

The Potential of *Moringa oleifera* Leaves as a Natural Anti-Stress Ingredient in Fish Feed Based on Qualitative Phytochemical Screening

(Potensi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Bahan Anti-Stres Alami dalam Pakan Ikan berdasarkan Skrining Fitokimia Kualitatif)

Junianto Talunga^{1*}, Reni Lucia kreckhoff², Rosita A. J. Lintang³, Hariyani Sambali²,
Novie Pankie Lukas Pangemanan², Christina Leta Salaki⁴, Deiske Adeliene Sumilat¹

1. Program Studi Ilmu Perairan, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara
 2. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara
 3. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara
 4. Program Studi Entomologi, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara
- *Penulis Korespondensi: juniantotalunga1@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to evaluate the potential of *Moringa oleifera* leaves as a natural anti-stress ingredient in fish feed through qualitative phytochemical screening. The extraction was conducted using maceration with 96% ethanol, followed by solvent evaporation using a rotary evaporator and phytochemical assays employing Dragendorff, Wagner, Mayer, AlCl_3 , FeCl_3 , concentrated H_2SO_4 , and froth tests to identify major groups of bioactive metabolites. The results confirmed a very strong presence of alkaloids, along with positive reactions for flavonoids, tannins, saponins, phenolics, and triterpenoids, while steroids were not detected. This metabolite profile indicates antioxidant, immunomodulatory, antimicrobial, and anti-inflammatory activities that are relevant for reducing physiological stress in fish. These findings demonstrate that ethanol extracts of *M. oleifera* leaves possess practical potential as an anti-stress feed additive capable of enhancing fish resilience to biotic and abiotic stressors in intensive aquaculture. Practically, the use of *M. oleifera* leaves offers an accessible and economical natural ingredient for the development of functional aquafeed formulations.

Keywords: antistress, aquaculture, moringa leaves, phytochemistry, bioactive compounds

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menilai potensi daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai bahan anti-stres alami dalam pakan ikan melalui skrining fitokimia kualitatif. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%, diikuti penguapan menggunakan rotary evaporator dan pengujian fitokimia menggunakan pereaksi Dragendorff, Wagner, Mayer, AlCl_3 , FeCl_3 , H_2SO_4 pekat, serta uji busa untuk mengidentifikasi golongan metabolit bioaktif. Hasil menunjukkan keberadaan alkaloid sangat kuat, serta flavonoid, tanin, saponin, fenolik, dan triterpenoid dengan reaksi positif, sementara steroid tidak terdeteksi. Profil metabolit tersebut mengindikasikan aktivitas antioksidan, imunomodulator, antimikroba, dan antiinflamasi yang relevan untuk menurunkan stres fisiologis pada ikan. Temuan ini menegaskan bahwa ekstrak etanol daun kelor memiliki potensi aplikatif sebagai aditif pakan antistres yang dapat meningkatkan ketahanan ikan terhadap stres biotik dan abiotik dalam budidaya intensif. Secara praktis, pemanfaatan daun kelor berpeluang mendukung formulasi pakan fungsional berbahan alami yang mudah diperoleh dan ekonomis bagi industri akuakultur.

Kata kunci: antistres, budidaya, daun kelor, fitokimia, senyawa bioaktif

PENDAHULUAN

Budidaya ikan intensif rentan terhadap stres lingkungan dan stres akibat manajemen pemeliharaan, termasuk padat tebar tinggi dan pemilihan pakan. Dawood *et al.* (2018) menjelaskan bahwa kondisi stres tersebut dapat menurunkan respons imun dan performa pertumbuhan ikan sehingga diperlukan intervensi nutrisi yang tepat untuk meningkatkan ketahanan fisiologis ikan. Penggunaan bahan alami sebagai penyedia nutrisi menjadi salah satu alternatif dalam meningkatkan antistres ikan budidaya. Efektivitas pemanfaatan bahan alami tersebut bergantung pada metode ekstraksi dan jenis pelarut yang digunakan, sebagai penentu profil senyawa bioaktif (Gutierrez Montiel *et al.*, 2024).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan bahan alami dengan kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik, alkaloid, dan glukosinolat (El-Sherbiny *et al.*, 2024). Senyawa tersebut berperan penting dalam aktivitas antioksidan, imunomodulator, dan antiinflamasi (Pratiwi *et al.*, 2023). Optimasi jenis pelarut berperan penting dalam memaksimalkan total fenolik dan flavonoid daun kelor (Vongsak *et al.*, 2013). Hal ini dipertegas oleh Wang *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa selain pemilihan pelarut, teknik ekstraksi modern dapat meningkatkan efisiensi pelepasan senyawa fenolik dari daun kelor, yang berdampak pada kualitas fraksi bioaktif yang dihasilkan.

Meskipun berbagai penelitian telah mengevaluasi sifat fitokimia daun kelor, sebagian besar studi yang dilakukan di Indonesia masih berfokus pada analisis kualitatif dan aktivitas antioksidannya tanpa mengaitkan hasilnya dalam

budidaya ikan. Meigaria *et al.* (2016) melaporkan hasil skrining fitokimia namun tidak membahas potensi aplikatif antistres pada ikan. Sara *et al.* (2023) menemukan perbedaan komposisi metabolit berdasarkan pelarut, tetapi tidak menghubungkannya dengan fungsi biologis pada ikan, sementara Saputra *et al.* (2022) memberikan deskripsi fitokimia daun kelor namun tidak mengarah pada pengembangan pakan fungsional untuk meningkatkan ketahanan ikan.

