

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK KASAR DAN EKSTRAK TERPURNIFIKASI DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) DENGAN METODE DPPH

Krisna Kharisma Pertiwi*, Asih Imulda, Rosa J Hesturini, Nindy Dwi Juliasari

Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata, Kediri, Indonesia

*Penulis Korespondensi: krisna.pertiwi@iik.ac.id

Abstrak

Antioksidan berperan penting dalam menjaga integritas sel dan mencegah berbagai proses kerusakan biologis yang menjadi dasar munculnya penyakit degeneratif. Daun kelor (*Moringa oleifera*) diketahui mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas antioksidan, namun perbandingan potensi antioksidan antara ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi masih jarang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan aktivitas antioksidan ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi daun kelor menggunakan metode DPPH. Ekstraksi dilakukan dengan maserasi etanol 96%, sedangkan purifikasi dilakukan melalui ekstraksi cair-cair menggunakan campuran etanol–n-heksan (1:1). Skrining fitokimia dilakukan terhadap kedua ekstrak, dan uji antioksidan dilakukan pada konsentrasi 20–100 ppm dengan tiga kali replikasi. Nilai IC_{50} dihitung menggunakan regresi linear dan dianalisis secara statistik. Hasil menunjukkan bahwa rendemen ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi masing-masing sebesar 20,77% dan 13,50%. Skrining fitokimia mengidentifikasi keberadaan flavonoid, tanin, dan saponin pada kedua ekstrak. Aktivitas antioksidan ekstrak terpurifikasi ($IC_{50} = 68,040 \pm 0,140$ ppm) lebih tinggi dibandingkan ekstrak kasar ($IC_{50} = 77,372 \pm 0,312$ ppm) ($p < 0,05$), meskipun masih lebih rendah dibanding vitamin C sebagai kontrol positif ($IC_{50} = 5,823 \pm 0,128$ ppm). Hasil ini menunjukkan bahwa proses purifikasi meningkatkan potensi antioksidan daun kelor melalui pemekatan komponen aktif. Temuan ini memberikan dasar ilmiah untuk pengembangan ekstrak terpurifikasi daun kelor sebagai kandidat bahan baku suplemen atau kosmetik dengan aktivitas antioksidan alami.

Kata kunci: Kelor; antioksidan; DPPH; ekstrak terpurifikasi; IC_{50}

Abstract

Antioxidants play a crucial role in maintaining cellular integrity and preventing various biological damage processes that underlie the development of degenerative diseases. Moringa oleifera leaves are known to contain bioactive compounds with antioxidant activity; however, comparative data on the antioxidant potential of crude and purified extracts remain limited. This study aimed to compare the antioxidant activity of crude and purified Moringa oleifera leaf extracts using the DPPH method. Extraction was performed by maceration with 96% ethanol, followed by purification through liquid–liquid extraction using an ethanol–n-hexane mixture (1:1). Phytochemical screening was conducted on both extracts, and antioxidant activity was evaluated at concentrations of 20–100 ppm in triplicate. IC_{50} values were determined using linear regression and statistically analyzed. The yields of the crude and purified extracts were 20.77% and 13.50%, respectively. Phytochemical analysis confirmed the presence of flavonoids, tannins, and saponins in both extracts. The purified extract exhibited stronger antioxidant activity ($IC_{50} = 68.040 \pm 0.140$ ppm) compared to the crude extract ($IC_{50} = 77.372 \pm 0.312$ ppm) ($p < 0.05$), although both were less potent than vitamin C as a positive control ($IC_{50} = 5.823 \pm 0.128$ ppm). These findings indicate that the purification process enhances the antioxidant potential of Moringa oleifera leaves by concentrating active components. This study provides scientific support for the potential use of purified Moringa leaf extract as an active ingredient in natural antioxidant supplements or cosmetic formulations.

