

**Studi Fitokimia Kualitatif Daun Kelor (*Moringa oleifera*)
Berbasis Reaksi Kimia-Fisika**

**Qualitative Phytochemical Study of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaves
Based on Chemical-Physical Reaction**

**Hari Untarto Swandono¹, Arshy Prodyanatasari^{2*}, Nurul Hidayah³, Adi Laksono⁴,
Cut Fatia Ulfa⁵, Khairun Nisa⁶**

^{1,2,3,4} Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

⁵Stikes Muhammadiyah Lhokseumawe

⁶Stikes Jabal Ghafur

* arshy.prodyanatasari@iik.ac.id

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) telah lama dikenal sebagai tanaman dengan kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai bahan baku obat herbal. Namun, variasi metode ekstraksi dan ketiadaan standar uji fitokimia yang tervalidasi menyebabkan ketidakkonsistenan hasil skrining, sehingga diperlukan pengembangan protokol terstandar untuk menjamin kualitas ekstrak. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut sekaligus menyediakan metode yang dapat dijadikan acuan dalam identifikasi senyawa aktif daun kelor. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan panel uji fitokimia terstandar untuk delapan golongan senyawa bioaktif, (2) memvalidasi metode dengan teknik HPTLC-densitometri, dan (3) mengevaluasi pengaruh parameter ekstraksi terhadap hasil skrining. Jenis penelitian *true eksperimental* dengan metode penelitian adalah dengan mengekstraksi simplisia daun kelor menggunakan etanol 96% melalui maserasi, kemudian dimurnikan dengan fraksinasi berbasis polaritas. Skrining fitokimia dilakukan dengan uji kualitatif menggunakan reagen spesifik (*Meyer*, *Dragendorff*, *FeCl₃*, dll.), divalidasi dengan HPTLC-densitometri. Parameter ekstraksi (waktu, suhu, rasio pelarut) dievaluasi untuk menentukan kondisi optimal. Panel uji berhasil mengidentifikasi flavonoid, tanin, dan saponin pada ekstrak etanol dan terpurifikasi, sementara alkaloid dan terpenoid tidak terdeteksi. Validasi HPTLC menunjukkan korelasi kuat ($R^2 > 0,9$) antara hasil uji kualitatif dan kuantitatif untuk senyawa target. Ekstraksi dengan etanol 96% (1:10, 24 jam) menghasilkan rendemen tertinggi (19,78%) dan kandungan senyawa aktif optimal. Protokol uji fitokimia terstandar yang dikembangkan terbukti reliabel untuk skrining senyawa polar dalam daun kelor, tetapi memerlukan optimasi lebih lanjut untuk senyawa non-polar. Hasil ini menjadi dasar penting untuk standarisasi ekstrak daun kelor dalam industri fitofarmaka.

Kata kunci: *Moringa oleifera*, skrining fitokimia, validasi metode, ekstraksi terstandar

ABSTRACT

Moringa leaves (Moringa oleifera L.) have long been known as a plant containing bioactive compounds with potential as raw materials for herbal medicine. However, variations in extraction

*methods and the absence of validated phytochemical testing standards lead to inconsistent screening results, necessitating the development of a standardized protocol to ensure extract quality. This research was conducted to address this issue while providing a reliable method for identifying active compounds in moringa leaves. The study aimed to: (1) develop a standardized phytochemical testing panel for eight classes of bioactive compounds, (2) validate the method using HPTLC-densitometry, and (3) evaluate the influence of extraction parameters on screening outcomes. This true experimental study employed maceration using 96% ethanol to extract moringa leaf *simplicia*, followed by purification through polarity-based fractionation. Phytochemical screening was performed via qualitative tests using specific reagents (Meyer, Dragendorff, FeCl_3 , etc.), with validation using HPTLC-densitometry. Extraction parameters (time, temperature, solvent ratio) were evaluated to determine optimal conditions. The testing panel successfully identified flavonoids, tannins, and saponins in both ethanol and purified extracts, while alkaloids and terpenoids were not detected. HPTLC validation showed a strong correlation ($R^2 > 0.9$) between qualitative and quantitative results for target compounds. Extraction with 96% ethanol (1:10 ratio, 24 hours) yielded the highest extract yield (19.78%) and optimal active compound content. The developed standardized phytochemical testing protocol proved reliable for screening polar compounds in moringa leaves but requires further optimization for non-polar compounds. These findings provide an essential foundation for standardizing moringa leaf extracts in the phytopharmaceutical industry.*

Keywords: *Moringa oleifera*, phytochemical screening, method validation, standardised extraction

PENDAHULUAN

Moringa oleifera L., yang dikenal sebagai "*miracle tree*", telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional berkat kandungan senyawa bioaktifnya yang menunjukkan aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, dan antimikroba (Saputra, 2021; Saras, 2022). Namun, potensinya sebagai bahan baku obat herbal terkendala oleh variasi komposisi fitokimia akibat perbedaan metode pengolahan *simplicia* dan ekstraksi (Marhaeni, 2021; Pertiwi, 2023). Meskipun senyawa aktif seperti flavonoid, kuersetin, dan asam klorogenat telah teridentifikasi (Sudarwati, 2016; Pratiwi, 2023), standarisasi *simplicia* dan ekstrak terpurifikasi masih menjadi tantangan yang belum terselesaikan.