Berdasarkan ketersediaan informasi yang masih terbatas, penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan daun kelor (*Moringa oleifera*) melalui pendekatan evaluasi fitokimia fraksional, sebagai kandidat bahan antistres alami dalam formulasi pakan ikan. Pendekatan ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan pakan berbasis sumber daya lokal.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksploratif-deskriptif kualitatif yang bertujuan mengidentifikasi dan mendeskripsikan golongan metabolit sekunder daun kelor (*Moringa oleifera*) melalui skrining fitokimia kualitatif. Penelitian eksploratif digunakan untuk mengeksplorasi keberadaan senyawa bioaktif, sedangkan pendekatan deskriptif kualitatif digunakan untuk memaparkan karakteristik visual reaksi fitokimia.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2025. Sampel daun kelor (*Moringa oleifera*) dikumpulkan dari Desa Watutumou, Kecamatan Kalawat, Kabupaten Minahasa Utara, melalui

metode *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kondisi tanaman yang sehat dan bebas kontaminasi. Seluruh kegiatan ekstraksi dan analisis fitokimia dilakukan di Laboratorium MIPA, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Bahan dan Peralatan

Bahan utama yang digunakan terdiri atas daun kelor segar, etanol 96% sebagai pelarut ekstraksi, serta berbagai pereaksi uji fitokimia meliputi pereaksi Dragendorff, Wagner, dan Mayer untuk deteksi alkaloid; larutan AlCl_3 1–10% untuk flavonoid; larutan FeCl_3 5% untuk tannin; H_2SO_4 pekat untuk uji triterpenoid, serta akuades untuk pengujian saponin. Peralatan yang digunakan meliputi blender, ayakan 60–80 mesh, kertas saring, oven pengering, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, *hotplate*, dan *rotary evaporator*. Jenis pereaksi dan peralatan merujuk pada prosedur skrining fitokimia daun kelor yang digunakan pada penelitian Yulia *et al.* (2022) dan Musfiroh *et al.* (2023).

Preparasi Sampel Daun Kelor

Daun kelor yang telah dikumpulkan disortasi, dicuci dengan air mengalir, dan

dikeringkan pada suhu ruang yang terhindar dari sinar matahari langsung. Pengeringan dapat dilanjutkan menggunakan oven pada suhu 40–50 °C hingga diperoleh kadar air stabil. Daun kering kemudian digiling menggunakan blender dan diayak hingga diperoleh serbuk simplisia berukuran 60–80 mesh. Serbuk disimpan dalam wadah tertutup sebelum digunakan untuk ekstraksi.

Ekstraksi Simplisia Daun Kelor

Ekstraksi dilakukan melalui metode maserasi, sebagaimana diterapkan dalam penelitian Yulia *et al.* (2022). Sebanyak 200 g serbuk simplisia dimasukkan ke dalam wadah kaca dan ditambahkan 2 liter etanol 96% dengan rasio bahan:pelarut 1:10 (b/v). Campuran direndam selama 48 jam dalam suhu ruang ($\pm 25\text{--}27$ °C) dan diaduk setiap 12 jam. Maserat dipisahkan melalui penyaringan, sedangkan ampas diekstraksi ulang dua kali dengan prosedur identik untuk meningkatkan rendemen. Seluruh maserat digabungkan, lalu diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu ≤ 40 °C hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak disimpan pada suhu 4 °C hingga dilakukan uji fitokimia.



Gambar 1. Daun Kelor (*Moringa oleifera*) yang digunakan dalam penelitian (dok. pribadi)

Uji Skrining Fitokimia

Ekstrak etanol yang diperoleh diuji secara kualitatif melalui skrining fitokimia menggunakan larutan uji pada konsentrasi 10–50 mg/ml, modifikasi dan penyesuaian prosedur Musfiroh *et al.* (2023) dan Rivai (2020). Pengujian alkaloid dilakukan dengan penambahan pereaksi Dragendorff, Wagner, dan Mayer, hasil positif ditandai oleh terbentuknya endapan jingga pada pereaksi Dragendorff, warna coklat pada pereaksi Wagner, serta endapan putih pada pereaksi Mayer. Pengujian flavonoid menggunakan pereaksi AlCl_3 1–10% yang menghasilkan perubahan warna merah sebagai indikasi positif. Pengujian tanin dilakukan dengan menambahkan FeCl_3 5%, yang menimbulkan warna hijau atau kebiruan. Senyawa fenolik diidentifikasi melalui perubahan warna coklat-oranye. Pengujian saponin dilakukan menggunakan uji busa (*froth test*), terbentuknya buih stabil menandakan hasil positif. Sementara pengujian triterpenoid dilakukan dengan menambahkan H_2SO_4 pekat, yang menghasilkan warna merah kecoklatan sebagai reaksi positif. Setiap pengujian dilakukan dalam tiga ulangan (replikasi) untuk meningkatkan keandalan data.

