

Peningkatan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) melalui Fermentasi: Studi Perbandingan Kandungan Fenolik dan Aktivitas Antioksidan

Enhancement of Antioxidant Activity in *Moringa oleifera* Leaf Extract through Fermentation: A Comparative Study of Phenolic Content and Antioxidant Activity

Hery Muhamad Ansory, Afif Meilana Sindani Putri, Windia Wulantika, Nuraini Harmastuti
Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi Surakarta
email: hery.Ansory89@gmail.com

(tanggal diterima : 22-09-2022 , tanggal disetujui: 29-03-2023)

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh fermentasi terhadap aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik dalam ekstrak etanol 96% dari daun kelor (*Moringa oleifera*). Meskipun potensi antioksidan daun kelor telah diketahui, penelitian ini memperkenalkan konsep baru menggunakan metode fermentasi untuk meningkatkan kandungan senyawa aktif. State of the art saat ini terkait aktivitas antioksidan dan fermentasi digunakan untuk memvalidasi peningkatan aktivitas antioksidan yang signifikan. Hasil penelitian ini memberikan wawasan baru dalam pemanfaatan daun kelor sebagai sumber antioksidan alami yang diperoleh melalui metode fermentasi.

Metode penelitian ini melibatkan fermentasi ekstrak etanol 96% dari daun kelor menggunakan bakteri *Lactobacillus B* selama 24, 48, dan 72 jam. Kandungan fenolik diukur dengan metode analisis Folin-Ciocalteu, sedangkan aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil).

Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam kadar fenolik setelah proses fermentasi. Kadar fenolik ekstrak daun kelor yang difermentasi selama 24 jam adalah 86,133±5,925 mgGAE/gram, meningkat menjadi 91,244±7,374 mgGAE/gram pada 48 jam, dan mencapai 122,578±9,576 mgGAE/gram pada 72 jam. Selain itu, aktivitas antioksidan juga meningkat seiring dengan waktu fermentasi. Nilai IC50 untuk sampel yang difermentasi selama 24 jam adalah 60,887 µg/ml, 58,742 µg/ml pada 48 jam, dan 53,169 µg/ml pada 72 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa fermentasi pada ekstrak daun kelor dapat meningkatkan kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan secara signifikan.

Kata kunci: Ekstrak daun kelor; Fermentasi; Kadar fenolik; Aktivitas antioksidan; *Lactobacillus B*.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of fermentation on the antioxidant activity and phenolic content of 96% ethanol extract from *Moringa oleifera* leaves. While the antioxidant potential of *Moringa* leaves has been recognized, this research introduces a novel concept of utilizing fermentation to enhance the levels of active compounds. The state of the art in antioxidant activity and fermentation is used to validate the significant improvement in antioxidant activity. The findings provide new insights into utilizing *Moringa* leaves as a natural antioxidant source obtained through fermentation.

The research methodology involved fermenting the 96% ethanol extract from *Moringa* leaves using *Lactobacillus B* bacteria for 24, 48, and 72 hours. The phenolic content was measured using the Folin-Ciocalteu method, while the antioxidant activity was evaluated using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method.

The results demonstrated a significant increase in phenolic content after the fermentation process. The phenolic content of the fermented *Moringa* leaf extract was 86.133±5.925 mgGAE/gram after 24 hours, increased to 91.244±7.374 mgGAE/gram at 48 hours, and reached 122.578±9.576 mgGAE/gram at 72 hours. Additionally, the antioxidant activity also increased with fermentation



time. The IC50 values for samples fermented for 24, 48, and 72 hours were 60.887 µg/ml, 58.742 µg/ml, and 53.169 µg/ml, respectively. These results indicate that fermentation of Moringa leaf extract can significantly enhance phenolic content and antioxidant activity.

Keywords: Moringa leaf extract; Fermentation; Phenolic content; Antioxidant activity; Lactobacillus B.