Keywords: *Moringa oleifera*; antioxidant activity; DPPH; purified extract; IC_{50}

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, perhatian global terhadap peran antioksidan meningkat seiring bukti bahwa paparan radikal bebas—baik dari polusi, stres oksidatif, maupun gaya hidup modern—berkontribusi pada penyakit degeneratif seperti kanker, gangguan kardiovaskular, dan

penuaan dini (Kusumawati et al., 2021; Chaudhary et al., 2023). Penggunaan antioksidan sintetis seperti BHT, BHA, dan TBHQ terbukti menimbulkan berbagai efek samping, termasuk disfungsi hati dan ginjal, gangguan neurologis dan endokrin, risiko karsinogenik, serta reaksi alergi (Adefegha et al., 2021). Kondisi ini mendorong perlunya eksplorasi

antioksidan alami dari tanaman obat sebagai alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan (Shafirany et al., 2021).

Senyawa fenolik dan flavonoid merupakan sumber antioksidan alami yang penting karena mampu mendonorkan elektron atau atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas, sehingga kadar total keduanya dapat menjadi indikator awal potensi antioksidan suatu tanaman (Zawawi et al., 2021). Indonesia sebagai negara megabiodiversitas memiliki banyak tanaman obat kaya senyawa bioaktif, salah satunya *Moringa oleifera* (kelor) yang telah lama digunakan secara tradisional. Daun kelor diketahui mengandung flavonoid, tanin, saponin, serta vitamin, dan dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan tinggi (Akanda & Hasan, 2021).

Sebagian besar penelitian sebelumnya mengenai daun kelor terbatas pada penggunaan ekstrak kasar yang mengandung senyawa campuran baik metabolit aktif (flavonoid, fenolik) maupun komponen inert seperti klorofil, lipid, gula, protein, dan senyawa polar/non-polar lain. Komponen non-aktif ini dapat menurunkan konsentrasi senyawa antioksidan, sehingga aktivitas spesifiknya rendah. Proses purifikasi membantu meningkatkan konsentrasi senyawa aktif dan menghilangkan senyawa pengganggu, sehingga aktivitas antioksidan menjadi lebih tinggi dan lebih akurat terukur (Le et al., 2023).

Meskipun penggunaan empiris daun kelor sangat luas, hingga saat ini masih belum ada penelitian yang membandingkan aktivitas antioksidan ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi daun kelor yang diperoleh melalui metode ekstraksi cair-cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas antioksidan ekstrak kasar

dan ekstrak terpurifikasi daun kelor menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan daun kelor sebagai bahan baku fitofarmaka atau suplemen antioksidan alami potensial.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah beaker gelas, erlenmeyer, gelas ukur, cawan porselen, corong pisah, botol kaca, aluminium foil, waterbath, batang pengaduk, corong, kertas saring, pipet, tabung reaksi beserta raknya, jangka sorong, timbangan analitik, alat cukur bulu, mortir dan stamper, oven, cotton bud, plat KLT, pipa kapiler, lampu UV 254/366 nm, serta plat besi berdiameter 1 cm. Bahan yang digunakan meliputi daun kelor, etanol, aquadest, metanol, n-heksana, eter, pereaksi fitokimia (FeCl_3 1%, H_2SO_4 pekat, serbuk Mg, HCl pekat, HCl 2N, pereaksi Wagner, dan Dragendorff), standar kuersetin, alkohol swab, vaselin flavum, serta Bioplacenton® gel.

Preparasi sampel

Daun kelor segar berwarna hijau tua sebanyak 2000 g dibersihkan dari kotoran, dicuci dengan air mengalir, ditiriskan, lalu dicatat sebagai berat basah. Sampel kemudian dikeringkan dalam lemari pengering pada suhu 50–55°C hingga mencapai kondisi kering dan ditimbang sebagai berat kering. Daun kering selanjutnya dihaluskan menggunakan blender, diayak, dan disimpan dalam wadah tertutup rapat untuk mencegah paparan kelembaban dan kontaminasi sebelum digunakan dalam proses ekstraksi.

Ekstraksi

Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode

maserasi dengan pelarut etanol 96% dalam perbandingan 1:10. Sebanyak 500 gram simplisia daun *Moringa oleifera* ditimbang dan direndam dalam 5000 mL etanol 96% selama 7 hari dengan pengadukan sesekali dan dilakukan pada suhu ruangan. Campuran disimpan dalam wadah yang terlindung dari paparan cahaya matahari langsung. Setelah proses maserasi selesai, ekstrak disaring dan dikentalkan. Proses penguapan dilakukan pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental.

