



9 772686 250000

e-ISSN : 2686-2506



Mini Review Tinjauan Farmakognosi dan Pemanfaatan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) Sebagai Antidiabetes

Soraya Riyanti*, Ainun Jariya, Eka Qurniati Syahputri

Kelompok Keilmuan Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl. Terusan Jenderal Sudirman PO.BOX 148, Cimahi, Jawa Barat, Indonesia

*E-mail : anti.piper81@gmail.com

(Submit 11/20/2024, Revisi 04/12/2024, Diterima 13/12/2024, Terbit 18/12/2024)

Abstrak

Penderita diabetes setiap tahun prevalensinya terus mengalami peningkatan dan memerlukan obat antidiabetes yang digunakan setiap hari. Penggunaan obat antidiabetes dilaporkan menimbulkan efek samping seperti perut kembung, mual, gangguan pencernaan, dan hipoglikemik. Pemanfaatan bahan alam dalam membantu menangani kondisi hiperglikemia dapat menjadi alternatif dalam mengurangi efek samping dari penggunaan obat antidiabetes. Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) dilaporkan kaya akan nutrisi serta memiliki banyak manfaat untuk kesehatan. Pemanfaatan tanaman kelor digunakan dalam menangani penyakit diabetes, kosmetik, sumber nutrisi dan juga sayuran. Tanaman kelor termasuk dalam suku Moringaceae yang memiliki habitus berupa semak dengan batang berkayu. Morfologi daun kelor yaitu berbentuk lonjong sampai bulat telur terbalik, ujung tumpul, pangkalnya membulat, dan tepinya rata. Daun berwarna hijau sampai hijau kecoklatan, panjangnya antara 1-3 cm, dan lebarnya antara 4 mm-1 cm. Daun kelor kaya akan nutrisi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan terutama pada kondisi kekurangan nutrisi. Kelor mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid.

Kata kunci: Antidiabetes, kelor (*Moringa oleifera* L.), moringaceae,

Pendahuluan

Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) termasuk dalam suku Moringaceae yang dilaporkan memiliki 13 spesies. Tanaman kelor ini dikenal juga sebagai tanaman ajaib karena memberikan banyak manfaat baik sebagai sumber bahan makanan juga untuk kesehatan. Tanaman kelor merupakan tanaman yang berasal dari India dan tersebar di negara beriklim tropis. Kelor menjadi tanaman yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan karena mengandung banyak nutrisi. Semua bagian tanaman ini telah dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis seperti mengatasi hiperglikemia, antiinflamasi, antidiabetes, antimikroba, antikanker dan antioksidan. Ekstrak daun kelor juga ditemukan memiliki aktivitas antioksidan dengan asam linoleat, α -tokoferol dan minyak bunga matahari. Di Asia dan Afrika, daunnya direkomendasikan sebagai suplemen karena kaya akan nutrisi untuk ibu menyusui dan bayi. Senyawa nitril, glikosida minyak mustard, glikosida benzil, glikosida fenolik, glikosida flavonoid, glikosida tiokarbamat, dan asam amino telah diisolasi dari tanaman ini. Aktivitas antioksidan ekstrak MeOH daun *M. oleifera* menunjukkan $IC_{50} = 1,60 \pm 0,03$ mg/mL pada uji DPPH dan $IC_{50} = 1,02 \pm 0,06$ mg/mL pada uji ABTS. Daun *M. oleifera* mengandung sumber alami polifenol yang berpotensi sebagai antioksidan [1]

Tanaman kelor mengandung senyawa yang dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan antara lain alkaloid, betalain, flavonoid, amina, kuinon, asam fenolik, kumarin, stilben, lignan, vitamin dan tanin [2]. Kandungan vitamin, mineral, asam amino sebagai nutrisi ditemukan dalam tanaman ini terutama pada bagian daunnya. Afrika dan India menggunakan kelor untuk pengobatan tradisional dikarenakan dalam kelor terkandung 539 senyawa yang dikenal untuk mencegah lebih dari 300 penyakit. Aktivitas yang telah dilaporkan sebagai antitumor, antipiretik, antiinflamasi, antiepilepsi, antiulkus, diuretik, perangsang jantung dan peredaran darah, antihipertensi, antidiabetes, penurun kolesterol, antioksidan, dan antibakteri, serta antijamur tanaman [3]. Demam adalah penyakit yang paling banyak diobati menggunakan kelor. Selain itu, daun kelor banyak digunakan sebagai ramuan herbal dalam menyembuhkan berbagai penyakit seperti radang, influenza dan pilek, serta mengobati infeksi parasit, bronkitis, kanker, dan tiroid [2].