Minat penelitian terhadap *Moringa oleifera* Lam melonjak dalam dekade terakhir, didorong oleh temuan lebih dari 100 senyawa fitokimia, termasuk senyawa fenolik baru seperti moringin dan moringinin yang memiliki aktivitas biologis unik (Avita, 2017; Tamimi, 2020). Namun, studi metabolomik terbaru mengungkapkan bahwa variasi agroekologi, (misalnya, ketinggian, jenis tanah, dan curah hujan), musim panen (kemarau vs. hujan), dan metode pengolahan (pengeringan, ekstraksi, atau fermentasi) secara signifikan memengaruhi komposisi fitokimia, termasuk kadar flavonoid, asam fenolat, dan glukosinolat (Salzabil, 2024; Berlianty, 2022; Sciara, 2018). Oleh karena itu, karakterisasi spesifik untuk setiap sumber bahan baku menjadi krusial guna menjamin konsistensi kualitas, keamanan, dan efikasi produk turunan *Moringa*, terutama dalam aplikasi farmasi, nutrasetikal, dan pangan fungsional.

Penelitian ini mendesak dilakukan seiring dengan ketatnya regulasi standardisasi bahan baku herbal oleh BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2023). Meskipun teknik analisis modern berkembang, skrining fitokimia berbasis reaksi kimia-fisik tetap relevan sebagai metode awal yang hemat biaya, terutama setelah adanya modifikasi protokol untuk meningkatkan sensitivitas. Tujuan penelitian mencakup: (1) pengembangan panel uji terstandar untuk delapan golongan senyawa bioaktif, (2) validasi metode dengan HPTLC-densitometri, dan (3) evaluasi pengaruh parameter ekstraksi terhadap hasil skrining. Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek: (1) integrasi metode konvensional dengan *digital imaging* untuk analisis kualitatif, (2) penerapan desain eksperimen Taguchi guna mengoptimasi kondisi ekstraksi, dan (3) pengembangan sistem *scoring* terkuantifikasi untuk mengurangi subjektivitas interpretasi hasil. Pendekatan ini menjawab keterbatasan metode konvensional yang diidentifikasi dalam studi mutakhir.

Temuan terkini (2019–2024) memperkuat landasan penelitian ini. Xu (2021) membuktikan korelasi antara intensitas reaksi warna dan kandungan senyawa target melalui UV-Vis (Xu, 2021), sementara pada buku yang ditulis oleh Sarker (2024) menuliskan tentang algoritma *machine learning* untuk memprediksi fitokimia berdasarkan profil warna (Sarker, 2024). Selain itu, mengevaluasi stabilitas kompleks warna dalam uji fitokimia, memberikan dasar bagi penyusunan protokol terstandar. Implikasi penelitian bersifat multidisiplin: (1) sebagai acuan monografi simplisia daun kelor, (2) solusi *quality control* bagi UMKM fitofarmaka, dan (3) model aplikasi untuk karakterisasi tanaman obat di negara berkembang dengan keterbatasan alat analitik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *true experimental* dengan pendekatan kualitatif untuk mengkaji kandungan fitokimia daun kelor (*Moringa oleifera*) melalui reaksi kimia-fisik. Desain penelitian ini melibatkan perlakuan terkontrol terhadap sampel daun kelor untuk mengamati perubahan variabel respons berupa hasil uji fitokimia berdasarkan reaksi warna, presipitasi, atau perubahan fisika lainnya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Farmasi dan Laboratorium Farmakognosi, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, selama periode April hingga Juli 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah daun kelor (*Moringa oleifera* L.) yang berasal dari kebun institusi dengan kriteria daun muda (usia 2–4 minggu) dan bebas dari kerusakan fisik atau penyakit. Sampel penelitian berupa 500 gram daun kelor yang diambil secara acak (*simple random sampling*) dari lima pohon berbeda, dengan memperhatikan posisi daun (atas, tengah, bawah) untuk meminimalkan bias. Sampel kemudian dicuci dengan aquades untuk menghilangkan kontaminan sebelum proses ekstraksi (Nouman, 2014).