Purifikasi Ekstrak

Ekstrak kental yang diperoleh kemudian dipurifikasi menggunakan metode ekstraksi cair-cair dengan campuran pelarut n-heksan dan etanol 96% dalam perbandingan 1:1. Sebanyak 10 gram ekstrak kasar dilarutkan dalam 100 mL etanol lalu dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan 100 mL n-heksana. Proses purifikasi dilakukan berulang 3x hingga fraksi n-heksan menjadi jernih. Fraksi etanol yang dihasilkan kemudian diuapkan pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak terpurifikasi, yang selanjutnya disimpan dalam wadah tertutup rapat dan terlindung dari cahaya matahari.

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan pada ekstrak kasar, fraksi n-heksan, dan ekstrak terpurifikasi. Pengujian meliputi uji alkaloid menggunakan reagen Mayer dan Wagner, uji flavonoid menggunakan HCl dan serbuk magnesium, uji saponin melalui metode pengocokan, serta uji tanin menggunakan FeCl_3 sesuai dengan metode Harborne (1987)

Pembuatan Larutan DPPH

Sebanyak 5 mg serbuk DPPH ditimbang dan dilarutkan dalam etanol pro analisis (etanol p.a.) hingga volume akhir 50 mL sehingga diperoleh larutan DPPH 100 ppm. Larutan ini kemudian diencerkan untuk mendapatkan larutan kerja 60 ppm

disimpan pada rendah, didalam gelas kaca gelap untuk melindungi dari cahaya dan tertutup rapat.

Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum

Campuran sebanyak 2 mL larutan DPPH 60 ppm dan 2 mL etanol 96% dibuat dan dihomogenkan melalui pengocokan. Absorbansi kemudian diukur pada rentang panjang gelombang 400–800 nm dengan etanol sebagai blanko. Masa inkubasi dilakukan selama 20 menit dan pengukuran dilakukan di ruang gelap.

Pembuatan Larutan Standar Vitamin C

Larutan stok vitamin C dibuat dengan menimbang 5 mg vitamin C dan melarutkannya dalam etanol p.a. hingga volume 50 mL sehingga diperoleh larutan 100 ppm. Selanjutnya dibuat pengenceran bertingkat hingga diperoleh konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm. Blanko pada pengujian aktivitas antioksidan adalah larutan DPPH dan pelarut tanpa sampel.

Pembuatan Larutan Uji Ekstrak Kasar dan Ekstrak Terpurifikasi

Larutan uji dibuat dengan menimbang masing-masing 25 mg ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi kemudian melarutkannya dalam etanol p.a. hingga volume akhir 25 mL sehingga diperoleh larutan stok 100 ppm. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat untuk memperoleh konsentrasi uji 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm.

Analisis data

Aktivitas antioksidan dari ekstrak ditentukan berdasarkan persentase inhibisi terhadap absorbansi radikal DPPH, yang dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Nilai IC_{50} dihitung menggunakan persamaan regresi linear:

$$y = a + bx$$

Keterangan :

y = persentase inhibisi

x = konsentrasi

a = intersep

b = kemiringan (slope)

Pengukuran dilakukan pada larutan uji ekstrak kasar, ekstrak terpurifikasi, dan vitamin C sebagai standar. Pengujian dengan menggunakan DPPH dilakukan replikasi sebanyak 3 kali dan dianalisis menggunakan SPSS v29 dengan uji *independent T-test* pada tingkat signifikansi $p < 0,05$ setelah terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi daun *Moringa oleifera* menghasilkan ekstrak kasar dengan rendemen sebesar 20,77%, sedangkan ekstrak terpurifikasi mendapatkan rendemen sebesar 13,5% sesuai dengan table 1. Proses purifikasi dilakukan menggunakan metode ekstraksi cair-cair yang bertujuan untuk memisahkan senyawa berdasarkan polaritasnya. Proses ini membantu menghilangkan impuritas non-polar seperti klorofil, lilin, trigliserida, dan sterol yang tidak berkontribusi terhadap bioaktivitas dan bahkan dapat menghambat aktivitas biologis (Tariq *et al.*, 2023).