Tinjauan farmakognosi tanaman kelor memberikan informasi mengenai ciri morfologi tumbuhan kelor, bagian tanaman yang digunakan, kandungan kimia pada seluruh bagian tanaman kelor serta pengolahannya untuk pengobatan tradisional.

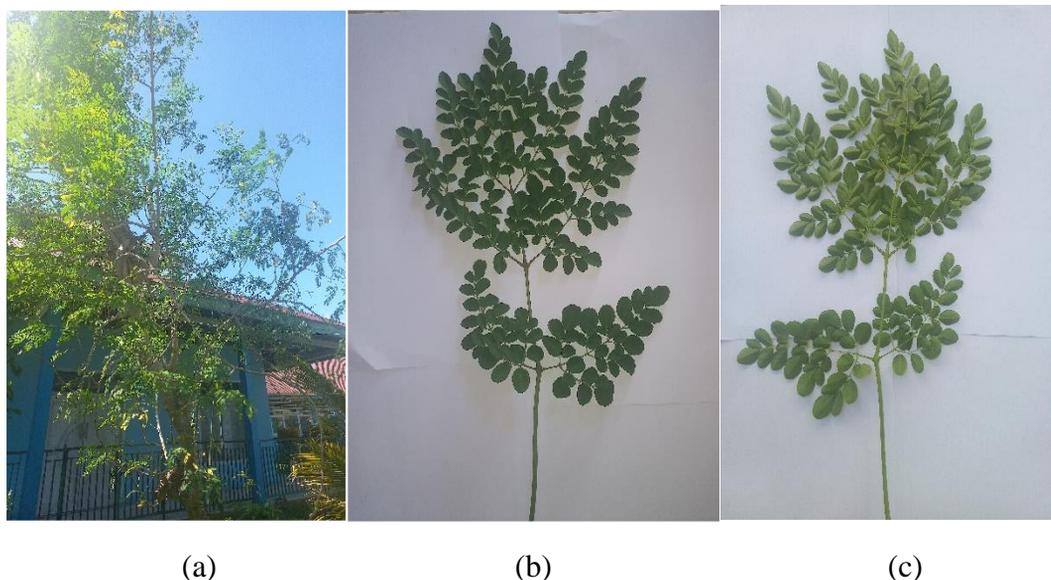
Metode

Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel review ini adalah mengkaji literatur dari jurnal nasional dan internasional dengan tahun penerbitan jurnal 10 (sepuluh) tahun terakhir (2014-2024). Penelusuran literatur dilakukan menggunakan mesin pencari melalui *Google Scholar*, *Scencedirect*, *PubMed*. Kata kunci yang digunakan pada pencarian adalah tanaman *Moringa oleifera*, *chemical composition*, *antidiabetic activity*,

Hasil

Hasil penelusuran Pustaka dan survey lapangan mengenai tumbuhan kelor, diperoleh

hasil tanaman kelor merupakan pohon dengan diameter batang kurang lebih 30 cm dan tinggi lebih dari 2 meter. Gambar tanaman kelor seperti tersaji dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. (a) Pohon Kelor; (b) Permukaan Atas Daun Kelor; (c) Permukaan Bawah Daun Kelor

Berdasarkan studi literatur yang didapatkan tanaman kelor pada negara lain seperti Afrika Barat memiliki morfologi yang berbeda dari Indonesia seperti yang tersaji pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Perbandingan Morfologi Kelor di Indonesia dan Afrika [4]

| Ciri-ciri morfologi | Indonesia | Afrika |
|---------------------|-------------|----------|
| Diameter batang | ± 30 cm | 33,18 cm |
| Panjang daun | 1 – 3 cm | 18,90 cm |
| Lebar daun | 4 mm – 1 cm | 4,10 cm |
| Panjang biji | 2,7 cm | 0,87 cm |
| Diameter biji | 0,8 cm | 0,70 cm |
| Berat biji | 0,18 g | 0,20 g |