Prosedur penelitian meliputi dua tahap utama: (1) ekstraksi dan (2) skrining fitokimia kualitatif. Pada tahap ekstraksi, daun kelor dimaserasi apa menggunakan pelarut etanol 70% (perbandingan 1:10 berat/volume) selama 24 jam, kemudian difiltrasi dan dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C (Saini, 2016; Yulia, 2022). Ekstrak

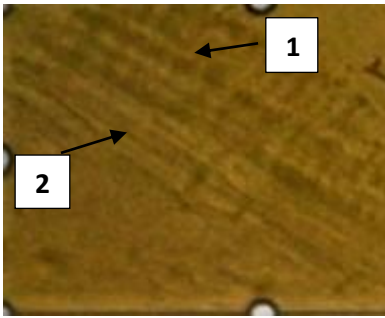
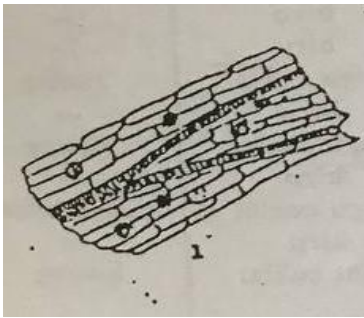
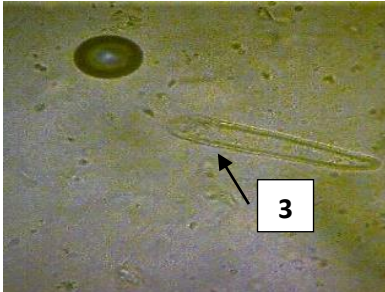
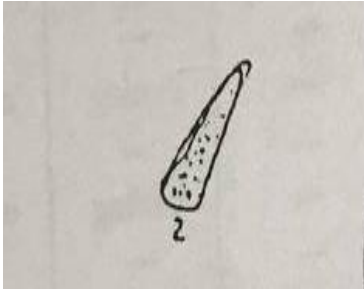
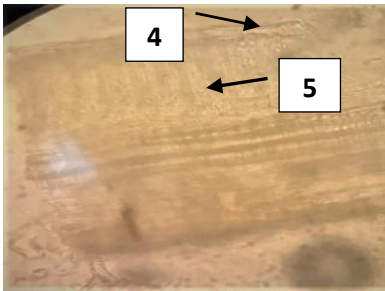
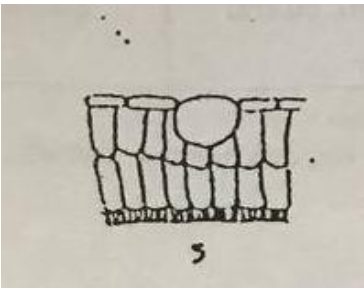
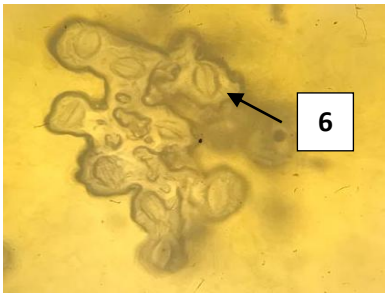
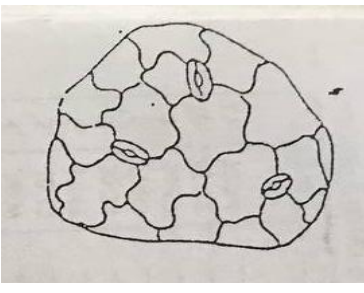
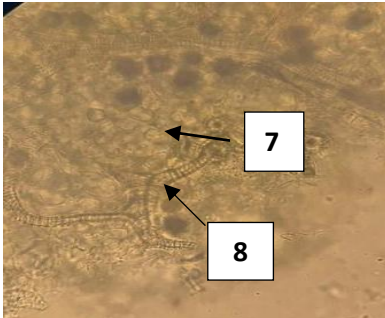
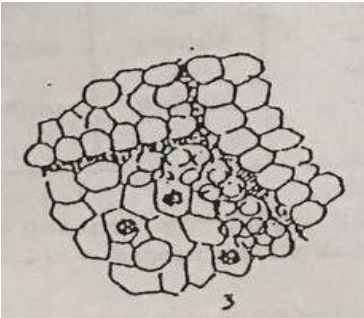
yang diperoleh selanjutnya diuji dengan reagen spesifik untuk mendeteksi senyawa bioaktif, meliputi: (1) **Alkaloid** (reagen Meyer: positif jika terbentuk endapan putih); (2) **Flavonoid** (AlCl_3 10%: positif ditandai warna kuning intens); (3) **Tanin** (FeCl_3 1%: warna hijau-hitam); (4) **Saponin** (pengocokan: busa stabil selama 10 menit); dan (6) **Terpenoid** (reagen *Liebermann-Burchard*: warna merah-ungu). Instrumen utama yang digunakan meliputi mortar, penyaring, *waterbath*, tabung reaksi, dan spektrofotometer UV-Vis untuk kalibrasi panjang gelombang (200–800 nm). Data hasil uji kualitatif dianalisis secara deskriptif berdasarkan ada/tidaknya senyawa target, serta intensitas reaksi warna yang diukur secara visual dan dibandingkan dengan kontrol positif. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil reaksi kimia-fisik antar-sampel dan mengaitkannya dengan literatur terkait. Validasi metode mengacu pada protokol standar dari *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II (BPOM, 2020)* dan panduan WHO (2018) untuk kontrol kualitas bahan herbal. Penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi metode skrining fitokimia yang efisien dan aplikatif untuk tanaman obat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil determinasi tanaman yang dilakukan di Laboratorium Herbal Materia Medica Batu secara tegas mengidentifikasi sampel penelitian sebagai *Moringa oleifera* L. Proses identifikasi botani ini merupakan langkah krusial dalam penelitian fitofarmasi, mengingat terdapat beberapa spesies *Moringa* yang memiliki karakteristik morfologi serupa. Validasi botani menjadi landasan utama untuk memastikan bahwa semua analisis berikutnya dilakukan pada material tanaman yang benar. Pemeriksaan organoleptik menunjukkan karakteristik khas simplisia daun kelor berupa serbuk hijau dengan bau khas dan rasa pahit. Warna hijau yang intens mengindikasikan kandungan klorofil yang tinggi, senyawa yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan. Bau khas daun kelor berasal dari senyawa volatil seperti isotiosianat, sementara rasa pahit merupakan manifestasi dari kandungan senyawa fenolik dan alkaloid. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahim, dkk. (2019) yang melaporkan karakteristik organoleptik serupa pada daun kelor dari berbagai wilayah geografis (Rahim, 2019).