1. PENDAHULUAN

Meskipun daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dikenal memiliki senyawa antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, diketahui bahwa daun kelor memiliki kandungan senyawa fenolik (1–3). Dalam penelitian lain diketahui bahwa fermentasi dapat meningkatkan kadar fenolik dalam sampel (4–7). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kadar senyawa fenolik dalam daun kelor dengan melakukan fermentasi menggunakan starter *Lactobacillus bulgaricus*.

Kebaruan dari penelitian ini adalah dilakukan fermentasi menggunakan *Lactobacillus bulgaricus* untuk meningkatkan kandungan senyawa fenolik dalam daun kelor. Meskipun beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa fermentasi dengan mikroorganisme tertentu dapat meningkatkan kandungan senyawa fenolik dalam bahan pangan (8), namun penelitian tentang penggunaan *Lactobacillus bulgaricus* untuk meningkatkan kandungan senyawa fenolik dalam daun kelor masih terbatas.

Penelitian ini juga memiliki research gap, karena masih sedikit penelitian yang mengkaji penggunaan daun kelor yang telah difermentasi dengan *Lactobacillus bulgaricus* sebagai antioksidan. Oleh karena itu, penelitian ini dapat menjadi kontribusi baru dalam mengembangkan potensi daun kelor sebagai sumber antioksidan alami yang lebih efektif.

Dalam konteks pentingnya pengembangan alternatif pengobatan yang aman dan efektif untuk mencegah berbagai penyakit degeneratif, peningkatan kandungan senyawa fenolik dalam daun kelor juga menjadi urgensi yang penting. Dengan meningkatkan potensi antioksidan alami dalam daun kelor, diharapkan dapat memberikan manfaat kesehatan yang lebih besar bagi konsumen serta memberikan solusi baru dalam upaya pencegahan berbagai penyakit degeneratif.

Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan sumber antioksidan alami yang aman dan efektif, serta dapat memberikan solusi baru dalam upaya pencegahan berbagai penyakit degeneratif.

2. METODE PENELITIAN

2.1. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas (Pyrex), magnetic stirrer (B-One), timbangan, ayakan mesh nomor 40, pH meter, oven, blender, kertas saring, dan silika KLT. Bahan yang digunakan adalah daun kelor tua dari (Gedog kecamatan Sanan Wetan, kota Blitar, Jawa Timur), etanol 96%, bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, asam galat, MRSA, MRSB, larutan Folin ciocalteu (FC), Natrium karbonat (Na_2CO_3), 1-1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), dan susu sapi murni.



2.2. CARA KERJA

Determinasi tanaman

Determinasi tanaman kelor pada penelitian ini dilaksanakan di UPT Laboratorium Herba Materia Medica Batu, Malang Jawa Timur.

Pembuatan ekstrak

Daun kelor disortasi, dibersihkan, dikeringkan, dihaluskan memakai blender dan Serbuk diayak menggunakan ayakan mesh nomor 40. ekstraksi daun kelor menggunakan metode maserasi 1:10 dengan pelarut etanol 96%, hasil dievaporasi memakai alat *rotary evaporator*, hasil diuji kandungan kimia secara kualitatif dilakukan dengan uji kandungan alkaloid, flavonoid, tanin, fenolik dan safonin.

Fermentasi ekstrak daun kelor

Fermentasi ekstrak daun kelor menggunakan starter susu sapi murni dengan penambahan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*. 50 gram ekstrak daun kelor dilarutkan menggunakan 50 ml aquadest steril. 20 ml susu sapi yang sudah dipasteurisasi ditambahkan bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* sebanyak $3,3 \times 10^7$ CFU/ml dan aduk hingga tercampur. Setelah itu, tambahkan 2 ml ekstrak daun kelor yang sudah dilarutkan dan aduk hingga tercampur, kemudian dimasukkan kedalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam.