Analisis Data

Data meliputi hasil visual reaksi

fitokimia (warna, presipitasi, atau pembentukan busa). Semua hasil ditabulasi secara deskriptif kualitatif berdasarkan perubahan warna, pembentukan endapan, atau munculnya busa. Intensitas reaksi dinilai dengan skala standar farmakognosi: (–) = tidak terdeteksi ($\pm$) = sangat lemah (+) = positif/reaksi jelas (++) = kuat (+++) = sangat kuat. Kategori diberikan berdasarkan konsistensi reaksi pada tiga ulangan, kejernihan visual reaksi, dan kesesuaian dengan karakteristik reagen. Interpretasi hasil merujuk pada standar farmakognosi dan penelitian skrining daun kelor (Hidayati *et al.*, 2023; Saputra *et al.*, 2022; Sara *et al.*, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

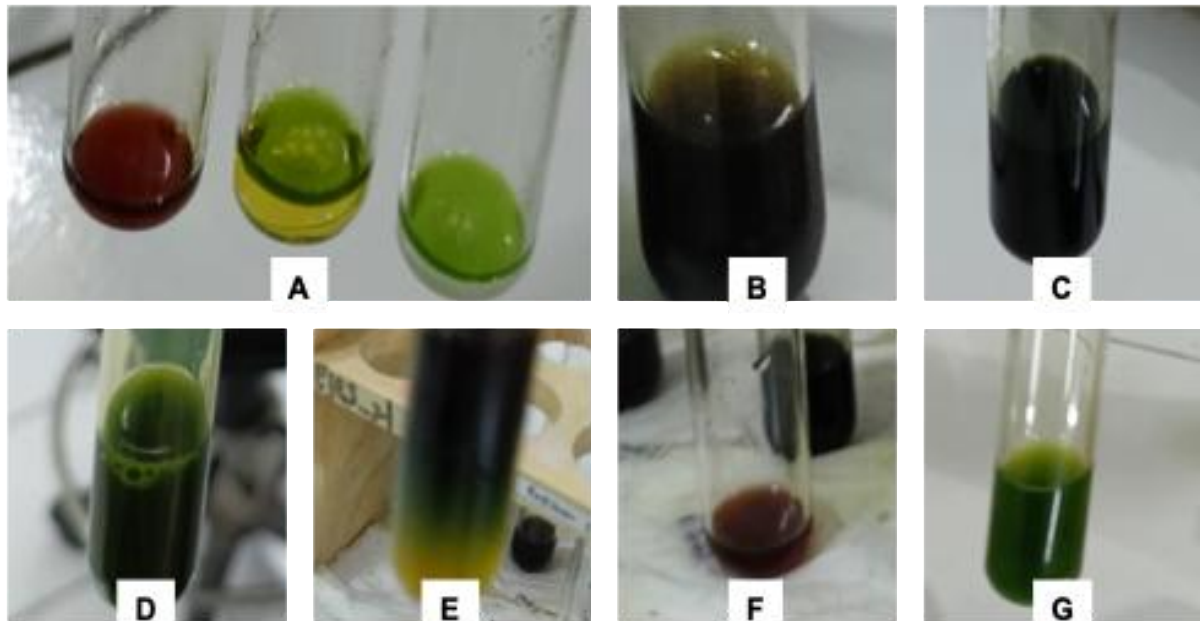
Kandungan Senyawa Daun Kelor

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi golongan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etanol 96% daun kelor. Hasil pengujian kualitatif menunjukkan adanya beberapa kelompok senyawa bioaktif yang memberikan respon positif berdasarkan perubahan warna dan pembentukan endapan sesuai karakteristik reagen masing-masing. Data reaksi warna ditampilkan dalam Tabel 1.

Hasil skrining fitokimia daun kelor (*Moringa oleifera*) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kelor memberikan

Tabel 1. Hasil skrining fitokimia *Moringa oleifera*

No.	Golongan senyawa	Hasil skrining	Perubahan warna/reaksi
1	Alkaloid	+++	Jingga, coklat, endapan putih
2	Flavonoid	+	Merah
3	Tanin	+	Hijau/biru kehitaman
4	Saponin	+	Buih stabil
5	Fenolik	+	Coklat jingga
6	Triterpenoid	+	Merah kecoklatan
7	Steroid	-	Tidak berubah (tetap hijau)



Gambar 2. Hasil skrining fitokimia: A. Alkaloid (Wagner, Meyer, Dragendorff); B. Flavonoid; C. Tanin; D. Saponin; E. Fenolik; F. Triterpenoid; dan G. Steroid

reaksi positif terhadap sebagian besar golongan metabolit sekunder, khususnya alkaloid yang muncul sangat kuat melalui perubahan warna jingga, coklat, dan pembentukan endapan putih. Flavonoid terdeteksi melalui perubahan warna merah, sementara tanin teridentifikasi melalui warna hijau hingga biru kehitaman. Kehadiran saponin dibuktikan dengan terbentuknya buih stabil, sedangkan senyawa fenolik menunjukkan perubahan warna coklat jingga. Reaksi positif pada triterpenoid ditunjukkan oleh warna merah kecoklatan. Sementara itu, uji steroid memberikan hasil negatif yang ditandai tidak adanya perubahan warna, menunjukkan bahwa kelompok steroid tidak terdeteksi dalam ekstrak. Secara keseluruhan, kombinasi senyawa metabolit aktif yang terdeteksi mendukung potensi daun kelor sebagai komponen pakan fungsional antistres dalam budidaya ikan.

