

Proximate composition of tilapia feed formulated with varying levels of moringa (*Moringa oleifera*) leaf flour

Junianto Talunga^{1*}, Reni L. Kreckhoff², Rosita A.J. Lintang³, Hariyani Sambali², Novie P.L. Pangemanan², Christina L. Salaki⁴, Deiske A. Sumilat¹

¹ Aquatic Science Study Program, Postgraduate Program, Sam Ratulangi University, Jl. Kampus UNSRAT Bahu, Manado 95115, Indonesia

² Aquaculture Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Indonesia

³ Marine Science Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Indonesia

⁴ Entomology Study Program, Postgraduate Program, Sam Ratulangi University, Indonesia

*Correspondence: juniantotalunga1@gmail.com

Received: 29 September 2025 – Revised: 21 October 2025 – Accepted: 30 October 2025

ABSTRACT: This study evaluated the effect of incorporating moringa leaf flour (*Moringa oleifera*) at varying concentrations into feed formulations on the proximate composition of tilapia (*Oreochromis niloticus*) feed. Five experimental treatments were tested, with moringa leaf flour inclusion levels of 0% (control), 10%, 20%, 30%, and 40%. A proximate analysis was conducted to determine moisture, ash, fat, protein, and crude fiber content. The results indicated that only the control feed (0%) and the feed containing 10% moringa leaf flour met the required protein standards for formulated feed, at 30% and 25%, respectively. Feeds with higher inclusion levels had protein content below the minimum threshold. The lowest crude fiber content (14.98%) was recorded in the 10% treatment, which was lower than that of the control. Ash, fat, and moisture contents remained relatively stable across all treatments and within acceptable ranges for fish feed. The formulation with 10% moringa leaf flour provided the optimal nutritional profile, delivering adequate protein (25%) and the lowest crude fiber (14.98%), thereby meeting nutritional requirements without compromising digestibility. Based on proximate analysis, moringa leaf flour shows potential as an efficient alternative feed ingredient for tilapia aquaculture.

Keywords: *moringa oleifera*; alternative feed ingredient; tilapia nutrition; proximate composition; aquafeed formulation

PENDAHULUAN

Budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu usaha perikanan air tawar yang berkembang pesat di Indonesia dan memiliki peran penting untuk menunjang ketahanan pangan serta perekonomian masyarakat (KKP, 2024). Ikan nila memiliki keunggulan berupa toleransi tinggi terhadap variasi lingkungan, pertumbuhan yang cepat, dan permintaan pasar yang terus meningkat (El-Sayed, 2006). Faktor pakan menjadi penentu keberhasilan budidaya karena berkontribusi lebih dari 60% biaya produksi (Maslang et al., 2018). Elabd et al. (2019) menegaskan, bahwa pakan dengan formulasi yang tepat tidak hanya memengaruhi pertumbuhan ikan, tetapi juga efisiensi biaya dalam kegiatan budidaya. Dewasa ini, perkembangan dan inovasi dalam penggunaan bahan pakan alternatif yang ekonomis, bergizi, dan mudah diperoleh semakin meningkat demi tercapainya kegiatan budidaya yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan (Faisal et al., 2024; Putra et al., 2018; Yoselanda and Juniarti, 2024).

Salah satu bahan pakan potensial adalah daun kelor (*Moringa oleifera*), yang dikenal memiliki kandungan nutrisi cukup lengkap seperti protein, vitamin, mineral, serta berbagai senyawa bioaktif (Patel et al., 2014). Menurut Faisal et al. (2024), penambahan tepung daun kelor ke dalam pakan ikan nila mampu meningkatkan parameter pertumbuhan

sekaligus memperbaiki kondisi fisiologis ikan. Daun kelor menjadi sumber daya potensial yang digunakan sebagai bahan pakan ikan nila dengan kandungan protein tinggi (Putra et al., 2018). Dengan kandungan protein kasar yang tinggi, daun kelor dapat berperan sebagai substitusi sumber protein konvensional seperti tepung ikan atau bungkil kedelai yang harganya semakin mahal (Mardiana et al., 2023).