Tabel 2. Hasil Penentuan Karakteristik Simplisia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) [5]

| Karakteristik Simplisia | Hasil | Pustaka Acuan (FHI) |
|-------------------------|---------|-------------------------|
| Kadar Air | 1,8 % | < 10% |
| Kadar Sari Larut Air | 7,8 % | Tidak Kurang dari 4,9 % |
| Kadar sari Larut etanol | 13,58 % | Tidak Kurang dari 5,0 % |
| Kadar Abu Total | 1,4 % | Tidak Lebih dari 7,5 % |
| Susut Pengeringan | 4,2 % | Tidak Lebih dari 10 % |

Tabel 3. Kandungan Kimia yang Terdapat dalam Tanaman Kelor

| Bagian Tanaman Yang digunakan | Kandungan Kimia | Pustaka |
|-------------------------------|---|---------|
| Daun | Lutein, betakaroten, triasil gliserol, betasitosterol, polifenol, klorofil-a, ester asam lemak | [6] |
| Biji | Dalam minyak biji kelor terdapat asam oleat, beta-sitosterol, asam ferulat dan alfa-tokoferol. Analisis dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi diperoleh terdapat 4 senyawa asam fenolat yaitu asam galat, asam ferulat, asam kafeat dan asam vanilat. | [7] |
| Daun, batang dan biji | Flavonoid: astragalin, isokuersitrin, kaempferol, kaempferol 3-Oglukosida, kaempferol asetil glikosida, kuersetin, kuersetin 3-O-Beta-D-Glukopiranosida, rutin, vitexin, apigenin | [8] |
| Biji | Protein, kalsium dan magnesium | |
| Bunga | Asam lemak: asam oleat, asam heineicosanoat, monoasetil gliserol, oktakosanol, asam triolein. | |

Tabel 4. Bagian Tanaman Kelor dan Kegunaan yang Telah dilaporkan

| Bagian Tanaman Yang Digunakan | Kegunaan / Manfaat | Pustaka |
|-------------------------------|---|---------|
| Biji | Perawatan kulit, perawatan rambut, pupuk, mengobati penyakit mata, demam, gigitan ular, sakit kepala, gangguan pada kandung kemih, tukak lambung, gastritis, asam urat, stimulan, antispasmodik, sakit perut, anemia, nyeri sendi, hipertensi, dan sebagai pemurnian air. Penyembuhan luka, gigitan ular, stimulasi, produksi ASI, diare, | [8] |
| Daun | Sebagai pakan hewan, mengatasi sembelit, bronkitis, pembengkakan kelenjar, rematik, influenza, bahan makanan, antimalaria, radang sendi. | [9] |
| Akar | Antikoagulasi, penyembuhan luka, pencahar, diuretik, sakit gigi, pilek, luka, asma, bronkitis, epilepsi, pencahar, antiparalitik, dan tonik jantung. | [10] |
| Buah Bunga | Antidiabetik, antipiretik, asma, dan nyeri sendi. Sebagai stimulant, antiinflamasi, nyeri otot | [8] |
| Batang | Komplikasi jantung, demam, penyakit mata, gangguan pencernaan, pakan ternak, sakit kepala, hipoglikemia, sakit gigi. | [11] |

Pembahasan

Daun kelor memiliki ciri, yaitu berusuk tidak sempurna, kecil, lonjong, dan seukuran ujung jari. Berbentuk lonjong atau bulat telur terbalik, berwarna hijau hingga hijau kecoklatan, lebar 4 mm–1 cm, panjang 1–3 cm, ujung daun tumpul, memiliki tepi rata, pangkal daun membulat. Akar kulit kelor mempunyai aroma dan rasa yang pedas dan tajam, bagian dalam kelor memiliki warna kuning agak pucat dengan garis-garis halus, namun ringan dan melintang. Akar sendiri tidak keras dan bentuknya tidak beraturan, permukaan kulit bagian luar agak halus, permukaan bagian dalam agak seperti benang, dan bagian kayunya berwarna coklat muda atau berwarna krem berserat, sebagian besar tunggal [12]. Bulat dan memiliki sayap putih adalah bentuk biji kelor yang ketiga sisinya menjalar dari atas ke bawah. Kelor memiliki lebar sayap berukuran rata-rata 3,2 sedangkan rata-rata ketebalan bijinya adalah 1,05 cm [13].