Penentuan kadar fenolik total

Penetapan kadar fenolik total dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis menggunakan larutan standar asam galat dengan pembentukan kompleks warna dengan larutan Folin-Ciocalteu. Sampel yang diuji adalah sampel ekstrak daun kelor, hasil fermentasi 24 jam (F1), hasil fermentasi 48 jam (F2), dan hasil fermentasi 72 jam (F3).

Uji aktivitas antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan secara in-vitro dengan menggunakan metode DPPH. Sampel yang diuji adalah sampel ekstrak daun kelor, hasil fermentasi 24 jam (F1), hasil fermentasi 48 jam (F2), dan hasil fermentasi 72 jam (F3).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi tanaman

Berlandaskan temuan verifikasi melalui surat keterangan Nomor 074/675/102.20-A/2022 ditetapkan daun tanaman yang dipakai melalui penelitian ini adalah tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.).

Pembuatan ekstrak

Daun kelor sebanyak 12 kg yang dikeringkan dan didapatkan 11 Kg daun kering dengan $5,9 \pm 0,4$ % susut pengeringan. Susut pengeringan serbuk daun kelor yang didapat telah memenuhi persyaratan yaitu susut pengeringan yang baik tidak lebih dari 10%, apabila pengeringan >10% maka dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme semakin cepat pada serbuk sehingga serbuk mudah rusak dan tidak tahan lama.

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan 1000 g serbuk daun kelor dan didapatkan 182 g ekstrak daun kelor, sehingga rendemen ekstrak etanol daun kelor yang diperoleh yaitu 18,2%. Kadar air dalam ekstrak didapatkan sebesar $6,318 \pm 0,294$ %, Persen kadar air yang optimal dari FHI <10%, kadar air ekstrak daun kelor mencukupi kriteria. Pengujian bebas etanol menunjukkan hasil negatif yang berarti



bahwa ekstrak sudah bebas pelarut dan siap untuk diuji dan difermentasi. Pengujian kandungan kimia ekstrak menunjukkan bahwa ekstrak mengandung senyawa golongan flavonoid, alkaloid, tannin, saponin, dan fenol, seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Uji Secara Kualitatif Ekstrak Etanol Daun Kelor

Kandungan kimia	Ekstrak	Keterangan
Flavonoid	Terbentuk warna kuning atau orange	+
Alkaloid	Terbentuk endapan jingga	+
Tannin	Terbentuk warna hijau kehitaman	+
Saponin	Terbentuk busa atau buih selama lebih dari 10 menit	+
Fenol	Terbentuk warna hitam	+

Keterangan:

(+) : positif adanya kandungan

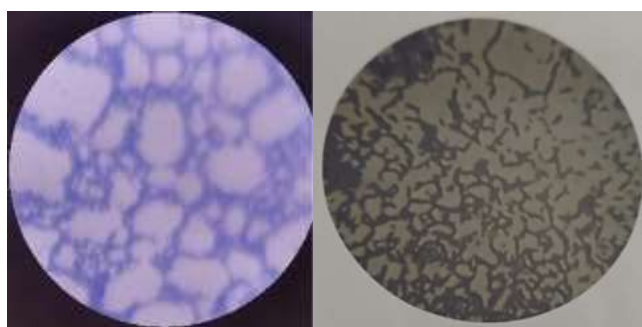
(-) : negatif adanya kandungan

Hasil ekstraksi daun kelor sejalan dengan penelitian lain sejenis yang menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor memiliki kandungan senyawa flavonoid, alkaloid, tannin, saponin, dan fenol (1,2).

Fermentasi ekstrak daun kelor

Bakteri yang digunakan untuk fermentasi adalah *L. Bulgaricus*, bakteri ini termasuk dalam kelompok asam laktat karena mampu mengubah gula menjadi asam laktat, bakteri ini dipilih karena dalam penelitian lain berhasil meningkatkan kadar fenolik dari ekstrak buah naga merah (4), dan temu giring (7). Bakteri *L. Bulgaricus* diremajakan pada media NA dan inkubasi selama 24 jam untuk pembelahan total sel meninggi, dimana jumlah sel yang didapat dapat mencapai 10-15 milyar sel bakteri per mililiter (9). Berdasarkan identifikasi peremajaan bakteri hasil penggoresan zigzag pada tabung reaksi terbentuk goresan zig-zag dengan sempurna, menandakan bakteri berhasil diremajakan.