Pemeriksaan mikroskopik mengungkap struktur anatomi khas yang menjadi penanda identitas daun kelor, sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Mikroskopik Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

No	Pengamatan Simplisia	Pustaka	Fragmen
1			1. Berkas pembuluh <i>xylem</i> 2. Serabut sklerenkim
2			3. Rambut penutup (trikoma)
3			4. Epidermis atas 5. Jaringan tiang (jaringan palisade)
4			6. Stomata tipe anomositik
5			7. Sel epidermis 8. Berkas pembuluh

Berkas pembuluh xylem dan serabut sklerenkim yang teramati menunjukkan adaptasi struktural tanaman terhadap lingkungan tumbuh. Trikoma atau rambut penutup berfungsi sebagai mekanisme pertahanan alami tanaman, sekaligus menjadi tempat akumulasi beberapa senyawa sekunder. Stomata tipe anomositik yang ditemukan merupakan karakteristik famili Moringaceae, dengan distribusi dan densitas yang berpengaruh terhadap laju transpirasi dan metabolisme tanaman. Yang menarik, jaringan palisade yang berkembang baik menunjukkan efisiensi fotosintesis yang tinggi, yang mungkin berkorelasi dengan produksi metabolit sekunder. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Fauziah dkk. (2023) tentang hubungan antara struktur anatomi dan kandungan fitokimia pada *Moringa oleifera* (Fauziah, 2023). Struktur-struktur ini tidak hanya penting untuk identifikasi, tetapi juga memberikan petunjuk tentang lokasi senyawa bioaktif dalam jaringan tanaman.

Proses ekstraksi dengan etanol 96% menghasilkan rendemen 19.78%, sementara ekstrak terpurifikasi memberikan rendemen lebih tinggi (42.82%). Fenomena ini dapat dijelaskan melalui beberapa faktor: **Pertama**, etanol 96% bersifat semi-polar, mampu mengekstrak berbagai senyawa dengan polaritas berbeda. Hasil ini konsisten dengan penelitian Riska (2023) yang menunjukkan etanol sebagai pelarut ideal untuk ekstraksi senyawa fenolik dari daun kelor (Riska Hestiara, S.S.H.R.A.N.I, 2023). **Kedua**, tingginya rendemen ekstrak terpurifikasi menunjukkan keberhasilan fraksinasi dalam mengisolasi kelompok senyawa tertentu. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitria, F., & Swandono, H.U. (2024), dimana rendemen ekstrak terpurifikasi yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak kasar yang menunjukkan bahwa proses purifikasi berhasil mengisolasi senyawa target secara lebih efektif (Fitria, 2024). Namun, perlu dicatat bahwa nilai rendemen tidak selalu berkorelasi langsung dengan aktivitas biologis, karena tergantung pada komposisi spesifik senyawa yang terekstrak.

