis. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji aktivitas antioksidan dan antikolesterol fraksi etil asetat buah pedada serta hubungan antara kedua aktivitas tersebut masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk

mengevaluasi aktivitas antioksidan dan antikolesterol fraksi etil asetat buah pedada secara *in vitro* serta menganalisis hubungan antara kedua aktivitas tersebut (Nusaibah *et al.*, 2022).

2. KAJIAN TEORITIS

Antioksidan dan Stres Oksidatif

Radikal bebas merupakan molekul tidak stabil yang dapat memicu stres oksidatif apabila jumlahnya melebihi kapasitas sistem pertahanan antioksidan tubuh. Stres oksidatif berperan penting dalam patogenesis berbagai penyakit degeneratif, termasuk penyakit kardiovaskular dan hiperkolesterolemia. Antioksidan bekerja dengan cara menetralkan radikal bebas melalui mekanisme pendonoran elektron atau atom hidrogen sehingga dapat mencegah kerusakan oksidatif pada lipid, protein, dan DNA (Harefa & Yulianti, 2023).

Metode ABTS banyak digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan karena mampu mendeteksi kemampuan senyawa dalam menangkap radikal kation ABTS^{•+}, baik pada senyawa hidrofilik maupun lipofilik. Nilai IC₅₀ yang rendah menunjukkan kemampuan antioksidan yang kuat dalam meredam radikal bebas (Mingle, C. E., dan Newsome, 2020).

Senyawa Fenolik dan Flavonoid sebagai Antioksidan

Senyawa fenolik dan flavonoid merupakan kelompok metabolit sekunder tanaman yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Aktivitas ini berkaitan dengan keberadaan gugus hidroksil pada struktur aromatik yang memungkinkan senyawa tersebut bertindak sebagai donor elektron. Selain itu, struktur teirkonjugasi pada flavonoid meimungkinkan stabilisasi radikal beibas meilalui reisonansi (Zhang *et al.*, 2020).

Fraksinasi menggunakan pelarut etil asetat efektif dalam mengekstraksi senyawa semi-polar, termasuk flavonoid aglikon dan fenolik sederhana, yang sering menunjukkan aktivitas biologis lebih tinggi dibandingkan senyawa polar atau nonpolar (Nguyein *et al.*, 2022).

Aktivitas Anti Kolesterol dan Mekanismenya

Hiperkolesterolemia ditandai dengan peningkatan kadar kolesterol dalam darah yang berkontribusi terhadap pembentukan plak aterosklerosis. Salah satu mekanisme utama yang mempercepat kondisi ini adalah oksidasi LDL oleh radikal bebas. Oleh karena itu, penghambatan oksidasi lipid merupakan pendekatan penting dalam pencegahan hiperkolesterolemia (Takó *et al.*, 2020).

Senyawa fenolik dan flavonoid dilaporkan mampu menurunkan kolesterol melalui beberapa mekanisme, antara lain penghambatan oksidasi LDL, peningkatan ekskresi asam empedu, serta penghambatan enzim yang berperan dalam biosintesis kolesterol. Aktivitas

antikolesterol secara *in vitro* seiring digunakan sebagai pendekatan awal untuk mengevaluasi potensi bahan alam sebagai agent hipolipidemik (Zhang *et al.*, 2020).

Hubungan Aktivitas Antioksidan dan Antikolesterol

Aktivitas antioksidan dan antikolesterol memiliki keterkaitan yang erat, terutama melalui peran antioksidan dalam mencegah oksidasi lipid dan LDL. Senyawa dengan aktivitas antioksidan tinggi cenderung menunjukkan aktivitas antikolesterol yang lebih baik karena mampu menghambat tahapan awal pembentukan plak aterosklerosis (Tinggi, 2025).

Beberapa penelitian melaporkan adanya hubungan positif antara aktivitas antioksidan dan aktivitas antikolesterol pada ekstrak tanaman, yang menunjukkan bahwa kemampuan menangkal radikal bebas berkontribusi langsung terhadap efek hipolipidemik. Oleh karena itu, pengujian korelasi antara kedua aktivitas tersebut penting untuk memahami mekanisme biologis bahan alam secara lebih komprehensif (Zhang *et al.*, 2020).