Tanaman kelor adalah salah satu dari sekian banyak tanaman yang dimanfaatkan di Indonesia dan digunakan sebagai bahan makanan, tanaman obat, kosmetik, tanaman ritual, dan tanaman pagar. Ketinggian, kelembaban, pH, suhu serta intensitas cahaya berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman kelor. Pada tiga lokasi di Jawa Tengah ditemukan morfologi tanaman kelor yang berbeda. Perbedaan karakter morfologi terdapat pada tekstur permukaan daun dan lebar daun. Daun kelor pada wilayah pegunungan bertekstur halus sedangkan daun kelor pada wilayah pesisir bertekstur kasar. Ukuran antara daun kelor pesisir dan daun kelor pegunungan juga berbeda, dimana daun kelor pada wilayah pegunungan berukuran lebih lebar dibandingkan daun kelor pada wilayah pesisir [14].

Simplisia yang digunakan sebagai bahan baku untuk obat tradisional harus memenuhi persyaratan keamanan, khasiat dan berkualitas. Kualitas simplisia daun kelor ditentukan sesuai dengan ketentuan yang tertera dalam Farmakope Herbal Indonesia (FHI). Hasil yang diperoleh untuk penetapan karakteristik simplisia daun kelor masih memenuhi persyaratan dalam FHI. Simplisia yang berkualitas menjamin produk yang dihasilkan berkualitas. Perbedaan lokasi tumbuh dapat berpengaruh terhadap hasil karakteristik simplisia, selain itu juga perlakuan dalam pengolahan pasca panen seperti proses pengeringan yang dilakukan dapat mempengaruhi kestabilan bahan aktif yang terdapat dalam simplisia. Suhu pengeringan yang tertera dalam FHI tidak lebih dari 60°C.

Skrining fitokimia yang dilakukan pada daun kelor (*Moringa oleifera* L.) menunjukkan terdapat senyawa alkaloid. Alkaloid adalah senyawa organik yang paling umum ditemukan di alam dan biasanya terdapat pada daun yang memiliki rasa pahit [15]. Selain itu hasil pengujian senyawa ekstrak daun kelor didapatkan positif flavonoid yang menunjukkan warna kuning, senyawa terpenoid yang menunjukkan warna kuning kecoklatan [16] serta menunjukkan hasil positif terhadap adanya saponin [17]. Senyawa tannin juga positif terdapat pada daun kelor ditandai dengan terbentuknya warna coklat kehitaman [18].

Hasil pemeriksaan pada sifat fisikokimia dan antioksidan serta komposisi asam lemak, tokoferol, sterol dan fenolik dari minyak biji kelor yang dihasilkan dari proses pengepresan dingin menunjukkan bahwa komponen utamanya adalah asam oleat, beta-sitosterol, asam ferulat dan alfa-tokoferol. Hasil analisis menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) menunjukkan terdapat 4 senyawa asam fenolat

yaitu asam galat, asam ferulat, asam kafeat dan asam vanilat. Senyawa-senyawa ini kaya akan antioksidan dan karenanya memiliki sifat terapeutik yang sangat positif. Ekstraksi minyak dari biji kelor dapat secara efektif berkontribusi pada penerapannya dalam industri kosmetik, farmasi, dan obat-obatan. Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa penggunaan minyak biji kelor untuk aplikasi di industri dalam prosesnya menggunakan proses pemanasan yang cukup tinggi yang dapat berdampak negatif pada kualitas minyak biji kelor [7]. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mendapatkan data besarnya kandungan alfa tokoferol dalam daun kelor.