Manfaat Senyawa Bioaktif Daun Kelor

Alkaloid

Ekstrak daun *Moringa oleifera* menunjukkan keberadaan alkaloid dengan intensitas tinggi, menandakan kandungan alkaloid cukup yang melimpah. Alkaloid dapat berperan sebagai antimikroba, antioksidan, serta imunomodulator, yang berkontribusi terhadap pengurangan beban stres dalam sistem budidaya ikan. Selain itu, senyawa alkaloid dikenal mampu memodulasi respons saraf dan sistem endokrin yang terlibat dalam mekanisme stres fisiologis (Divya *et al.*, 2024). Suplementasi daun kelor dalam pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terbukti menurunkan rasio heterofil/limfosit (H/L) yang merupakan indikator stres, serta meningkatkan aktivitas lisozim dan gen antioksidan CAT dan GPx (El-Kassas *et al.*, 2022). Ekstrak daun kelor yang kaya alkaloid mampu meningkatkan respons imun non-spesifik seperti aktivitas fagosit

dan leukosit pada benih ikan nila, sehingga ikan menjadi lebih tahan terhadap stres biotik (Subryana *et al.*, 2020). Secara fitokimia, alkaloid pada *Moringa oleifera* juga diketahui memiliki aktivitas protektif terhadap sel melalui inhibisi radikal bebas, sehingga berkontribusi pada mitigasi stres oksidatif. (Gopalakrishnan *et al.*, 2016). Dengan demikian, alkaloid dalam daun kelor berpotensi menjalankan peran sebagai agen antistres melalui mekanisme regulasi sistem saraf dan imun ikan.

Flavonoid

Flavonoid yang terdeteksi pada ekstrak memiliki potensi kuat sebagai antioksidan. Flavonoid memiliki kemampuan menangkap radikal bebas dan mencegah peroksidasi lipid, sehingga membantu menstabilkan membran sel selama paparan stres oksidatif (Fatmawati *et al.*, 2022). Senyawa ini dikenal mampu meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan memperbaiki kerusakan oksidatif pada organisme air (Mahmoud *et al.*, 2022). Dalam budidaya ikan, kondisi stres seperti perubahan kualitas air, kepadatan tinggi atau transportasi dapat memicu stres oksidatif. Metode ekstraksi modern yang diterapkan pada *Moringa oleifera* terbukti meningkatkan konsentrasi flavonoid dan aktivitas antioksidan daun kelor, menunjukkan potensi senyawa ini sebagai agen protektif bagi organisme akuatik (Prasetyaningrum *et al.*, 2022). Fontana *et al.* (2023) melaporkan bahwa secara khusus, komponen flavonoid dalam daun kelor mampu meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan CAT, yang berperan dalam mengurangi dampak stres lingkungan dan fisiologis. Pemberian pakan yang mengandung flavonoid mampu memperbaiki kapasitas antioksidan dan meningkatkan daya tahan

terhadap stres lingkungan (Saleh *et al.*, 2025). Kandungan flavonoid dalam daun kelor mendukung efektivitasnya sebagai bahan anti stres melalui peningkatan kapasitas antioksidan internal.

Tanin

Deteksi positif tanin pada hasil skrining menunjukkan kehadiran polifenol yang dapat memberikan manfaat fisiologis dalam budidaya ikan. Sebagai kelompok polifenol besar, tanin dapat berikatan dengan protein dan logam serta memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba (Divya *et al.*, 2024). Tanin pada tanaman telah diketahui memiliki aktivitas antimikroba serta kemampuan antioksidan yang dapat meningkatkan stabilitas fisiologis organisme akuatik (Puspitasari *et al.*, 2022). Tanin pada dosis tepat dapat membantu memperkuat respons tubuh terhadap stres biologis dan lingkungan dengan meningkatkan mekanisme pertahanan tubuh (Sallam *et al.*, 2025). Pada spesies ikan air tawar, suplementasi tanin terbukti dapat meningkatkan respons antioksidan, efisiensi pakan, dan kesehatan usus, sehingga meningkatkan toleransi terhadap stres lingkungan (Yao *et al.*, 2019). Lebih lanjut, pemberian tanin pada pakan organisme akuatik dapat mempengaruhi mikrobiota usus dan menurunkan inflamasi, sehingga memperbaiki status kesehatan pada kondisi stres akut maupun kronis (Qiu *et al.*, 2023). Keberadaan tanin pada daun kelor memiliki potensi sebagai agen pendukung anti stres, terutama melalui peningkatan kesehatan usus dan modulasi stres oksidatif.

Saponin

Hasil reaksi buih stabil yang terbentuk menunjukkan keberadaan

saponin dalam daun kelor. Saponin dikenal memiliki kemampuan imunomodulator yang signifikan, antara lain peningkatan aktivitas fagositosis, produksi antibodi, dan respons imun non-spesifik pada organisme akuatik. Setyawati *et al.* (2019) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor yang mengandung saponin efektif digunakan untuk menurunkan infestasi parasit pada ikan, sehingga mengurangi stres biotik secara langsung. Saponin memiliki sifat surfaktan yang dapat meningkatkan permeabilitas usus dan meningkatkan penyerapan nutrisi, serta modulasi sistem imun non-spesifik (Mahmoud *et al.*, 2022). Dalam budidaya ikan yang mengalami stres fisik atau lingkungan, suplementasi pakan dengan saponin moderat terbukti meningkatkan aktivitas fagosit dan memperkuat daya tahan terhadap patogen maupun kondisi stres (Nassar *et al.*, 2024). Secara mekanistik, saponin dapat memodulasi respons imun melalui interaksi dengan membran sel imun dan meningkatkan aktivitas sel efektor (Shen *et al.*, 2024). Bai *et al.* (2024) mengembangkan saponin semisintetis sebagai imunostimulan dan terbukti memperkuat sistem kekebalan hewan akuatik. Berdasarkan manfaat tersebut, saponin daun kelor berkontribusi penting terhadap sifat anti stres melalui peningkatan fungsi imun dan pengurangan beban patogen.