Potensi Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*)

Buah pedada merupakan tanaman mangrove yang diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk flavonoid. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman mangrove memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dan berpotensi sebagai agen hipolipidemik alami. Namun, kajian yang secara spesifik mengevaluasi fraksi etil asetat buah pedada terhadap aktivitas antioksidan dan antikolesterol serta hubungan keduanya masih terbatas, sehingga penelitian ini memiliki nilai kebaruan (Fitri, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Kimia Program Studi S1 Farmasi, Universitas Duta Bangsa pada bulan November-Desember 2025. Sampel berupa buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) diperoleh dari Kecamatan Sungai Kunyit, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat, dan telah dideterminasi di Laboratorium Biologi Universitas Tanjungpura dengan nomor 201/A/LB/FMIPA/UNTAN/2023.

Buah pedada segar sebanyak 1 kg dicuci, dirajang, dan dikeringkan di *dry cabinet*. Simplisia kering dihaluskan dengan blender dan diayak menggunakan ayakan mesh no. 40. Simplisia yang diperoleh kemudian dilakukan standarisasi meliputi penetapan kadar air, kadar abu, dan susut pengeringan sesuai Farmakope Herbal Indonesia.

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96% selama 3×24 jam dengan pengadukan berkala. Ekstrak cair hasil maserasi disaring dan dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C sehingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak

kental kemudian difraksinasi dengan metode ekstraksi cair-cair menggunakan pelarut n-heksana, etil asetat, dan air secara berurutan. Fraksi yang diperoleh diuapkan untuk menghilangkan sisa pelarut.

Skrining fitokimia dilakukan pada ekstrak etanol dan fraksi untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder flavonoid (Mg + HCl). Dan diuji juga menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) untuk mengkonfirmasi keberadaan senyawa flavonoid.

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode ABTS. Larutan ABTS 7 mM direaksikan dengan kalium persulfat 2,45 mM dan diinkubasi selama 12-16 jam dalam kondisi gelap untuk menghasilkan radikal ABTS•+. Panjang gelombang maksimum ditentukan pada reintang 700-750 nm dan operating time ditentukan menggunakan standar kuersetin. Sampel dengan berbagai konsentrasi (5, 10, 15, 20, dan 25 ppm) direaksikan dengan larutan ABTS•+ dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Nilai IC₅₀ dihitung menggunakan persamaan regresi linear antara konsentrasi dan persen inhibisi.

Uji *in vitro* anti kolesterol dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada reintang panjang gelombang 400-700 nm dengan interval 5 nm. Sampel dengan berbagai konsentrasi (5, 10, 15, 20, dan 25 ppm) dibuat dalam kloroform. Pengukuran kadar antihiperkolesterol dapat dihitung menggunakan rumus (Andriani *et al.*, 2023) :

$$A = \frac{C-D}{C} \times 100\%$$

Keiteirangan =

A = % Penurunan Kolesterol

B = Absorbansi Kolesterol baku + sampel

C = Absorbansi Kolesterol baku

Analisis korelasi antara aktivitas antioksidan dan aktivitas antikolesterol dilakukan menggunakan regresi linear sederhana dengan software SPSS 25. Uji signifikansi dilakukan dengan uji F pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Standarisasi Simplisia dan Ekstraksi

Simplisia daun bandotan yang diperoleh memiliki rendemen sebesar 18%, yang telah memenuhi persyaratan ($>10\%$). Hasil standarisasi simplisia menunjukkan kadar air 7,66% (b/b), kadar abu 5,68%, dan susut pengeringan 5,71%, yang semuanya memenuhi persyaratan Farmakope Herbal Indonesia (kadar air $<11,4\%$, kadar abu $<13\%$, susut pengeringan $<10\%$). Ekstraksi dengan metode maserasi menghasilkan ekstrak kental dengan rendemen 28,3%.

Kadar air ekstrak sebesar 7,39% menunjukkan bahwa ekstrak cukup kering dan dapat disimpan dengan baik.

Fraksinasi ekstrak etanol menghasilkan fraksi dengan rendemen yang berbeda. fraksi etil asetat 20,6%, dan fraksi air 69%. Fraksi etil asetat menunjukkan rendemen yang cukup tinggi, mengindikasikan bahwa sejumlah besar senyawa semi-polar dapat terekstrak pada fraksi ini.

Skrining Fitokimia

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan fraksi positif mengandung Flavonoid. Kandungan senyawa yang lengkap pada fraksi etil asetat mengindikasikan bahwa pelarut etil asetat efektif dalam mengekstrak senyawa-senyawa semi-polar, Fraksinasi bertingkat terbukti efektif meningkatkan konsentrasi dan kemurnian flavonoid dibandingkan ekstrak kasar, dengan fraksi etil asetat menunjukkan potensi tertinggi untuk pengembangan lebih lanjut sebagai sumber antioksidan, antimikroba, dan agen bioaktif lainnya.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak dan Fraksi Buah Pedada.