Daun kelor mengandung vitamin C sebesar 24,9948 mg/L, vitamin E (alfa-tokoferol) juga terdapat pada daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dengan perbedaan jumlah kandungan di daerah pesisir sebesar 117,52 mg/100g, sedangkan daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada daerah pegunungan memiliki kadar alfa-tokoferol sebesar 134,41 mg/100g [19]. Hasil dari pengujian kadar kandungan vitamin E tersebut membuktikan adanya pengaruh perbedaan ketinggian lokasi tumbuh terhadap kadar vitamin E daun kelor. Daerah dataran tinggi menghasilkan kadar kandungan vitamin E yang lebih tinggi dibandingkan dengan dataran rendah (daerah pesisir). Intensitas cahaya matahari, kandungan unsur hara serta air yang terdapat disekitar lokasi tumbuh juga dapat mempengaruhi perbedaan kadar senyawa yang ada pada suatu tumbuhan. Daun kelor juga mengandung mineral yaitu kalsium (Ca) sebesar 9,268 mg/L yang diperoleh dari ketinggian sekitar 6 meter [20]. Betakaroten juga terdapat dalam ekstrak daun kelor dengan kadar sebesar 3,31 mg/g [21]. Banyaknya informasi kandungan vitamin dan mineral dalam daun kelor ini menguatkan pemanfaatan daun kelor dalam mengatasi masalah malnutrisi dan dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produk nutrasetika. Daun kelor selain digunakan sebagai bahan makanan, secara empiris digunakan dalam mengatasi masalah glukosa darah yang berlebih. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa daun kelor memiliki aktivitas dalam penurunan glukosa darah hewan coba, diantaranya pada ekstrak etanol, ekstrak air dan infusa dengan dosis berturut-turut yaitu 50 mg/KgBB, 100 mg/KgBB dan 20 mL/KgBB, serta dosis 100 mg/KgBB untuk bubuk biji kelor. Daun kelor dilaporkan juga memiliki aktivitas dalam penghambatan α -amilase dan α -glukosidase berturut-turut nilai IC_{50} sebesar 52,5 dan 33,4 μ g/mL [22]. Aloksan menyebabkan hiperglikemia, yang disertai dengan polidipsia, poliuria, polifagia, dehidrasi, dan penurunan berat badan yang signifikan. Penurunan berat badan diduga disebabkan oleh cacat dalam metabolisme glukosa dan kerusakan berlebihan protein di jaringan serta penyusutan otot, dehidrasi, dan katabolisme lemak. Efek diabetogenik aloksan dapat dijelaskan oleh efek degeneratifnya pada hepatosit dan sel pankreas. karena aloksan dan produk metaboliknya, asam dialurik, membentuk siklus redoks dengan pembentukan radikal superoksida yang mengalami dismutasi untuk menghasilkan hidrogen peroksida. Spesies oksigen reaktif ini mengakibatkan peningkatan besar-besaran secara bersamaan dalam konsentrasi kalsium sitosolik dan peroksidasi lipid yang menyebabkan kerusakan cepat pada sel pankreas penghasil insulin. Selain itu, aloksan menurunkan aktivitas enzim antioksidan di pankreas yang mempercepat kerusakan sel. Di sisi lain, aloksan meningkatkan glukoneogenesis melalui peningkatan ekspresi dan aktivitas enzim glukoneogenik hati PC yang akhirnya menyebabkan hiperglikemia. Aloksan mengganggu metabolisme lipid pada tikus melalui peningkatan kadar TG dan kolesterol serum sebagai indikasi lipolisis dan penurunan

ekspresi mRNA enzim lipogenik FAS. Hasil penelitian pada ekstrak air dan etanol daun kelor terbukti memiliki aktivitas antihiperqlikemik pada dosis 100, 200 dan 300 mg/KgBB dan dosis 200 dan 400 mg/KgBB/hari pada hewan coba diabetes [23].

Serbuk biji kelor digunakan dalam berbagai dosis, dan model hewan yang digunakan adalah tikus jantan penderita diabetes yang diinduksi streptozotocin. Parameter yang ditentukan adalah penentuan IL-6, imunoglobulin A, imunoglobulin G, gula darah puasa, hemoglobin glikosilasi, albumin, kalium, natrium, kreatinin, dan asam urat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor dapat mengembalikan kelainan ke tingkat yang sedikit normal [24].