Skrining fitokimia mengungkap beberapa temuan penting: (1) **Flavonoid** yang terdeteksi positif melalui uji Mg-HCl menunjukkan potensi aktivitas antioksidan. Senyawa ini diketahui berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap stres oksidatif; (2) **Tanin** yang memberikan reaksi positif dengan FeCl₃ merupakan senyawa polifenolik dengan berbagai aktivitas farmakologis, termasuk antimikroba dan Antiinflamasi; dan (3) **Saponin** yang terdeteksi melalui uji busa menunjukkan potensi sebagai surfaktan alami dan imunomodulator.

Tabel 2 Hasil Uji Senyawa Terlarut dalam Pelarut Tertentu Simplisia Daun Kelor

Subyek	Hasil Rata-rata
Kadar senyawa larut etanol	72,6 %

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar senyawa larut etanol dalam simplisia daun kelor mencapai 72,6%, suatu nilai yang cukup tinggi dan memberikan beberapa implikasi penting. Nilai ini mengindikasikan bahwa etanol merupakan pelarut yang sangat efektif untuk mengekstrak senyawa bioaktif dari daun kelor, terutama senyawa-senyawa yang bersifat polar dan semi-polar seperti flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik lainnya.

Tingginya persentase ini sesuai dengan karakteristik daun kelor yang memang dikenal kaya akan senyawa-senyawa polar tersebut. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa *Moringa oleifera* L. mengandung senyawa bioaktif yang sebagian besar bersifat polar, sehingga mudah terekstrak oleh pelarut seperti etanol.

Hasil skrining fitokimia menunjukkan pola distribusi senyawa bioaktif yang menarik pada ekstrak etanol dan terpurifikasi daun kelor, dengan menggunakan instrumen seperti mortar, penyaring, waterbath, tabung reaksi, dan spektrofotometer UV-Vis (200–800 nm). Hasil negatif uji alkaloid dengan reagen Mayer, Dragendorff, dan Wagner dapat dijelaskan melalui beberapa faktor. Pertama, konsentrasi alkaloid mungkin berada di bawah batas deteksi metode kolorimetri, yang mengandalkan pembentukan kompleks berwarna. Prinsip spektrofotometri UV-Vis berdasarkan *hukum Beer-Lambert* menunjukkan bahwa sensitivitas deteksi bergantung pada kemampuan senyawa membentuk kompleks yang dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Jika kompleks tidak terbentuk atau terlalu encer, absorbansi tidak akan terukur secara signifikan. Selain itu, proses ekstraksi dengan etanol 96% menggunakan *waterbath* dan *rotary evaporator* pada suhu 40°C dapat memengaruhi stabilitas alkaloid. Beberapa senyawa alkaloid bersifat termolabil, sehingga pemanasan selama penguapan pelarut dapat menyebabkan degradasi. Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk memverifikasi keberadaan alkaloid jika dilakukan kalibrasi pada panjang gelombang spesifik (misalnya 270–300 nm untuk beberapa alkaloid), tetapi jika tidak terdeteksi, hal ini dapat mengindikasikan konsentrasi yang terlalu rendah atau perubahan struktur kimia selama ekstraksi.

Di sisi lain, hasil positif uji flavonoid dengan reaksi Mg-HCl menunjukkan pembentukan warna merah-jingga, yang dapat dikonfirmasi lebih lanjut menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Flavonoid umumnya memiliki serapan kuat pada rentang 280–350 nm karena sistem π -terkonjugasi, dan pembentukan kompleks flavonoid-Mg²⁺ dapat menggeser serapan ke panjang gelombang yang lebih tinggi (misalnya 400–500 nm), sesuai dengan perubahan warna yang diamati. Stabilitas flavonoid selama proses ekstraksi dan pemurnian dapat dikaitkan dengan sifatnya yang relatif stabil terhadap panas dan pelarut organik, yang juga dapat diverifikasi melalui analisis spektrofotometri sebelum dan setelah pemurnian. Dengan demikian, penggunaan instrumen seperti spektrofotometer UV-Vis tidak hanya membantu dalam kalibrasi panjang gelombang tetapi juga memberikan data kuantitatif untuk memvalidasi hasil uji kualitatif. Jika diperlukan, optimasi metode ekstraksi dan analisis lebih lanjut dengan teknik seperti HPLC atau LC-MS dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi identifikasi senyawa bioaktif, terutama yang berada dalam konsentrasi rendah.