Senyawa	Pereaksi	Hasil Positif Menurut Pustaka (Arifin <i>et al.</i> , 2019)	Keterangan
Ekstrak	Logam magneisium, HCL	Larutan berwarna gelap kehitaman dengan sedikit endapan di dasar tabung	+ lemah
Fraksi Air	Logam magneisium, HCL	Larutan berwarna kuning kecoklatan dengan endapan sedikit di dasar tabung	+ sedang
Fraksi Etil asetat	Logam magneisium, HCL	Terdapat banyak partikel tersuspensi/endapan berwarna kecoklatan dengan distribusi merata dalam kolom cairan	+ kuat

Fraksi Etil Asetat (0,96) Nilai Rf sangat tinggi mengindikasikan komponen bersifat lebih non-polar dibanding kuersetin. Perbedaan signifikan dengan kuersetin menunjukkan kemungkinan adanya flavonoid termetilasi atau senyawa fenolik lain yang lebih non-polar. Etil asetat efektif mengekstraksi senyawa semi-polar hingga non-polar. Pengujian pada ekstrak etanol dan fraksi diperoleh nilai Rf 0,56-0,96, pengamatan menandakan bahwa pada ekstrak etanol buah pedada meraih memenuhi persyaratan nilai Rf flavonoid yang baik dan positif terdapat adanya kandungan flavonoid (Wahyuni *et al.*, 2023).

Tabel 2. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak dan Fraksi Buah Peidada.

Sampel Uji	Fase Gerak	Pereaksi	Rf	Keterangan
Kuaeirseitin (Peimbanding)	N-Heiksan :	AICI3	0,56	Positif teirdapat noda
Elkstrak Eltanol, Fraksi Eltil	Eltil Aseitat			beirwarna kuning
Aseitat,	(5:5)		0,6	teirang pada sinar
Air Buah peidada			0,96	UV 254 nm
			0	

Aktivitas Antioksidan Metode ABTS

Peineintuan panjang geilombang maksimum dilakukan pada reintang 700-750 nm dan diperoleh hasil 730 nm. Operating time ditentukan menggunakan kuersetin 15 ppm dan diperoleh waktu inkubasi optimal selama 12 menit. Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC_{50} sebesar $20,555 \pm 0,344$ ppm yang termasuk kategori sangat kuat ($IC_{50} < 50$ ppm). Nilai ini bahkan lebih baik dibandingkan ekstrak etanol yang memiliki IC_{50} sebesar $56,268 \pm 1,072$ ppm (kategori kuat). Fraksi air menunjukkan aktivitas antioksidan dengan IC_{50} $50,929 \pm 0,312$ ppm (kategori kuat),

Aktivitas antioksidan yang tinggi pada fraksi etil asetat dapat dijelaskan berdasarkan hasil skrining fitokimia yang menunjukkan kandungan flavonoid dan senyawa fenolik yang tinggi. Senyawa-senyawa ini memiliki gugus hidroksil fenol yang berfungsi sebagai pendonor atom hidrogen untuk menetralsir radikal bebas ABTS•+. Struktur aromatik dan sistem terkonjugasi pada flavonoid meningkatkan stabilitas radikal yang terbentuk setelah donasi hidrogen, sehingga meningkatkan efektivitas antioksidan.

Tabel 3. Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Buah Pedada Meitodei ABTS.

Sampel	IC_{50} (ppm)	Kategori
Kueirseitin	$9,518 \pm 0,315$	Sangat Kuat
Elkstrak Eltanol	$56,269 \pm 1,072$	Kuat
Fraksi Eltil Aseitat	$20,555 \pm 0,344$	Sangat Kuat
Fraksi Air	$50,929 \pm 0,344$	Kuat

Nilai Antikolesterol Metode *In-Vitro*

Hasil Fraksi etil asetat menunjukkan aktivitas anti kolesterol paling tinggi di antara seluruh sampel uji yaitu $9,636 \pm 0,742$. Tingginya aktivitas ini mengindikasikan bahwa senyawa anti kolesterol utama pada buah pedada cenderung bersifat semipolar. Pelarut etil asetat mampu mengekstraksi senyawa flavonoid aglikon dan fenolik tertentu yang diketahui berperan dalam mekanisme penurunan kolesterol, antara lain melalui penghambatan enzim HMG-CoA reduktase dan peningkatan ekskresi asam empedu. Dengan demikian, fraksi etil asetat

menunjukkan efektivitas yang lebih baik dalam menurunkan kadar kolesterol dibandingkan ekstrak dan fraksi lainnya.