Tabel 1. Hasil Rendemen

Berat Simplisia (g)	Berat Ekstrak Kasar (g)	Rendemen Ekstrak Kasar (%)	Rendemen Ekstrak Terpurifikasi (%)
500	103,857	20,77	65

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa baik ekstrak kasar maupun ekstrak terpurifikasi daun *Moringa oleifera* mengandung metabolit sekunder yang sama, yaitu flavonoid, saponin, dan tanin sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Senyawa-senyawa ini penting karena

berkontribusi terhadap berbagai aktivitas biologis, terutama aktivitas antioksidan. Flavonoid dan tanin berperan besar dalam mekanisme antioksidan melalui kemampuannya mendonasikan atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas (Parcheta *et al.*, 2021).

Flavonoid berperan sebagai donor elektron dan atom hidrogen sehingga mampu menstabilkan radikal bebas menjadi bentuk yang kurang reaktif. Aktivitas antioksidan flavonoid sangat dipengaruhi oleh jumlah dan posisi gugus hidroksil pada cincin aromatiknya. Tanin, sebagai bagian dari kelompok polifenol, juga menetralkan radikal bebas melalui mekanisme serupa serta mampu mengkelat ion logam sehingga menghambat reaksi oksidatif lanjutan. Tanin terdiri atas dua kelompok utama tannin terhidrolisis dan tannin terkondensasi yang keduanya diketahui memberikan kontribusi sinergis terhadap aktivitas antioksidan. (Simunkova *et al.*, 2021).

Tabel 2. Skrining Fitokimia Ekstrak Kasar dan Ekstrak Terpurifikasi Daun Kelor

Skrining Fitokimia	Hasil Uji		Metode
	Ekstrak Kasar	Ekstrak Terpurifikasi	
Alkaloid	-	-	Wagner / Mayer
Flavonoid	+	+	HClp + Mg powder
Tanin	+	+	Dikocok + 2 tetes HCl 2 N
Saponin	+	+	FeCl ₃ 1%

Keterangan : (+) terdeteksi, (-) tidak terdeteksi

Panjang gelombang maksimum (λ maks) serapan DPPH diamati pada 514 nm dengan nilai absorbansi sebesar 0,692 dengan masa inkubasi selama 20 menit. Persentase inhibisi ekstrak kasar disajikan pada Tabel 3. Hasil perhitungan persentase inhibisi ekstrak terpurifikasi ditampilkan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi,

maka persen inhibisi semakin meningkat, hal ini juga terjadi pada ekstrak kasar.

Tabel 3. Persentase Inhibisi Ekstrak Kasar Daun Kelor

Konsentrasi (ppm)	Persen Inhibisi (%)		
	I	II	III
20	14,443	14,718	15,131
40	25,172	24,759	24,347
60	36,589	36,864	37,001
80	54,608	54,058	53,920
100	64,237	63,961	63,686

Tabel 4. Perhitungan Persentase Inhibisi Ekstrak Terpurifikasi Daun Kelor

Konsentrasi	Persen Inhibisi (%)		
	I	II	III
20 ppm	8,46	8,46	8,60
40 ppm	23,41	23,84	23,98
60 ppm	42,31	42,60	42,45
80 ppm	62,20	62,34	62,48
100 ppm	77,43	77,43	77,57

Perhitungan nilai IC₅₀ ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi daun *Moringa oleifera* ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata IC₅₀ Ekstrak Kasar dan Ekstrak Terpurifikasi Daun Kelor

Tipe Ekstrak		IC ₅₀
Ekstrak Kasar	I	77,038 ppm
	II	77,420 ppm
	III	77,657 ppm
	Rata-rata	77,372 ± 0,312
Ekstrak Terpurifikasi	I	68,191 ppm
	II	68,012 ppm
	III	67,916 ppm
	Rata-rata	68,040 ± 0,140

Uji aktivitas antioksidan terhadap ekstrak terkonsentrasi yang diperoleh dalam penelitian ini menghasilkan nilai IC₅₀ sebesar 77,372 ± 0,312 ppm. Temuan ini sebanding dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan nilai IC₅₀ sebesar 71,27 ppm untuk aktivitas antioksidan daun

Moringa oleifera (Rudiana et al., 2021). Aktivitas antioksidan yang lebih tinggi pada ekstrak terpurifikasi daun kelor terutama disebabkan oleh peningkatan konsentrasi senyawa fenolik dan flavonoid sebagai komponen aktif utama. Pada ekstrak kasar, metabolit tersebut masih bercampur dengan berbagai senyawa non-aktif seperti klorofil, lipid, gula, protein, dan pigmen lain yang tidak berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Kehadiran komponen non-aktif ini menurunkan efektivitas biologis karena mengencerkan konsentrasi senyawa aktif, bahkan sebagian dapat bertindak sebagai prooksidan yang menghambat mekanisme penangkapan radikal (Olvera et al, 2022).