Identifikasi bakteri asam laktat secara mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan gram secara langsung, pengamatan secara mikroskopis memberikan hasil bahwa sel bakteri berwarna ungu yang menandakan bakteri tersebut termasuk golongan gram positif dan berbentuk batang. Hasil ALT menunjukkan bahwa koloni bakteri paling banyak pada pengenceran 10^{-6} dengan $3,3 \times 10^{-7}$ bakteri.



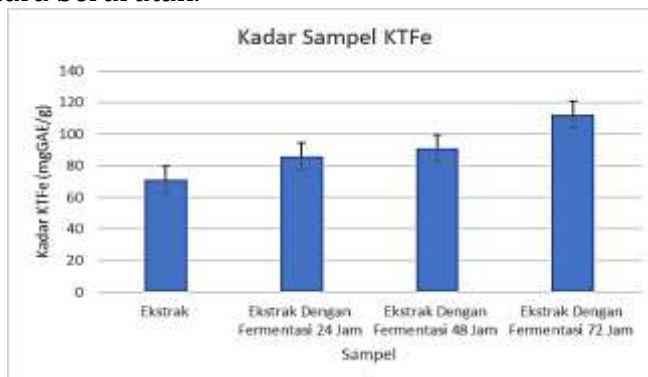
Gambar 1. *Lactobacillus bulgaricus*

Keberhasilan fermentasi dilihat dari penurunan pH (tabel) hal ini sesuai dengan penelitian lain yang menunjukkan penurunan pH ketika proses fermentasi akibat aktivitas dari bakteri asam laktat yang digunakan (4,7,5).

Tabel 2. Hasil pH ekstrak daun kelor sebelum dan sesudah difermentasi

Waktu inkubasi	pH sebelum fermentasi	pH sesudah fermentasi
24 jam	7	6
48 jam	7	6
72 jam	7	5

Konsentrasi fenolik total dalam ekstrak etanol daun kelor sebelum difermentasi ditemukan sebesar $71,244 \pm 6,012$ mg GAE/gram. Namun, setelah proses fermentasi selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam, terjadi peningkatan konsentrasi fenolik total menjadi $86,133 \pm 5,925$; $91,244 \pm 7,374$; dan $122,578 \pm 9,576$ mg GAE/gram secara berurutan.



Gambar 2. Grafik kandungan senyawa fenolik total ekstrak sebelum dan sesudah terfermentasi

Kelompok ekstrak terfermentasi diperoleh kadar fenolik paling tinggi pada fermentasi 72 jam. Hal ini menggambarkan bahwa proses fermentasi dapat mempengaruhi kadar total fenolik meningkat, dimana hubungan fermentasi dengan kenaikan kadar fenolik total dipengaruhi. Kenaikan kadar fenolik yang terjadi setelah proses fermentasi dapat disebabkan oleh beberapa alasan. Pertama, selama fermentasi, mikroorganisme yang terlibat dalam proses tersebut dapat memproduksi enzim-enzim spesifik yang mampu mengubah senyawa-senyawa non-fenolik menjadi senyawa fenolik. Enzim-enzim ini dapat merombak struktur senyawa organik kompleks menjadi senyawa fenolik yang lebih sederhana dan mudah terukur (8). Kedua, selama fermentasi, terjadi aktivitas metabolisme mikroorganisme yang menghasilkan berbagai senyawa metabolit sekunder. Beberapa senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan selama fermentasi dapat memiliki sifat fenolik atau dapat diubah menjadi senyawa fenolik oleh mikroorganisme tersebut. Sebagai hasilnya, kadar fenolik total dalam ekstrak meningkat (3). Perubahan kadar fenolik yang terjadi selama fermentasi dapat bergantung pada jenis mikroorganisme yang digunakan, kondisi fermentasi, serta komposisi dan sifat kimia substrat yang difermentasi. Oleh karena itu, optimasi kondisi fermentasi dapat digunakan untuk meningkatkan produksi fenolik dapat dikaji lebih jauh.