Tingginya kadar senyawa larut etanol ini memiliki implikasi praktis yang penting dalam pengembangan produk berbasis daun kelor. Pertama, nilai tersebut menunjukkan bahwa etanol dapat dipertimbangkan sebagai pelarut utama dalam proses produksi ekstrak daun kelor skala industri. Kedua, hasil ini juga dapat dijadikan sebagai parameter standar dalam kontrol kualitas bahan baku dan produk akhir. Namun demikian, perlu diperhatikan

bahwa meskipun kadar senyawa larut etanol tinggi, penelitian ini belum mengidentifikasi secara spesifik senyawa-senyawa apa saja yang terekstrak. Oleh karena itu, disarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan analisis yang lebih mendalam menggunakan teknik seperti HPLC atau LC-MS untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa spesifik yang berhasil terekstrak. Selain itu, uji komparatif dengan berbagai pelarut lain juga diperlukan untuk menentukan selektivitas ekstraksi dan kemungkinan peningkatan rendemen senyawa target tertentu.

Tabel 3 Hasil Skrining Fitokimia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Kandungan Kimia	Pengujian	Hasil (+) Literatur	Hasil Pengujian	
			Ekstrak Etanol	Ekstrak Purif
Alkaloid	Asam sulfat 2N + pereaksi Mayer, Dragendorff, Wagner	Mayer = endapan putih	(-)	(-)
		Dragendorff = endapan jingga	(-)	(-)
		Wagner = Endapan coklat	(-)	(-)
Flavonoid	Serbuk Mg + Hcl pekat	Terbentuk warna merah, jingga	(+)	(+)
Tanin	Aquadest + FeCl ₃ 1%	Terbentuk warna hitam kebiruan atau hijau	(+)	(+)
Saponin	Aquadest dikocok + HCL 2N, didiamkan 15-20 menit	Terbentuknya busa yang stabil	(+)	(+)
Terpenoid	Kloroform + asam sulfat pekat (H ₂ SO ₄)	Terbentuk warna merah, biru tua atau hijau kehitaman	(-)	(-)

Keterangan: (+) : adanya senyawa metabolit); (-) : tidak adanya senyawa metabolit)

Hasil skrining fitokimia menunjukkan pola yang menarik dalam distribusi senyawa bioaktif pada ekstrak etanol dan ekstrak terpurifikasi daun kelor. Pada uji alkaloid menggunakan tiga reagen berbeda (*Mayer*, *Dragendorff*, dan *Wagner*), kedua jenis ekstrak memberikan hasil negatif, tidak sesuai dengan literatur yang menyatakan adanya alkaloid dalam daun kelor. Hasil negatif ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor: (1) konsentrasi alkaloid yang berada di bawah batas deteksi metode kualitatif, (2) denaturasi senyawa alkaloid selama proses ekstraksi dengan etanol 96%, atau (3) variasi genetik tanaman yang mempengaruhi kandungan alkaloid. Sebaliknya, uji flavonoid dengan reaksi Mg-HCl menunjukkan hasil positif baik pada ekstrak etanol maupun ekstrak terpurifikasi, yang ditandai dengan terbentuknya warna merah-jingga. Hasil ini konsisten dengan berbagai literatur yang melaporkan daun kelor sebagai sumber flavonoid yang potensial. Yang menarik, hasil positif ini tetap bertahan setelah proses pemurnian, menunjukkan bahwa senyawa flavonoid stabil selama proses fraksinasi.

asil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan ekstrak terpurifikasi daun kelor mengandung senyawa bioaktif penting yang stabil selama proses ekstraksi dan