Proses purifikasi melalui ekstraksi cair–cair dengan pelarut selektif menyebabkan pemisahan senyawa berdasarkan polaritas, sehingga fraksi etanol yang diperoleh mengandung fenolik dan flavonoid dalam proporsi lebih tinggi dibandingkan ekstrak kasar. Senyawa fenolik dan flavonoid memiliki kemampuan kuat sebagai donor elektron atau atom hidrogen, yang memungkinkan reduksi radikal DPPH menjadi bentuk tidak reaktif. Peningkatan konsentrasi kedua kelompok metabolit inilah yang menghasilkan penurunan nilai IC₅₀ dan menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat (Rajabiyen et al, 2025).

Selain itu, penghilangan lipid, klorofil, dan pigmen lain selama purifikasi mengurangi gangguan absorbansi serta mencegah interaksi kompetitif dengan radikal bebas, sehingga respons antioksidan menjadi lebih spesifik dan efisien. Dengan demikian, secara komposisi kimia, ekstrak terpurifikasi memberikan kepadatan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dan minim komponen pengganggu, sehingga aktivitas antioksidannya

meningkat secara signifikan dibandingkan ekstrak kasar (Yarnpakdee et al, 2022).

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan tersebut, daun *Moringa oleifera* terbukti merupakan sumber antioksidan alami. Baik ekstrak kasar maupun ekstrak terpurifikasi menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat. Temuan ini menunjukkan bahwa daun *Moringa oleifera* merupakan kandidat yang menjanjikan untuk dikembangkan menjadi suplemen kesehatan, produk kosmetik, atau fitofarmaka. Selain itu, antioksidan berperan penting dalam pencegahan penyakit degeneratif, yang mekanismenya sering melibatkan stres oksidatif (Halliwell, 2024).

Uji normalitas Shapiro–Wilk terhadap ekstrak kasar etanol dan ekstrak terpurifikasi menunjukkan nilai signifikansi masing-masing 0,743 dan 0,671 ($p > 0,05$), sehingga kedua kelompok dinyatakan berdistribusi normal dan dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi 0,273 ($p > 0,05$) yang menandakan varians kedua kelompok homogen. Berdasarkan kondisi tersebut, analisis dilanjutkan menggunakan independent sample t-test, yang menghasilkan nilai signifikansi (2-tailed) 0,001 ($p < 0,05$). Temuan ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara aktivitas antioksidan ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi daun kelor.

Aktivitas antioksidan ekstrak terpurifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak kasar, yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk peningkatan konsentrasi senyawa aktif, eliminasi senyawa pengganggu, peningkatan bioaktivitas, serta meningkatnya stabilitas senyawa aktif. Proses purifikasi bertujuan untuk memperkaya senyawa bioaktif yang berperan dalam aktivitas

antioksidan (Pertiwi et al., 2025). Pada ekstrak kasar, senyawa aktif masih bercampur dengan komponen lain yang mungkin tidak berkontribusi terhadap aktivitas atau bahkan dapat mengganggu. Konsentrasi senyawa aktif yang lebih tinggi pada ekstrak terpurifikasi memungkinkan interaksi yang lebih efektif dengan radikal bebas, yang ditunjukkan dengan nilai IC_{50} yang lebih rendah. Selain itu, proses purifikasi membantu mengisolasi senyawa aktif dalam bentuk yang lebih stabil, sehingga mengurangi kemungkinan degradasi selama pengujian aktivitas antioksidan (Shakoor et al., 2023).

Tabel 6. Perhitungan IC_{50} Vitamin C

Replication	IC_{50}	Rata-rata $\pm$ SD
I	5,945 ppm	5,913 $\pm$ 0,028
II	5,893 ppm	
III	5,901 ppm	

Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif. Nilai IC_{50} vitamin C disajikan pada Tabel 6. Dibandingkan dengan kontrol positif, baik ekstrak kasar maupun ekstrak terpurifikasi menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh fakta bahwa vitamin C merupakan senyawa tunggal murni dengan aktivitas antioksidan yang sudah diketahui, sedangkan ekstrak kasar dan ekstrak terpurifikasi masih mengandung campuran berbagai senyawa (Shi et al., 2022).