Penelitian lain melaporkan sifat antioksidan ekstrak daun kelor dan antidiabetesnya pada senyawa flavonoid yang diisolasi dari daun kelor sebagai penghambat alfa-glukosidase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa flavonoid mampu menghambat α -glukosidase sebesar 54,41% pada konsentrasi 100 μ g/mL dan 99,01% pada 800 μ g/mL secara tidak kompetitif [25]. Ekstrak etanol daun kelor dapat digunakan sebagai obat antidiabetes karena memiliki aktivitas penghambatan α -glukosidase. Dengan hasil nilai IC50 sebesar 123 μ g/mL. Banyak senyawa yang ditemukan dalam daun kelor mungkin terlibat dalam homeostasis glukosa, diantaranya isothiosianat telah dilaporkan mengurangi resistensi insulin serta glukoneogenesis hati. Asam fenolik dan flavonoid memengaruhi homeostasis glukosa, memengaruhi massa dan fungsi sel β , dan meningkatkan sensitivitas insulin di jaringan perifer. Senyawa fenolik, flavonoid, dan tanin juga menghambat sukrase usus dan sampai batas tertentu, aktivitas α -amilase pankreas. Aktivitas daun kelor yang bermanfaat pada metabolisme karbohidrat telah ditunjukkan melalui berbagai mekanisme, termasuk mencegah dan memulihkan integritas dan fungsi sel β , meningkatkan aktivitas insulin, meningkatkan penyerapan dan penggunaan glukosa. Aktivitas hipoglikemik dan antihiperqlikemik daun kelor mungkin disebabkan oleh adanya terpenoid, yang terlibat dalam stimulasi sel β dan sekresi insulin berikutnya. Selain itu, flavonoid telah terbukti memainkan peran penting dalam tindakan hipoglikemik. Dalam penelitian lain, dimana hewan percobaan yang diinduksi secara peritoneal dengan injeksi streptozotocin, tikus diberi makan setara dengan 250 mg/kg kelor selama 6 minggu, menggunakan hewan kontrol dan hewan diabetes. Kelompok yang mengonsumsi ekstrak daun kelor mengalami penurunan malonaldehid yang signifikan dan peningkatan sitokin inflamasi—TNF- α dan IL-6—bila dibandingkan dengan hewan kontrol [8] [26][27]

Hasil analisis kandungan minyak atsiri pada daun kelor diperoleh senyawa utama dalam minyak atsiri daun kelor adalah tricapyrylin, neopfitadin, dan 1h-1,2,4-triazole-1-karboksamid, 5-asetilamino-3-amino yang semuanya bermanfaat bagi kesehatan. Daun kelor yang telah dikeringkan menghasilkan minyak atsiri lebih banyak daripada daun kelor segar [28]. Selain itu, penelitian yang dilakukan [29] tentang senyawa kimia penyusun komponen minyak atsiri dalam daun kelor yaitu asam palmitat metil ester (11.99%), pitol (5.42%), asam alfa linoleat (17.36%), senyawa diterpen alkohol ini dapat berfungsi sebagai prekursor sintesis vitamin E, 7,10,13- asam heksadekatrienoat (3.15%) dan asam oktadekanoat stearat (2.42%).

Kesimpulan

Tinjauan farmakognosi membantu dalam identifikasi tanaman kelor yang digunakan

sebagai tanaman obat yang meliputi ciri morfologi, kandungan kimia serta parameter standarisasi (karakteristik simplisia). Tanaman kelor digunakan sebagai bahan untuk pengobatan tradisional antidiabetes dan sumber nutrisi. Kualitas bahan baku simplisia daun kelor sesuai dengan yang ditetapkan dalam FHI menjamin keamanan dan khasiatnya. adalah salah satu tumbuhan yang paling bergizi dan bermanfaat untuk kesehatan.