Fenolik

Senyawa fenolik terdeteksi positif pada uji fitokimia dan merupakan komponen utama daun kelor yang berperan dalam aktivitas antioksidan. Efek fenolik dalam menghambat oksidasi lipida dan memperkuat sistem antioksidan endogen sangat penting dalam kondisi stres pada ikan (Divya *et al.*, 2024).

Senyawa fenolik seperti asam fenolat dan flavonoid berfungsi sebagai donor proton dalam menetralkan radikal bebas, sehingga mengurangi kerusakan oksidatif pada sel ikan selama stres (Rivai, 2020). Penelitian pada ikan menunjukkan bahwa suplementasi makanan dengan sumber fenolik dari tanaman meningkatkan pertahanan tubuh terhadap stres oksidatif, membantu mempertahankan keseimbangannya dalam kondisi budidaya yang menekan (El-Kassas *et al.*, 2022). Studi kimia menunjukkan bahwa daun kelor memiliki kandungan fenolik tinggi yang berhubungan dengan kuatnya aktivitas antioksidan, terutama dalam menangkal ROS (Maulida *et al.*, 2025). Dalam konteks organisme akuatik, fenolik terbukti mampu meningkatkan adaptasi fisiologis terhadap stres dan memperkuat sistem pertahanan tubuh melalui peningkatan aktivitas enzim antioksidan dan perbaikan biomarker stres (Novelin *et al.*, 2024). Oleh karena itu, kandungan fenolik dalam daun kelor menjadikannya kandidat utama sebagai agen antistres pada ikan budidaya.

Triterpenoid

Deteksi triterpenoid dalam ekstrak mengindikasikan potensi adaptogenik dan anti inflamasi dari bahan tersebut serta hepatoprotektif. Triterpenoid dikenal memiliki aktivitas pelindung organ (termasuk hati dan ginjal) serta kemampuan menekan respon inflamasi yang dapat dipicu oleh stres lingkungan (Divya *et al.*, 2024). Dalam budidaya ikan yang sering menghadapi stres fisik (misalnya perubahan suhu, salinitas) atau kimia (misalnya amonia, nitrit), triterpenoid dari daun kelor berpotensi memperkuat organ-internal ikan dan mengurangi dampak negatif stres tersebut (Sallam *et*

al., 2025). Selain itu, pemberian ekstrak tumbuhan yang kaya triterpenoid terbukti mampu meningkatkan biomarker antioksidan serta menurunkan kerusakan oksidatif pada organ ikan (Sun *et al.*, 2021). Penelitian Gunawan *et al.* (2025) menunjukkan bahwa suplementasi triterpenoid dapat meningkatkan toleransi stres secara keseluruhan melalui peningkatan fungsi imun dan penurunan inflamasi. Adanya kandungan triterpenoid pada daun kelor turut memberikan dukungan fisiologis tinggi bagi ikan dalam menghadapi stres lingkungan.

Steroid (tidak terdeteksi)

Pengujian fitokimia tidak menemukan keberadaan steroid dalam ekstrak (respon negatif). Meskipun demikian, ketiadaan senyawa ini tidak mengurangi potensi bahan sebagai agen anti-stres. Aktivitas anti-stres utama dalam konteks budidaya ikan tampaknya lebih terkait dengan aktivitas antioksidan, imunomodulasi, dan adaptogenik dari flavonoid, tanin, saponin, fenolik dan triterpenoid (Saleh *et al.*, 2025). Untuk penelitian lanjutan, analisis kuantitatif dan identifikasi senyawa steroid atau fitosterol dapat dilakukan jika modulasi hormon atau membran menjadi target. Fitosterol yang ditemukan dalam biji dan jaringan lain tanaman kelor diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi dan dapat berperan dalam stabilisasi membran sel (Salman *et al.*, 2023). Studi dari Salehi *et al.* (2021) menunjukkan bahwa fitosterol berperan dalam modulasi respon imun, perbaikan kerusakan jaringan, serta peningkatan performa fisiologis pada hewan. Selain itu, senyawa sterol dalam minyak biji kelor seperti β -sitosterol telah teridentifikasi berperan sebagai komponen bioaktif yang mendukung fungsi protektif terhadap stres

oksidatif (Athikomkulchai *et al.*, 2021). Meskipun steroid tidak terdeteksi dalam ekstrak daun kelor, keberadaan fitosterol pada bagian lain tanaman kelor tetap menambah relevansi tanaman ini sebagai sumber bioaktif pendukung kesehatan ikan.

Potensi Daun Kelor sebagai Bahan Anti-Stres Alami

Berdasarkan hasil skrining fitokimia, daun kelor memiliki beragam senyawa bioaktif yang berkontribusi terhadap sifat antistres pada ikan budidaya. Kandungan alkaloid yang tinggi berperan sebagai imunomodulator, antimikroba, dan antioksidan yang mampu meningkatkan respons imun non-spesifik dan menurunkan stres biotik (Gopalakrishnan *et al.*, 2016; Subryana *et al.*, 2020). Flavonoid yang terdeteksi positif memberikan perlindungan sel melalui penangkapan radikal bebas dan peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan CAT (Fatmawati *et al.*, 2022; Fontana *et al.*, 2023). Tanin turut mendukung pengurangan stres melalui aktivitas antimikroba, peningkatan kesehatan usus, dan perbaikan respons antioksidan (Puspitasari *et al.*, 2022; Qiu *et al.*, 2023). Saponin berkontribusi lewat peningkatan imunitas non-spesifik dan penurunan beban parasit yang menjadi pemicu stres (Bai *et al.*, 2024; Setyawati *et al.*, 2019). Senyawa fenolik berperan penting dalam menjaga keseimbangan redoks dan memperkuat adaptasi fisiologis ikan terhadap stres oksidatif (Divya *et al.*, 2024; Rivai, 2020). Selain itu, triterpenoid memberikan efek antiinflamasi dan hepatoprotektif yang menjaga stabilitas organ vital selama stres kronis (Sallam *et al.*, 2025; Sun *et al.*, 2021), sedangkan fitosterol dari bagian lain tanaman kelor