Ekstrak daun kelor telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, sehingga menunjukkan potensinya yang tinggi untuk dikembangkan menjadi berbagai produk di sektor kesehatan dan kosmetik. Salah satu aplikasi potensialnya adalah formulasi dalam bentuk kapsul atau tablet sebagai produk fitofarmasi oral yang ditujukan untuk menangkal radikal bebas terkait

stres oksidatif, yang berkontribusi terhadap perkembangan berbagai penyakit degeneratif seperti hipertensi, hiperkolesterolemia, dan diabetes.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, metode purifikasi yang digunakan masih sederhana (ekstraksi cair-cair) sehingga pemekatan senyawa aktif belum optimal dan komposisi kimia ekstrak terpurifikasi belum teridentifikasi secara spesifik. Tidak dilakukan analisis kuantitatif kandungan fenolik atau flavonoid total maupun karakterisasi lebih lanjut menggunakan instrumen seperti LC-MS atau HPLC, sehingga kontribusi masing-masing senyawa terhadap aktivitas antioksidan tidak dapat dipastikan. Selain itu, uji antioksidan hanya menggunakan satu metode yaitu DPPH, sehingga belum menggambarkan aktivitas antioksidan secara komprehensif karena tidak mencakup mekanisme lain seperti penangkapan radikal ABTS, kemampuan reduksi (FRAP), atau inhibisi peroksidasi lipid. Penelitian ini juga belum mengevaluasi stabilitas ekstrak maupun pengaruh kondisi penyimpanan terhadap aktivitas antioksidan. Skala sampel yang terbatas menjadi keterbatasan tambahan yang membatasi generalisasi hasil terhadap aplikasi praktis.

PENUTUP

Aktivitas antioksidan ekstrak kasar dan ekstrak murni daun *Moringa oleifera* masing-masing adalah $77,372 \pm 0,312$ dan $68,040 \pm 0,140$. Aktivitas dari ekstrak terpurifikasi lebih besar dibandingkan dengan ekstrak kasar walaupun kedua nilai tersebut menunjukkan aktivitas antioksidan yang sedang. Temuan ini menegaskan potensi daun kelor sebagai bahan aktif alami dalam formulasi produk suplemen atau kosmetik. Penelitian ini

masih memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya adalah hanya menggunakan 1 metode uji dan belum teridentifikasi identitas senyawa yang aktif. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk melakukan uji aktivitas antioksidan dengan metode lain dan mengidentifikasi senyawa aktif menggunakan metode kromatografi, serta melakukan uji sitoprotektif untuk mengevaluasi efek protektif ekstrak terhadap stres oksidatif yang diinduksi secara kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adefegha, S. A., Okeke, B. M., & Obboh, G. (2021). Antioxidant properties of eugenol, butylated hydroxylanisole, and butylated hydroxyl toluene with key biomolecules relevant to Alzheimer's diseases—In vitro. *Journal of Food Biochemistry*, 45(3), e13276. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13276>
- Akanda, Md. K. M., & Hasan, A. H. M. N. (2021). Characterization of pharmacological properties of methanolic seed and stem bark extracts of *Ziziphus mauritiana* (BAU Kul) using in-vitro and in-vivo animal (Swiss albino male mice) model. *Clinical Phytoscience*, 7(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40816-020-00246-0>
- Chaudhary, P., Janmeda, P., Docea, A. O., Yeskaliyeva, B., Abdull Razis, A. F., Modu, B., Calina, D., & Sharifi-Rad, J. (2023). Oxidative stress, free radicals and antioxidants: Potential crosstalk in the pathophysiology of human diseases. *Frontiers in Chemistry*, 11. <https://doi.org/10.3389/fchem.2023.1158198>
- Halliwell, B. (2024). Understanding mechanisms of antioxidant action in health and disease. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*,