Daftar Pustaka

1. Fozia Farooq, "Medicinal properties of *Moringa oleifera*: An overview of promising healer," *J. Med. Plants Res.*, vol. 6, no. 27, 2012, doi: 10.5897/jmpr012.279.
2. R. Rizkayanti, A. W. M. Diah, and M. R. Jura, "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* LAM)," *J. Akad. Kim.*, vol. 6, no. 2, p. 125, 2017, doi: 10.22487/j24775185.2017.v6.i2.9244.
3. S. S. Toripah, "Shintia Susanti Toripah, Jemmy Abidjulu, Frenly Wehantouw Program Studi Farmasi Fakultas MIPA UNSRAT Manado," *J. Ilm. Farm.*, vol. 3, no. 4, pp. 37–43, 2014.
4. K. Gandji, F. C. Tovissodé, A. F. Azihou, J. D. T. Akpona, A. E. Assogbadjo, and R. L. G. Kakai, "Morphological diversity of the agroforestry species *Moringa oleifera* Lam. as related to ecological conditions and farmers' management practices in Benin (West Africa)," *South African J. Bot.*, vol. 129, pp. 412–422, 2020, doi: 10.1016/j.sajb.2019.10.004.
5. M. N. Azizah, A. W. Ningsih, And B. Sinaga, "Standarisasi Simplisia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Dari Desa Luwung Sidoarjo Dengan Menggunakan Pengeringan Food Dehydrator," *J. Penelit. Farm. Herb.*, vol. 5, no. 1, pp. 76–85, 2022, doi: 10.36656/jpvh.v5i1.1034.
6. C. Y. Ragasa, V. A. S. Ng, and C. C. Shen, "Chemical constituents of *Moringa oleifera* Lam. seeds," *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res.*, vol. 8, no. 3, pp. 495–498, 2016.
7. K. Gharsallah, L. Rezig, K. Msaada, A. Chalh, and T. Soltani, "Chemical Composition and Profile Characterization Of *Moringa oleifera* Seed Oil," *South African J. Bot.*, vol. 137, pp. 475–482, 2021, doi: 10.1016/j.sajb.2020.11.014.
8. M. F. Amin, T. Ariwibowo, S. A. Putri, and D. Kurnia, "Moringa oleifera: A Review of the Pharmacology, Chemical Constituents, and Application for Dental Health," *Pharmaceuticals*, vol. 17, no. 1, 2024, doi: 10.3390/ph17010142.
9. A. Susanti and M. Nurman, "Manfaat Kelor (*Moringa oleifera*) Bagi Kesehatan," *J. Kesehat. Tambusai*, vol. 3, no. 3, pp. 509–513, 2022, doi: 10.31004/jkt.v3i3.7287.
10. C. R. Morgan, C. Opio, and S. Migabo, "Chemical composition of *Moringa* (*Moringa oleifera*) root powder solution and effects of *Moringa* root powder on *E. coli* growth in contaminated water," *South African J. Bot.*, vol. 129, pp. 243–248, 2020, doi: 10.1016/j.sajb.2019.07.020.
11. R. Peñalver, L. Martínez-zamora, J. M. Lorenzo, G. Ros, and G. Nieto, "Nutritional and Antioxidant Properties of *Moringa oleifera* Leaves in Functional Foods," *Foods*, vol. 11, no. 8, pp. 1–13, 2022, doi: 10.3390/foods11081107.