mendukung modulasi imun dan perlindungan membran sel (Salehi *et al.*, 2021; Salman *et al.*, 2023). Secara keseluruhan, kombinasi senyawa ini menjadikan daun kelor sumber bioaktif potensial yang mampu memperkuat ketahanan fisiologis ikan terhadap berbagai jenis stres lingkungan.

Senyawa bioaktif daun kelor berperan sebagai bahan anti stres alami dalam pakan budidaya melalui mekanisme teoritis yang melibatkan interaksi kompleks antara flavonoid, alkaloid, terpenoid, saponin, karotenoid, dan antioksidan yang bekerja pada level seluler dan sistemik. Secara teoritis, senyawa-senyawa ini berfungsi sebagai imunostimulan yang mengaktivasi sistem pertahanan non-spesifik ikan melalui stimulasi makrofag untuk memproduksi interleukin, yang selanjutnya memicu aktivasi limfosit-T dan limfosit-B dalam meningkatkan produksi antibodi dan respons imun (Subryana *et al.*, 2020). Flavonoid berperan sebagai antioksidan yang menghentikan reaksi berantai radikal bebas, sementara saponin berfungsi sebagai agen imunostimulan yang memperkuat sistem kekebalan tubuh ikan terhadap stres lingkungan dan patogen (Panche *et al.*, 2016; Shen *et al.*, 2024). Purnamasari & Agus (2023) menjelaskan bahwa karotenoid dan vitamin antioksidan seperti vitamin C dan E dalam daun kelor secara teoritis melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif yang timbul akibat stres, sekaligus meningkatkan kualitas fisiologis dan metabolisme ikan. Kombinasi senyawa bioaktif ini menciptakan efek sinergis yang tidak hanya meningkatkan ketahanan tubuh terhadap stres tetapi juga mengoptimalkan efisiensi metabolisme dan pemanfaatan nutrisi, menjadikan daun kelor sebagai suplemen pakan alami yang

efektif untuk mengurangi dampak negatif stres dalam sistem budidaya intensif (Bamba *et al.*, 2024; Fadhilah *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Evaluasi fitokimia pada daun kelor (*Moringa oleifera*) terbukti mengandung senyawa bioaktif penting, terutama alkaloid dengan intensitas sangat kuat serta flavonoid, tanin, saponin, fenolik, dan triterpenoid yang kesemuanya berperan dalam aktivitas antioksidan, imunomodulator, antiinflamasi, dan antimikroba, sehingga berpotensi mendukung ketahanan ikan terhadap stres biotik dan abiotik. Temuan ini menunjukkan bahwa daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai bahan fungsional alami dalam industri pakan ikan untuk mengembangkan produk antistres berbasis fitobiotik yang ekonomis dan mudah diperoleh. Untuk memperkuat pemanfaatannya, diperlukan penelitian lanjutan yang mencakup kuantifikasi metabolit, karakterisasi fraksi bioaktif menggunakan analisis instrumental, serta uji *in vivo* untuk menentukan efektivitas dan keamanan aplikatif dalam formulasi pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Athikomkulchai, S., Tunit, P., Tadtong, S., Jantrawut, P., Sommano, S. R., Chittasupho, C. 2021. *Moringa oleifera* Seed Oil Formulation Physical Stability and Chemical Constituents for Enhancing Skin Hydration and Antioxidant Activity. *Cosmetics*, 8(1), 1–18.
<https://doi.org/10.3390/COSMETICS8010002>
- Bai, D., Kim, H., Wang, P. 2024. Development of Semisynthetic Saponin Immunostimulants. *Medicinal Chemistry Research*, 33(8), 1292–1306.