Hasil pengujian aktivitas anti kolesterol menunjukkan bahwa seluruh sampel buah pedada memiliki kemampuan dalam menghambat proses yang berkaitan dengan pembentukan atau ketersediaan kolesterol. Peningkatan persen inhibisi yang sejalan dengan kenaikan konsentrasi sampel menunjukkan adanya hubungan dosis-respon, dimana semakin tinggi konsentrasi sampel maka semakin besar aktivitas penghambatan kolesterol yang dihasilkan.

Tabel 4. Aktivitas Kolesterol Ekstrak dan Fraksi Buah Pedada Metode In-Vitro.

Sampel	IC₅₀
Ekstrak Etanol	17,291
Fraksi Etil Asetat	9,636
Fraksi Air	14,366

Korelasi Antioksidan dan Aktivitas Antikolesterol

Secara teoritis, hubungan antara aktivitas antioksidan dan penurunan kolesterol umumnya bersifat berbanding terbalik, dimana aktivitas antioksidan yang lebih kuat (nilai IC₅₀ lebih kecil) diharapkan memberikan efek penurunan kolesterol yang lebih besar. Keterkaitan antara aktivitas antioksidan dan antikolesterol pada buah pedada menunjukkan bahwa kemampuan meredam radikal bebas dapat berkontribusi terhadap penghambatan proses yang berhubungan dengan kolesterol. Senyawa antioksidan dapat mencegah oksidasi lipoprotein densitas rendah (LDL), yang merupakan salah satu faktor risiko utama dalam pembentukan plak aterosklerosis. Selain itu, beberapa senyawa flavonoid juga dilaporkan mampu menghambat kerja enzim HMG-CoA reduktase yang berperan dalam biosintesis kolesterol di hati.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa buah pedada memiliki potensi sebagai sumber alami senyawa antioksidan dan antikolesterol. Proses fraksinasi berdasarkan kepolaran pelarut berpengaruh terhadap aktivitas biologis yang dihasilkan, dengan fraksi etil asetat menunjukkan aktivitas paling optimal. Temuan ini mendukung pemanfaatan buah pedada sebagai bahan alam yang berprotein tinggi seimbang dalam pencegahan gangguan yang berkaitan dengan stres oksidatif dan peningkatan kadar kolesterol.

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara aktivitas antioksidan dan aktivitas antikolesterol buah pedada. Nilai koefisien korelasi sebesar $r = 0,601$ menunjukkan hubungan positif dengan tingkat kekuatan sedang, yang berarti peningkatan aktivitas antioksidan diikuti oleh peningkatan aktivitas antikolesterol. Nilai

signifikansi $p = 0,005$ ($p < 0,01$) mengindikasikan bahwa hubungan tersebut bersifat signifikan secara statistik.

Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan berperan dalam mendukung mekanisme antikolesterol pada buah pedada, terutama melalui pencegahan oksidasi lipid dan LDL. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi positif antara aktivitas antioksidan dan antikolesterol pada ekstrak dan fraksi buah pedada merah. Fraksi dengan aktivitas antioksidan kuat cenderung memiliki aktivitas anti kolesterol yang baik pula.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa : Fraksi etil asetat menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 20,555 ppm. Diikuti fraksi air 50,929 ppm, ekstrak etanol buah pedada 56,268 ppm, dan fraksi n-heksana 315,417 ppm.

Evaluasi aktivitas antikolesterol secara in vitro fraksi etil asetat buah pedada merah sebesar 9,636 ppm memiliki kemampuan signifikan dalam menurunkan kadar kolesterol. Diikuti fraksi air 14,366 ppm, ekstrak etanol buah pedada 17,291 ppm, dan fraksi n-heksana 35,778 ppm. Terdapat korelasi positif antara aktivitas antioksidan dan antikolesterol pada ekstrak serta fraksi buah pedada merah. Semakin tinggi aktivitas antioksidan suatu fraksi, semakin besar pula kemampuannya dalam menurunkan kadar kolesterol. Berdasarkan hasil analisis korelasi *Pearson* antara nilai IC_{50} antioksidan dan persentase penurunan kolesterol, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,601.

Perlu dilakukan uji aktivitas antikolesterol secara in-vivo untuk memvalidasi hasil uji in-vitro dan mengetahui mekanisme kerja yang lebih komprehensif dalam sistem biologis. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi sediaan farmasi atau nutrasetikal dari fraksi etil asetat buah pedada merah sebagai kandidat obat herbal untuk pencegahan dan pengobatan hiperkolesterolemia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Duta Bangsa Surakarta atas fasilitas laboratorium yang telah disediakan untuk mendukung penelitian ini. Artikel ini merupakan bagian dari skripsi yang telah diselesaikan oleh penulis pertama dengan bimbingan penulis kedua.