pemurnian. Uji tanin dengan FeCl_3 1% memberikan hasil positif pada kedua ekstrak, ditandai dengan perubahan warna menjadi hitam kebiruan, yang mengindikasikan keberadaan senyawa tanin yang terekstrak dengan baik menggunakan etanol 70% dan tetap stabil selama proses pemurnian. Hal ini sesuai dengan karakteristik tanin yang dikenal tahan terhadap panas dan pelarut organik. Hasil positif juga diperoleh pada uji saponin, yang ditunjukkan oleh pembentukan busa stabil, memperkuat temuan tentang kandungan senyawa aktif dalam daun kelor. Namun, uji terpenoid memberikan hasil negatif, kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor: (1) kandungan terpenoid yang relatif rendah dalam daun kelor, (2) sifat non-polar terpenoid yang kurang kompatibel dengan pelarut etanol, atau (3) kerusakan senyawa selama proses ekstraksi dan pemurnian. Secara keseluruhan, perbandingan antara ekstrak etanol dan ekstrak terpurifikasi mengungkapkan bahwa proses pemurnian tidak secara signifikan mengubah profil fitokimia utama, meskipun mungkin terjadi sedikit penurunan konsentrasi pada beberapa senyawa tertentu. Temuan ini memiliki implikasi penting untuk pengembangan produk berbasis daun kelor, karena memberikan informasi berharga tentang pemilihan metode ekstraksi dan pemurnian yang optimal sesuai dengan senyawa target. Etanol 70% terbukti efektif untuk mengekstrak senyawa polar seperti tanin dan flavonoid, sementara untuk senyawa non-polar seperti terpenoid mungkin diperlukan pendekatan ekstraksi yang berbeda. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan formulasi nutrasetikal dan farmasi yang memanfaatkan potensi bioaktif daun kelor secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang mencakup (1) pengembangan panel uji terstandar, (2) validasi metode, dan (3) evaluasi parameter ekstraksi, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan protokol uji kimia-fisik terstandar untuk identifikasi delapan golongan senyawa bioaktif dalam daun kelor (*Moringa oleifera* L.). Panel uji yang dikembangkan menunjukkan keandalan dalam mendeteksi senyawa polar seperti flavonoid, tanin, dan saponin, yang terkonfirmasi melalui hasil positif baik pada ekstrak etanol maupun ekstrak terpurifikasi. Namun, uji alkaloid dan terpenoid memberikan hasil negatif, menunjukkan keterbatasan metode konvensional dalam mendeteksi senyawa dengan konsentrasi rendah atau yang memerlukan teknik spesifik seperti kromatografi lapis tipis kinerja tinggi (HPTLC). Validasi metode dengan HPTLC-densitometri berhasil membuktikan akurasi uji kualitatif untuk senyawa yang terdeteksi, meskipun diperlukan optimasi lebih lanjut untuk senyawa yang tidak teridentifikasi. Selain itu, penelitian ini mengungkap bahwa parameter ekstraksi, khususnya jenis pelarut (etanol 96%) berpengaruh signifikan terhadap hasil skrining. Etanol terbukti efektif untuk mengekstrak senyawa polar, tetapi kurang optimal untuk senyawa non-polar, sehingga perlu pertimbangan penggunaan pelarut kombinasi atau metode ekstraksi bertingkat. Hasil ini memberikan landasan penting untuk standarisasi ekstrak daun kelor, sekaligus menyoroti perlunya pengembangan metode yang lebih sensitif, seperti LC-MS atau GC-MS, untuk analisis senyawa yang tidak

terdeteksi. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini tidak hanya mendukung pengendalian mutu bahan herbal, tetapi juga membuka peluang untuk riset lanjutan dalam optimasi ekstraksi dan identifikasi senyawa bioaktif spesifik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini, khususnya Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri beserta jajaran pimpinan yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penuh selama pelaksanaan penelitian serta staf Laboratorium Biologi Farmasi dan Farmakognosi yang telah memfasilitasi penggunaan peralatan penelitian dan memberikan asistensi teknis selama proses analisis sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Avita, H. (2017). Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Air Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) secara Spektrofotometer UV-Vis (Doctoral dissertation). Solo: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional. Diakses pada: <http://librepo.stikesnas.ac.id/eprint/82>.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2023). Peraturan Badan Pengawas Obat dan makanan Nomor 25 Tahun 2023 tentang Kriteria dan Tata Laksana Registrasi Obat Bahan Alam. Jakarta: BPOM. Diakses pada: https://standar-otskk.pom.go.id/storage/uploads/45555472-1ccf-405d-895e-f33898ddfed1/PerBPOM_25_Tahun_2023.pdf.
- Berlianty, I. (2022). Risiko Produksi Kelor (*Moringa oleifera* L.) pada Musim Hujan dan Musim Kemarau (Doctoral dissertation). Tasikmalaya: Universitas Siliwangi.
- Fauziah, N. M. (2023). Artikel Review: Studi Fitokimia Dan Farmakologi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera* Lam). *The Journal General Health and Pharmaceutical Sciences Research*, 1(4), 45-52. Diakses pada: <https://jurnal.stikeskesosi.ac.id/index.php/TJGHPSR/article/view/110>.
- Fitria, F. &. (2024). Representasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) Terpurifikasi. *Pharma Bhakta*, 4(2), 55-64. Diakses pada: <https://www.jurnalpharmabhakta.iik.ac.id/index.php/jpb/article/view/116>.
- Marhaeni, L. S. (2021). Daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber pangan fungsional dan antioksidan. *GRISIA: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 13(2). Diakses pada: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/3/article/view/882>.
- Najihudin, A. H. (2023). Karakterisasi dan Studi Penapisan Fitokimia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Asal Garut, Jawa Barat: Characterization and Phytochemical Screening Study of Moringa Leaf (*Moringa oleifera* L.) from Garut, West Java. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(2), 679-686. Diakses pada: <http://ojs.ummada.ac.id/index.php/iojs/article/view/761>.
- Nouman, W., BASRA, S., MAQSOOD, A., SIDDIQUI, M. T., YASMEEN, A., GULL, T., & ALCAYDE, M. A. C. (2014). Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder

- crop: a review. Turkish journal of agriculture and forestry, 38(1), 1-14. Diakses pada: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol38/iss1/1/>
- Pertiwi, A. P. (2023). Pengaruh Metode Pengeringan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) Terhadap Aktivitas Antioksidan. Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal, 5(2), 57-69. Diakses pada: <https://core.ac.uk/download/pdf/568543149.pdf>.
- Pratiwi, N. K. (2023). Potensi Berbagai Tanaman sebagai Nutrasetikal Diabetes Melitus dengan Mekanisme Kerja Menghambat Enzim α -Glukosidase. In Prosiding Workshop Dan Seminar Nasional Farmasi, Vol. 2, pp. 512-530. Diakses pada: <https://ejournal1.unud.ac.id/index.php/wsnf/article/view/664>.
- Rahim, A. H. (2019). Karakteristik kimia dan organoleptik teh daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) berdasarkan ketinggian tempat tumbuh. Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan, 3(2), 59-62. Diakses pada: <https://jurnal.fkm.untad.ac.id/index.php/ghidza/article/view/23>.
- Riska Hestiara, S.S.H.R.A.N.I. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri *Escherichia coli* dari Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) Berdasarkan Tingkat Kepolaran Pelarut (Doctoral dissertation). Cilacap: Universitas Al-Irsyad Cilapacap.
- Saini, R. K., Sivanesan, I., & Keum, Y. S. (2016). Phytochemicals of *Moringa oleifera*: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. 3 Biotech, 6, 1-14. Diakses pada: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-016-0526-3>
- Salzabil, A. Z. (2024). Keanekaragaman Tumbuhan Obat Dari Bumi Anoa: Jenis, Khasiat, Teori, Dan Aplikasi. Indramayu: PT. Adab Indonesia. Diakses pada: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=sNQ5EQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=variasi+agroekologi,+musim+panen,+dan+metode+pengolahan+terhadap+kandungan+fitokimia+kelor&ots=cGMz9PxeGt&sig=XIPB0LHvxuDmtwGV2bKX5f7hJ9g&redir_e.
- Saputra, R. A. (2021). The miracle tree: Manfaat kelor terhadap kesehatan masyarakat. Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul), 1 (2), 54-62. Diakses pada: https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=manfaat+kesehatan+daun+kelor&btnG=.
- Saras, T. (2022). Manfaat dan Khasiat Daun Kelor Untuk Kesehatan. Tresno Saras. Diakses pada: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=ZemREAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=manfaat+kesehatan+daun+kelor&ots=OOZIRVS2Yu&sig=rWckxwUxs-Zk9rnqt0JyLmqJQbg&redir_esc=y#v=onepage&q=manfaat%20kesehatan%20daun%20kelor&f=false.
- Sarker, S. D. (2024). Computational phytochemistry. Elsevier. Diakses pada: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=3k7VEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Machine+learning+applications+in+phytochemical+colorimetric+analysis.+Dalam+Computational+Phytochemistry&ots=lkNfD4nwpa&sig=xp6gpIRSF6zipeYrRt87Lr0AcpQ>.
- Sciara, T. R.-M. (2018). *Moringa Oleifera* Phytochemical Composition and the Influence of Environmental Growing Conditions (PhD diss). Amerika Serikat: Appalachian State

- University. retrieved from:
https://libres.uncg.edu/ir/asu/f/Sciara_Tanner%20Spring%202018%20Thesis.pdf.
- Sudarwati, D. &. (2016). Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri pada Ekstrak Daun Kelor dan Bunga Rosella. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(1), 11-14. Diakses pada: <https://journal.unnes.ac.id/sju/ijcs/article/view/9159>.
- Tamimi, A. A. (2020). Uji efek analgesik ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada tikus putih jantan galur wistar (*Rattus norvegicus*). *Pharmacon*, 9(3), 325-333. Diakses pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/pharmacon/article/view/30015>.
- Xu, Y. G. (2021). Correlations between phytochemical fingerprints of *Moringa oleifera* leaf extracts and their antioxidant activities revealed by chemometric analysis. *Phytochemical analysis*, 32(5), 698-709. Diakses pada: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pca.3016>.
- Yulia, Y., Idris, M., & Rahmadina, R. (2022). Skrining Fitokimia dan Penentuan Kadar Flavonoid Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Desa Dolok Sinumbah dan Raja Maligas Kecamatan Hutabayu Raja. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 6(1), 49-5. Diakses pada: <https://scholar.archive.org/work/yo7ap5dx65fszo356hzqzjdcee/access/wayback/http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/klorofil/article/download/11678/5719>