13. W. Risna Rianto, S. Sumarjan, and B. B. Santoso, "Karakter Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Aksesori Kabupaten Lombok Utara," *J. Sains Teknol. Lingkungan.*, vol. 6, no. 1, pp. 116–131, 2020, doi: 10.29303/jstl.v6i1.158.
14. R. Khasanah, J. Jumari, and Y. Nurchayati, "Etnobotani Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) di Kabupaten Pematang Jawa Tengah," *J. Ilmu Lingkungan.*, vol. 21, no. 4, pp. 870–880, 2023, doi: 10.14710/jil.21.4.870-880.
15. W. Dwika, P. Putra, A. Agung, G. Oka Dharmayudha, and L. M. Sudimartini, "Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali (Identification Of Chemical Compounds Ethanol Extract Leaf *Moringa* (*Moringa Oleifera* L) In Bali)," *Indones. Med. Veterinus Oktober*, vol. 5, no. 5, pp. 464–473, 2016.
16. R. Y. Kurang, F. V. L. Koly, D. I. Kafolapada, P. S. Kimia, and U. Tribuana, "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L)," *J. Pharm. Care Anwar Med.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–21, 2020.
17. E. Nurkhasanah, T. A and Crescentiana, "Nalisis Kadar Saponin Pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Secara Gravimetri," *J. Insa. Farm. Indones.*, vol. 6, no. 2, pp. 300–309, 2023, doi: 10.36387/jifi.v6i2.1410.
18. E. D. Meye *et al.*, "Uji Efektifitas Senyawa Alkaloid Dan Tanin Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk (*Aedes aegypti*)," vol. 18, no. 1, pp. 24–35, 2021.
19. K. Mubarak, H. Natsir, A. W. Wahab, and P. Satrimafitrah, "Analisis Kadar A-Tokoferol (Vitamin E) Dalam Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) Dari Daerah Pesisir Dan Pegunungan Serta Potensinya Sebagai Antioksidan [Analysis of α -Tokopherol (Vitamin E) Extracted from *Moringa* Leaves (*Moringa oleifera* Lam) Collected from Seashore and Highland Areas and Its Potency as Antioxidant]," *Kovalen*, vol. 3, no. 1, pp. 78–88, 2017.
20. Mardiah, "Analisa Kadar Kalsium (Ca) Pada Daun Kelor (*Moringa oleifera*)," *J. Ilmu Alam dan Lingkungan.*, vol. 8, no. 15, pp. 49–52, 2017.
21. M. Tahir, N. Hikmah, and R. Rahmawati, "Analisis Kandungan Vitamin C Dan B-Karoten Dalam Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis," *J. Fitofarmaka Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 135–140, 2016, doi: 10.33096/jffi.v3i1.173.
22. W. Khan, R. Parveen, K. Chester, S. Parveen, and S. Ahmad, "Hypoglycemic Potential of Aqueous Extract of *Moringa oleifera* Leaf and In Vivo GC-MS Metabolomics," *Front. Pharmacol.*, vol. 8, pp. 1–16, 2017, doi: 10.3389/fphar.2017.00577.
23. A. Abd El Latif, B. E. S. El Bialy, H. D. Mahboub, and M. A. Abd Eldaim, "Moringa oleifera leaf extract ameliorates alloxan-induced diabetes in rats by regeneration of β cells and reduction of pyruvate carboxylase expression," *Biochem. Cell Biol.*, vol. 92, no. 5, pp. 413–419, 2014, doi: 10.1139/bcb-2014-0081.
24. A. L. Al-Malki and H. A. El Rabey, "The Antidiabetic Effect of Low Doses of *Moringa oleifera* Lam. Seeds on Streptozotocin Induced Diabetes and Diabetic Nephropathy in Male Rats," *Biomed Res. Int.*, vol. 2015, pp. 1–13, 2015, doi: 10.1155/2015/381040.
25. S. Bin Azad *et al.*, "Anti-hyperglycaemic activity of *Moringa oleifera* is partly mediated by carbohydrase inhibition and glucose-fibre binding," *Biosci. Rep.*, vol. 37, no. 3, 2017, doi: 10.1042/BSR20170059.

26. A. K. Singh *et al.*, "Phytochemical, nutraceutical and pharmacological attributes of a functional crop *Moringa oleifera* Lam: An overview," *South African J. Bot.*, vol. 129, pp. 209–220, 2020, doi: 10.1016/j.sajb.2019.06.017.
27. M. Vergara-Jimenez, M. M. Almatrafi, and M. L. Fernandez, "Bioactive components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease," *Antioxidants*, vol. 6, no. 4, pp. 1–13, 2017, doi: 10.3390/antiox6040091.
28. M. H. Haykal, N. N. Trisnawan, A. Wiguno, and K. Kuswandi, "Extraction of Essential Oil from *Moringa Oleifera* Leaves Using Steam Distillation and Soxhlet Extraction Method," *J. Tek. Kim. dan Lingkung.*, vol. 8, no. 1, pp. 56–62, 2024, doi: 10.33795/jtkl.v8i1.4995.
29. W. D. Fitriana, "Analisis Komponen Kimia Minyak Atsiri Pada Ekstrak Metanol Daun Kelor," *J. Pharmascience*, vol. 4, no. 1, pp. 122–129, 2017, doi: 10.20527/jps.v4i1.5765.