- <https://doi.org/10.1007/s00044-024-03227-x>
- Bamba, M. D., Yuliadi, Y., Mustofa, A. G. 2024. Efektivitas Pemanfaatan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Pakan dengan Penambahan Probiotik untuk Meningkatkan pertumbuhan dan Sintasan pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). *Lutjanus*, 28(2), 89–95. <https://doi.org/10.51978/jlpp.v28i2.68>
- Dawood, M. A. O., Koshio, S., Esteban, M. Á. 2018. Beneficial Roles of Feed Additives as Immunostimulants in Aquaculture: a Review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 950–974. <https://doi.org/10.1111/raq.12209>.
- Divya, S., Pandey, V. K., Dixit, R., Rustagi, S., Suthar, T., Atuahene, D., Nagy, V., Ungai, D., Ahmed, A. E. M., Kovács, B., Shaikh, A. M. 2024. Exploring the Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Properties of *Moringa oleifera*: A Comprehensive Review. *Nutrients*, 16(19), 1–22. <https://doi.org/10.3390/nu16193423>.
- El-Kassas, S., Aljahdali, N., Abdo, S. E., Alaryani, F. S., Moustafa, E. M., Mohamed, R., Abosheashaa, W., Abdulraouf, E., Helal, M. A., Shafi, M. E., El-Saadony, M. T., El-Naggar, K., Conte-Junior, C. A. 2022. *Moringa oleifera* Leaf Powder Dietary Inclusion Differentially Modulates the Antioxidant, Inflammatory, and Histopathological Responses of Normal and *Aeromonas hydrophila*-Infected Mono-Sex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.918933>
- El-Sherbiny, G. M., Alluqmani, A. J., Elsehemy, I. A., Kalaba, M. H. 2024. Antibacterial, Antioxidant, Cytotoxicity, and Phytochemical Screening of *Moringa oleifera* Leaves. *Scientific Reports*, 14(30485), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80700-y>.
- Fadhillah, R., Zulfadhli, Z., Lestari, T. P., Burhanis, B., Alauddin, A. 2023. Suplementasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Vitamin E dalam Pakan untuk Meningkatkan Kinerja Produksi dan Daya Tahan Tubuh Benih Ikan Patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 11(2), 112–121. <https://doi.org/10.29406/jr.v11i2.5328>
- Fatmawati, A., Sucianingsih, D., Kurniawati, R., & Abdurrahman, M. 2022. Microscopic Identification and Determination of Total Flavonoid Content of Moringa Leaves Extract and Ethyl Acetate Fraction (*Moringa oleifera* L.). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology, Supp.*(1), 66–74. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v1i1.36337>
- Fontana, R., Caproni, A., Sicurella, M., Manfredini, S., Baldisserotto, A., Marconi, P. 2023. Effects of Flavonoids and Phenols from *Moringa oleifera* Leaf Extracts on Biofilm Processes in *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Plants*, 12(7), 1–17. <https://doi.org/10.3390/plants12071508>
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., Kumar, D. S. 2016. *Moringa oleifera*: A review on Nutritive Importance and Its Medicinal Application. *Food Science and Human Wellness*, 5(2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>
- Gunawan, S., Julyantoro, P. G. S., Pebriani, D. A. A. 2025. Pengaruh Perbedaan Dosis Pelet Tepung Daun Kelor terhadap Pertumbuhan, Kelulushidupan, dan Histologi Usus dalam Pemberian Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Agroqua*, 23(1), 16–27. <https://doi.org/10.32663/ja.v23i1.5108>
- Gutierrez Montiel, D., Guerrero Barrera, A. L., Martínez Ávila, G. C. G., Gonzalez Hernandez, M. D., Chavez Vela, N. A., Avelar Gonzalez, F. J., Ramírez Castillo, F. Y. 2024. Influence of the Extraction Method on the Polyphenolic Profile and the Antioxidant Activity of *Psidium guajava* L. Leaf Extracts. *Molecules*, 29(1), 1–14.

- <https://doi.org/10.3390/molecules29010085>
- Hidayati, E. N., Aisyah, Kinanti, C. D., Masrul, Moh. Z. 2023. Skrining Fitokimia dan Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis. *JIKES : JURNAL ILMU KESEHATAN*, 2(1), 14–21.
- Mahmoud, H. K., Farag, M. R., Reda, F. M., Alagawany, M., Abdel-Latif, H. M. R. 2022. Dietary Supplementation with *Moringa oleifera* Leaves Extract Reduces the Impacts of Sub-lethal Fipronil in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Scientific Reports*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25611-6>
- Maulida, N., Komariyah, S., Isma, F., Maulida, C. 2025. Potensi Penggunaan Fermentasi Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Bahan Baku Pakan Benih Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Aquaculture Indonesia*, 4(2), 112–120. <https://doi.org/10.46576/jai.v4i2.6630>
- Meigaria, K. M., Mudianta, I. W., Martiningsih, N. W. 2016. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 10(2), 1–11.
- Musfiroh, E. N., Arrizqi, F. I., Ismayfatin, H., Fikayuniar, L., Saputra, M. Y. K. A., Audia, W. A., Muthaqimah, Y. V. 2023. Uji Perbandingan Skrining Fitokimia Metode Tabung pada Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(15), 127–135. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8206885>
- Nassar, A. A. M. A., Gharib, A. A. E. A., Abdelgalil, S. Y., AbdAllah, H. M., Elmowalid, G. A. 2024. Immunomodulatory, Antioxidant, and Growth-Promoting Activities of Dietary Fermented *Moringa oleifera* in Nile Tilapia (*Oreochromus niloticus*) with In-Vivo Protection Against *Aeromonas hydrophila*. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04070-3>
- Novelin, N. N. N., Putra, I., Pamukas, N. A., Windarti, W. 2024. Pengaruh Penambahan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Ikan Patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) dengan Manipulasi Fotoperiod dan Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 12(1), 37–46.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., Chandra, S. R. 2016. Flavonoids: An Overview. *Journal of Nutritional Science*, 5. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Prasetyaningrum, A., Jos, B., Ratnawati, R., Rokhati, N., Riyanto, T., Prinanda, G. R. 2022. Sequential Microwave-Ultrasound Assisted Extraction of Flavonoid from *Moringa oleifera*: Product Characteristic, Antioxidant and Antibacterial Activity. *Indonesian Journal of Chemistry*, 22(2), 303–316. <https://doi.org/10.22146/ijc.65252>
- Pratiwi, Y. S., Handayani, S., Zulfiana, Y. 2023. Skrining Fitokimia Sayur Bening Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Professional Health Journal*, 5(1), 139–146. <https://doi.org/10.54832/phj.v5i1.425>
- Purnamasari, T., Agus, E. 2023. Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Reproduksi Induk Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Penelitian Belida Indonesia*, 3(2), 6–12. <https://doi.org/10.59900/pbelida.v3i2.153>
- Puspitasari, Y. E., Hardoko, H., Sulistiyati, T. D., Fajrin, A. N., Tampubolon, H. O. 2022. Identifikasi Senyawa Fitokimia dari Daun Mangrove *Sonneratia alba* dan Analisis In Silico Sebagai Antidiabetes. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 27(2), 241–248. <https://doi.org/10.31258/jpk.27.2.241-248>
- Qiu, J., Huang, W., Cao, J., Zhao, H., Chen, B., Jiun-Yan, L., Peng, K. 2023. Dietary Hydrolyzable Tannins Reduce Growth Performance and Induce Histological Damage of Chinese Seabass (*Lateolabrax maculatus*).