- 25(1), 13–33. <https://doi.org/10.1038/s41580-023-00645-4>
- Kusumawati, AH., Farhamzah, F., Alkandahri, MY., Sadino, A., Agustina, LS., Apriana, SD. (2021). Antioxidant activity and sun protection factor of black glutinous rice (*Oryza sativa* var. *glutinosa*). *Tropical Journal of Natural Product Research*. 5(11):1958-1961.
- Le, P. H., Ho, L. T. T., Le, D. H. T., & Nguyen, V. (2023). Purification of Coffee Polyphenols Extracted from Coffee Pulps (Coffee arabica L.) Using Aqueous Two-Phase System. *Molecules*, 28(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/molecules28155922>
- Olvera-Aguirre, G., Mendoza-Taco, M. M., Moo-Huchin, V. M., Lee-Rangel, H. A., Roque-Jiménez, J. A., Gómez-Vázquez, A., Dzib-Cauich, D. A., Vargas-Bello-Pérez, E., & Chay-Canul, A. J. (2022). Effect of Extraction Type on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of *Moringa oleifera* Lam. Leaves. *Agriculture*, 12(9), 1462. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091462>
- Parcheta, M., Świsłocka, R., Orzechowska, S., Akimowicz, M., Choińska, R., & Lewandowski, W. (2021). Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties. *Materials*, 14(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/ma14081984>
- Pertiwi, K., Wahyuni, D., & Hesturini, R. J. (2025). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar dan Terpurifikasi Daun Salam (*Syzygium polyanthum*). *JUSTER: Jurnal Sains Dan Terapan*, 4(2), Article 2.
- Rajabiyan, A., Bakhshi, D., & Hosseini, S. A. (2025). A Methodological Review of Extraction, Purification, and Identification Techniques for Natural Bioactive Compounds. *Organic Process Research & Development*, 29(8), 1885–1915. <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.5c00080>
- Rudiana, T., Indriatmoko, D. D., & Komariah. (2021). Aktivitas Antioksidan Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 25(1), Article 1. <https://doi.org/10.20956/mff.v25i1.12377>
- Shafirany, MZ., Indawati, I., Sulastris, L., Sadino, A., Kusumawati, AH., Alkandahri, MY. (2021). Antioxidant activity of red and purple rosella flower petals extract (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of Pharmaceutical Research International*. 33(46B):186-192.
- Shakoor, R., Hussain, N., Younas, S., & Bilal, M. (2023). Novel strategies for extraction, purification, processing, and stability improvement of bioactive molecules. *Journal of Basic Microbiology*, 63(3–4), 276–291. <https://doi.org/10.1002/jobm.202200401>
- Shi, L., Zhao, W., Yang, Z., Subbiah, V., & Suleria, H. A. R. (2022). Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(54), 81112–81129. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23337-6>
- Simunkova, M., Barbierikova, Z., Jomova, K., Hudecova, L., Lauro, P., Alwasel, S. H., Alhazza, I., Rhodes, C. J., & Valko, M. (2021).

Antioxidant vs. Prooxidant Properties of the Flavonoid, Kaempferol, in the Presence of Cu(II) Ions: A ROS-Scavenging Activity, Fenton Reaction and DNA Damage Study. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), Article 4.
<https://doi.org/10.3390/ijms22041619>

Tariq, I., Yasmin, Adeela, Imran, Ali, Akhtar, Hassnain, Afzaal, Muhammad, Azeem, Muhammad, Pant, Ruby, Abid, Junaid, Islam, Fakhar, Zahoor, Tahir, & Kinki, A. B. (2023). A review on extraction technique and immune-boosting properties of *Moringa oleifera* Lam. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 2493–2508.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2249263>

Yarnpakdee, S., Senphan, T., Wangtueai, S., Jaisan, C., & Nalinanon, S. (2022). Characteristic and antioxidant activity of *Cladophora glomerata* ethanolic extract as affected by prior chlorophyll removal and drying methods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(8), e15534.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.15534>

Zawawi, N., Chong, P. J., Mohd Tom, N. N., Saiful Anuar, N. S., Mohammad, S. M., Ismail, N., & Jusoh, A. Z. (2021). Establishing Relationship between Vitamins, Total Phenolic and Total Flavonoid Content and Antioxidant Activities in Various Honey Types. *Molecules*, 26(15), Article 15.
<https://doi.org/10.3390/molecules26154399>