Uji aktivitas antioksidan

Metode uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH dan spektrofotometri UV-Vis dipilih karena kepraktisannya dan kemampuannya untuk memberikan informasi kuantitatif secara cepat. Metode ini menggunakan DPPH sebagai senyawa indikator yang berubah warna saat teroksidasi oleh antioksidan. Pengukuran perubahan absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis memberikan hasil yang dapat diinterpretasikan sebagai kapasitas antioksidan sampel. Metode ini efisien dan dapat digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan dalam waktu singkat, membuatnya menjadi pilihan yang baik dalam analisis antioksidan.

Persentase pengurangan radikal bebas DPPH pada sampel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\% I = \frac{\text{Abs.Blanko} - \text{Abs.Sampel}}{\text{Abs.Blanko}} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{persamaan 1})(12)$$

nilai IC_{50} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier, di mana konsentrasi sampel digunakan sebagai variabel independen (sumbu X) dan persentase inhibisi sebagai variabel dependen (sumbu Y).

Berdasarkan hasil pengukuran, diketahui bahwa nilai IC_{50} dari asam galat, yang merupakan baku pembanding, adalah 5,169 $\mu\text{g/ml}$, menunjukkan kemampuan penangkapan radikal bebas yang sangat tinggi. Sementara itu, IC_{50} ekstrak etanol 96% daun kelor adalah 63,993 $\mu\text{g/ml}$, menunjukkan kekuatan aktivitas antioksidan yang cukup besar, aktivitas antioksidan hasil penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan penelitian lain yang menunjukkan aktivitas antioksidan IC_{50} 127,92-108,67 $\mu\text{g/mL}$ pada ekstrak etanol daun kelor (13), perbedaan ini sangat wajar terjadi mengingat perbedaan dari bahan yang digunakan. Hasil pengujian aktivitas antioksidan terhadap ekstrak etanol 96% dari daun kelor (*Moringa oleifera L.*) yang telah mengalami proses fermentasi dengan menggunakan metode DPPH menunjukkan nilai IC_{50} yang berbeda pada berbagai waktu. Pada waktu 24 jam, nilai IC_{50} ditemukan sebesar 60,887 $\mu\text{g/ml}$, pada waktu 48 jam sebesar 58,742 $\mu\text{g/ml}$, dan pada waktu 72 jam ditemukan nilai IC_{50} sebesar 53,169 $\mu\text{g/ml}$

Tabel 3. Nilai IC_{50} sampel

No	Sampel	Nilai IC_{50}
1	Ekstrak	63,993 ^{bcd}
2	Fermentasi 24 jam	60,887 ^{acd}
3	Fermentasi 48 jam	58,742 ^{abd}
4	Fermentasi 72 jam	53,169 ^{abc}

Keterangan: a= Berbeda dengan no 1; b= Berbeda dengan no 2; c= Berbeda dengan no 3; d= Berbeda dengan no 4

Terdapat hubungan antara kadar fenolik dalam sampel ekstrak etanol 96% dari daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dan IC_{50} -nya. Semakin tinggi kadar fenolik dalam sampel, maka semakin rendah nilai IC_{50} yang dihasilkan, yang menandakan semakin kuat aktivitas antioksidannya. Hal yang sama juga terjadi pada ekstrak etanol 96% dari daun kelor (*Moringa oleifera L.*) yang sudah difermentasi selama 24, 48, dan 72 jam, dimana semakin lama waktu fermentasi maka semakin meningkat pula kadar fenolik dalam sampel dan semakin rendah nilai IC_{50} yang dihasilkan, yang menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan. Dengan demikian, kadar fenolik dalam sampel dapat digunakan sebagai indikator untuk memprediksi aktivitas antioksidan pada sampel ekstrak etanol 96% dari daun kelor (*Moringa oleifera L.*) baik sebelum atau setelah difermentasi.