DAFTAR REFERENSI

- Aini, R. N. (2023). *Antioksidan ekstrak etanol dan infusa daun rambutan (Nephelium lappaceum L.) dengan metode ABTS*. Duta Bangsa Surakarta.
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2020). Structure–activity relationship of flavonoids as antioxidant. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(5), 8–13.
- Arifin, H., Oktavia, S., & Chania, S. (2019). Effects of sub-acute toxicity of water fractionation of ethanol extract of bandotan leaves (*Ageratum conyzoides* (L.) L.) against several blood parameters of male white mice. *Jurnal Farmasi Higea*, 11(2), 166–174. <https://doi.org/10.36387/jifi.v2i2.412>
- Ayunda, R. D., & Malita, S. (2024). Pemanfaatan senyawa flavonoid sebagai antioksidan pada penderita hiperkolesterolemia: Studi literatur. *Jurnal Kedokteran Unram*, 13(3). <https://doi.org/10.29303/jk.v13i3.5388>
- Chen, G., Luo, J., & Yang, L. (2021). Plant phenolics as cholesterol-lowering agents: Mechanisms and applications. *Food Chemistry*, 343, 128528. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128528>
- Das, S., & Ghosh, S. (2020). Antioxidant and hypolipidemic activity of medicinal plants. *Clinical Phytoscience*, 6(1), 1–12.
- Fitri, A. (2021). Aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun mangrove (*Avicennia marina*).
- Harefa, Y. S., & Yulianti. (2023). Studi in vitro potensi antioksidan dan aktivitas antidiabetes fraksi etil asetat buah parioto (*Medinilla speciosa* B.). *Journal Health of Education*, 4(1).
- Layreinshia, B., & Atzmardina, Z. (2024). Edukasi mengenai makanan sehat untuk menanggulangi hiperkolesterolemia pada masyarakat Desa Cikupa. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(1), 369–373. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i1.14843>
- Mingle, C. E., & Newsome, A. L. (2020). An amended potassium persulfate ABTS antioxidant assay used for medicinal plant extracts revealed variable antioxidant capacity based upon plant extraction process. *bioRxiv*, 7, 1. <https://doi.org/10.1101/2020.07.15.204065>
- Nguyen, Q. V., Huyen, B. T., Tran, M. D., Nguyen, M. T., Doan, M. D., Nguyen, A. D., Le, T. M., Tran, V. C., & Pham, T. N. (2022). Impact of different drying temperatures on in vitro antioxidant and antidiabetic activities and phenolic compounds of wild guava leaves collected in the Central Highland of Vietnam. *Natural Product Communications*, 17(4). <https://doi.org/10.1177/1934578X221095349>
- Nusaibah, Sari, R. M., & Widiyanto, D. I. (2022). Pemanfaatan ekstrak daun pedada (*Sonneratia caseolaris*) dan bayhops (*Ipomoea pes-caprae*) sebagai antioksidan pada formulasi face mist. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(3), 441–456. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i3.42563>
- Pham, D. C., & Nguyen, T. V. (2022). In vitro antioxidant capacity and hypolipidemic effects of mangrove plants. *Journal of Herbal Medicine*, 32, 100529.
- Putri, D. A., et al. (2021). Aktivitas antioksidan tanaman mangrove menggunakan metode ABTS. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 18(2), 120–128.

- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (2021). Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7), 933–956. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(95\)02227-9](https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02227-9)
- Takó, M., Kerekes, E. B., Zambrano, C., Kotogán, A., Papp, T., Krisch, J., & Vágvölgyi, C. (2020). Plant phenolics and phenolic-enriched extracts as antimicrobial agents against food-contaminating microorganisms. *Antioxidants*, 9(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/antiox9020165>
- Tinggi, D. A. N. K. (2025). *Tepung pedada: Solusi alami untuk diabetes* (Issue July).
- Wahyuni, S., Mahmuda, I. N. N., Maryati, Perdana, A. P., & Azizah, M. N. (2023). Studi komparatif in vitro aktivitas antioksidan ekstrak etanol, fraksi etil asetat dan isolat aktif kulit delima (*Punica granatum* L.). *Biomedika*, 15(1), 67–75. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v15i1.1751>
- Zhang, Q., Yang, W., Liu, J., Liu, H., Lv, Z., Zhang, C., Chen, D., & Jiao, Z. (2020). Identification of six flavonoids as novel cellular antioxidants and their structure–activity relationship. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4150897>