- Frontiers in Marine Science*, 10, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1183438>.
- Rivai, A. T. O. 2020. Identifikasi Senyawa yang Terkandung pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(2), 63.
- Saleh, S. Y., Younis, N. A., Sherif, A. H., Gaber, H. G. 2025. The Role of *Moringa Oleifera* in Enhancing Fish Performance and Health: A Comprehensive Review of Sustainable Aquaculture Applications. *Veterinary Research Communications*, 49(6), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11259-025-10889-4>.
- Salehi, B., Quispe, C., Sharifi-Rad, J., Cruz-Martins, N., Nigam, M., Mishra, A. P., Konovalov, D. A., Orobinskaya, V., Abu-Reidah, I. M., Zam, W., Sharopov, F., Venneri, T., Capasso, R., Kukula-Koch, W., Wawruszak, A., Koch, W. 2021. Phytosterols: From Preclinical Evidence to Potential Clinical Applications. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 1–18. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.599959>.
- Sallam, G. R., Abdel-Rahim, M. M., Lotfy, A. M., Fayed, W. M., Shehata, A. I., El Basuini, M. F., Elwan, R. I., Al-absawey, M. A., Elhetawy, A. I. G. 2025. Long Term Dietary *Moringa oleifera* Leaf Extract to Florida Red Tilapia *Oreochromis* sp Improves Performance Immunity Maturation and Reproduction in Saltwater. *Scientific Reports*, 15(1), 1–27. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-06881-2>
- Salman, A. N., Prangdimurti, E., Hunaefi, D. 2023. Peningkatan Potensi Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Pangan Pencegah Hiperkolesterolemia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(4), 525–533. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.4.525>.
- Saputra, A., Arfi, F., Yulian, M. 2022. Literature Review: Analisis Fitokimia dan Manfaat Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *AMINA*, 2(3), 114–119. <https://doi.org/10.22373/amina.v2i3.1220>
- Sara, F., Sara, M., Natalia, D. 2023. Skrining Fitokimia Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Berpotensi Sebagai Bahan Baku Pembuatan MPASI. *Jurnal Kesehatan Tropis Indonesia*, 1(2), 18–21.
- Setyawati, F., Kismiyati, K., Subekti, S. 2019. Utilization of *Moringa oleifera* Leaf Extraction on Decreasing Infestation of *Argulus japonicus* in Goldfish (*Carassius auratus*). *AQUASAINS*, 8(1), 769–774. <https://doi.org/10.23960/aqs.v8i1.p769-774>
- Shen, L., Luo, H., Fan, L., Tian, X., Tang, A., Wu, X., Dong, K., Su, Z. 2024. Potential Immunoregulatory Mechanism of Plant Saponins: A Review. In *Molecules* (Vol. 29, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/molecules29010113>
- Subryana, N., Wardiyanto, W., Susanti, O. 2020. Penggunaan Ekstrak Daun Kelor *Moringa oleifera* (Lam, 1785) Untuk Meningkatkan Imunitas Non Spesifik Benih Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(3), 194–203. <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i3.16321>.
- Sun, Z., Liu, Y., Wei, Z., Mai, H., Liu, Q., Liu, B., Zhuang, Y., Zou, D., Zhang, W., Liu, X., Tan, X., Ye, C. 2021. The Effects of Dietary Compound Plant Extracts on Growth Performance, Liver and Intestine Health, and Immune Related Genes Expression in Hybrid Grouper (*Epinephelus lanceolatus* ♂ × *Epinephelus fuscoguttatus* ♀). *Fish and Shellfish Immunology*, Dec:119, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.09.013>
- Vongsak, B., Sithisarn, P., Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y., Gritsanapan, W. 2013. Maximizing Total Phenolics, Total Flavonoids Contents and Antioxidant Activity of *Moringa Oleifera* Leaf Extract by The Appropriate Extraction Method.

- Industrial Crops and Products*, 44, 566–571.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021>
- Wang, Z., Tian, Y., Yang, M., Yang, J., Wang, Y., Tao, L., Sheng, J., Shi, C. 2024. Extraction of Phenolic Compounds from *Moringa oleifera* Lam. Leaves With Ultrasonic-Assisted Deep Eutectic Solvents. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1–16.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1405128>
- Yao, J., Chen, P., Apraku, A., Zhang, G., Huang, Z., Hua, X. 2019. Hydrolysable Tannin Supplementation Alters Digestibility and Utilization of Dietary Protein, Lipid, and Carbohydrate in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Frontiers in Nutrition*, 6, 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00183>
- Yulia, Idris, M., Rahmadina. 2022. Skrining Fitokimia dan Penentuan Kadar Flavonoid Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Desa Dolok Sinumbah dan Raja Maligas Kecamatan Hutabayu Raja. *KLOROFIL*, 6(1), 49–56.