Meningkatnya kadar fenolik setelah difermentasi pada sampel ekstrak etanol 96% dari daun kelor (*Moringa oleifera L.*) menunjukkan bahwa fermentasi memiliki efek positif dalam meningkatkan kandungan senyawa fenolik dalam sampel tersebut. Senyawa fenolik memiliki sifat antioksidan yang kuat, sehingga peningkatan kadar fenolik setelah difermentasi berpotensi meningkatkan aktivitas antioksidan sampel. Manfaat fermentasi dalam penelitian ini adalah meningkatkan kandungan senyawa fenolik dalam sampel ekstrak etanol 96% dari daun kelor. Dengan meningkatnya kadar fenolik, sampel tersebut memiliki potensi lebih tinggi dalam melawan radikal bebas dan melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif. Aktivitas antioksidan yang ditingkatkan ini memiliki manfaat kesehatan yang



penting, seperti melawan stres oksidatif, mengurangi risiko penyakit degeneratif, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

Selain menggunakan nilai IC_{50} , hasil aktivitas antioksidan juga dapat dievaluasi menggunakan metode *Antioxidant Activity Index* (AAI). AAI memungkinkan perbandingan relatif aktivitas antioksidan antara sampel berbeda berdasarkan kemampuan mereka dalam melindungi substrat dari oksidasi. Dengan memperhitungkan faktor-faktor seperti penangkapan radikal bebas dan penundaan oksidasi, AAI memberikan gambaran holistik tentang potensi antioksidan sampel. Dengan demikian, kombinasi penggunaan IC_{50} dan AAI dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai aktivitas antioksidan suatu sampel (14). Persamaan yang digunakan adalah:

$$AAI = \frac{\text{Konsentrasi DPPH (ppm)}}{IC_{50} \text{ sampel (ppm)}} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2)}(15)$$

Berdasarkan perhitungan aktivitas antioksidan menggunakan metode *Antioxidant Activity Index* (AAI), ekstrak daun kelor menunjukkan nilai AAI sebesar 1,844. Nilai ini mengindikasikan bahwa ekstrak tersebut memiliki tingkat aktivitas antioksidan yang kuat, karena berada dalam rentang 1-2. Hasil perhitungan AAI pada fermentasi ekstrak daun kelor selama 24 jam dan 48 jam juga menunjukkan tingkat aktivitas antioksidan yang kuat. Selanjutnya, nilai AAI pada fermentasi ekstrak daun kelor selama 72 jam mencapai 2,219, yang berada di atas angka 2. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada sampel tersebut sangat kuat. Dengan demikian, fermentasi pada ekstrak daun kelor dalam waktu 72 jam telah meningkatkan aktivitas antioksidan secara signifikan, melebihi 2 yang menandakan kekuatan antioksidan yang sangat tinggi (16,17). Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa fermentasi ekstrak daun kelor memiliki efek positif dalam meningkatkan aktivitas antioksidan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak etanol 96% dari daun kelor mengandung senyawa fenolik dan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Setelah difermentasi, kadar fenolik dan aktivitas antioksidan meningkat, terutama pada fermentasi 24 jam dan 48 jam. Metode DPPH dan AAI digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan, dan hasil keduanya menunjukkan hasil yang serupa. Hasil ini menunjukkan potensi penggunaan ekstrak daun kelor sebagai antioksidan alami dan manfaat fermentasi dalam meningkatkan kandungan senyawa aktif dalam ekstrak tersebut.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Agung A, Oka G, Made L, Pendidikan M, Dokter P, Hewan FK, et al. Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. 2016;5(5):464-73.
2. Diah AWM, Jura R. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* LAM). 2017;6(May):125-31.
3. Yati SJ, Sumpono S, Candra IN. Potensi Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder



- dari Bakteri Endofit Pada Daun Moringa oleifera L. Alotrop. 2018;2(1):82-7.
4. Wardani AK. Pengaruh Fermentasi Menggunakan Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* Terhadap Kandungan Fenol Total Dan Aktivitas Antioksidan Jus Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). Skripsi Univ Jember. 2011;
 5. Rahmi N, Khairiah N, Rufida, Hidayati S, Muis A. Pengaruh fermentasi terhadap total fenolik, aktivitas penghambatan radikal dan aktivitas antibakteri ekstrak tepung biji teratai (*Nymphaea pubescens* Willd.). *Jbi*. 2020;11(1):9-18.
 6. Adi Wira Kusuma GP, Ayu Nocianitri K, Kartika Pratiwi IDP. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fermented Rice Drink Sebagai Minuman Probiotik Dengan Isolat *Lactobacillus* sp. F213. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2020;9(2):181.
 7. Murelina E, Wijayanti E. Perbandingan Kadar Fenolik Total Sari Rimpang Temu Giring (*Curcuma heyneana*) Segar dan Terfermentasi. *JC-T (Journal Cis-Trans) J Kim dan Ter*. 2018;2(2):20-4.
 8. Rahmadi A. Bakteri asam laktat dan mandai cempedak. *Mulawarman Univ Press*. 2019;(October 2018):1-203.
 9. Ifnawati K. Pengaruh enzim kitinase kasar dari bakteri *Pseudomonas pseudomallei* dan *Klebsiella ozaenae* terhadap pertumbuhan, morfologi, dan kadar N-asetilglukosamin *Fusarium oxysporum*. Undergrad thesis, Univ Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. 2013;
 10. Widyastuti W. Formulasi Lotion Ekstrak Etanol Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duchesne ex Weston) Sebagai Tabir Surya. *Sci J Farm dan Kesehat*. 2020;10(2):120.
 11. Dedak M, Varietas B, Sugiat D, Hanani E, Mun A. Aktivitas Antioksidan dan Penetapan Kadar Fenol Total Ekstrak Metanol Dedak Beberapa Varietas padi (*Oryza sativa* L.). *Pharm Sci Res*. 2010;7(1).
 12. Ansory HM, Sari EN, Nilawati A, Handayani S, Aznam N. Sunscreen and Antioxidant Potential of Myristicin in Nutmeg Essential Oils (*Myristica fragrans*). The proceedings of the 2nd Bakti Tunas Husada-Health Science International Conference (BTH-HSIC 2019) [Internet]. Paris, France: Atlantis Press; 2020. p. 138-42. Available from: <https://www.atlantis-press.com/article/125941115>
 13. Apriyati E, Murdiati A, Triwitono P. Pengaruh Lama Waktu Maserasi Terhadap Kadar Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor. *J Teknol Pangan*. 2022;16(1):116-23.
 14. Gangavaram Maheshwar Reddy. Evaluation of antioxidant activity index (AAI) by the 2, 2-diphenyl-1-picryl hydrazyl method of 40 medicinal plants. *J Med Plants Res*. 2012;6(24):4082-6.
 15. Scherer R, Godoy HT. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chem*. 2009;112(3):654-8.
 16. Luís Â, Domingues F, Gil C, Duarte AP. Antioxidant activity of extracts of Portuguese shrubs: *Pterospartum tridentatum*, *Cytisus scoparius* and *Erica* spp. *J Med Plants Res*. 2009;3(11):886-93.



17. Lamoussa Paul O, F Saoudia DW, Jotham Yhi-pênê D, Rémy BK, Idrissa M, H Roger NC. Phytochemical screening, phenolic content and antioxidant activity of *Entada africana* and *Sterculia stiger* two plants used in the treatment of cough. *J Appl Biosci* [Internet]. 2022;178:18658–69. <https://doi.org/10.35759/JABs.178.9>