Walaupun demikian, pemanfaatan daun kelor sebagai bahan pakan perlu mempertimbangkan komposisi gizi lainnya. Kandungan serat kasar dan anti-nutrien dalam daun kelor dapat menurunkan pencernaan pakan bila digunakan dalam jumlah berlebihan. Pakan berbahan tepung daun kelor mampu meningkatkan kualitas nutrisi pakan, namun adanya anti-nutrien dan serat yang tinggi dapat membatasi penggunaannya pada konsentrasi tertentu (Elabd et al., 2019). Kandungan nutrisi pada tepung daun kelor diantaranya memiliki kadar air sebesar 10,96%, abu 9,45%, protein kasar 24,14%, serat kasar 11,44%, dan lemak kasar 6,11% (Kantja et al., 2022). Kandungan protein kasar yang tinggi pada tepung daun kelor dapat dijadikan sebagai pakan ternak kaya protein, tetapi nilai serat yang cukup tinggi menjadi tantangan dalam formulasi pakan, sehingga perlu dipertimbangkan konsentrasi optimalnya.

Beberapa penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil positif ketika daun kelor digunakan dalam konsentrasi

tertentu. *Al Gazali et al. (2024)* melaporkan, bahwa secara keseluruhan dari data proksimat kandungan nutrisi daun kelor yang diperoleh menunjukkan tepung daun kelor layak dijadikan bahan substitusi terhadap pakan ikan komersial untuk ikan nila merah. Penelitian lain menemukan, bahwa penambahan 7% daun kelor dalam pellet menghasilkan pertumbuhan spesifik paling tinggi serta kelangsungan hidup benih ikan nila mencapai 100% (*Astiyani et al., 2020*). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis kandungan proksimat tepung daun kelor pada konsentrasi berbeda yang ditambahkan dalam formulasi pakan ikan nila. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi optimal yang meningkatkan nilai gizi pakan sekaligus tetap mendukung pencernaan dan pertumbuhan ikan nila.

MATERIAL DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2025 bertempat di workshop Budidaya Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Tatelu, Sulawesi Utara, untuk persiapan dan pembuatan pakan. Pengujian kadar air, kadar abu, dan lemak total dilaksanakan di Laboratorium Pengujian BPBAT Tatelu, Sulawesi Utara. Sementara pengujian protein dan serat kasar dilakukan di Laboratorium Penguji, Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri, Manado.

Bahan dan Peralatan

Komposisi bahan pakan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tepung daun kelor dengan berbagai konsentrasi, tepung ikan, tepung ampas tahu, tapioka, tepung kepala udang, tepung maggot, minyak ikan, dan vitamin mix. Alat yang digunakan meliputi blender, mixer, kompor listrik, oven listrik, gelas plastik, gelas stainless, dan timbangan digital yang digunakan untuk pencampuran pakan.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan terdiri dari penambahan konsentrasi tepung daun kelor yang berbeda. Perlakuan A merupakan pakan tanpa penambahan tepung daun kelor, B penambahan 10% tepung daun kelor, C 20%, D 30%, dan E ditambahkan 40% tepung daun kelor. Dalam setiap perlakuan, konsentrasi yang diubah adalah perbandingan

tepung daun kelor (TDK) dan tepung ikan (TI). Perlakuan A tanpa penambahan TDK dan 40% TI, B 10%:30%, C 20%:20%, D 30%:10%, dan E 40% TDK menggantikan TI. Table 1 menunjukkan formulasi pakan dengan berbagai variasi konsentrasi tepung daun kelor.

Prosedur dan Parameter Pengujian

Pakan dengan berbagai variasi konsentrasi tepung daun kelor dianalisa secara proksimat berdasarkan metode AOAC (*AOAC International, 2016*) dan Standar Nasional Indonesia untuk masing-masing parameter uji. Pengujian kadar air, kadar abu, dan lemak total menggunakan metode SNI 01-2354.1-2006. Pengujian kadar protein mengacu pada SNI ISO 1871:2015 dan serat kasar didasarkan pada SNI 01-2891-1992, butir 11.

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan nutrisi utama dalam pakan ikan nila yang diformulasikan dengan penambahan tepung daun kelor pada konsentrasi berbeda. Parameter yang diamati meliputi kadar air, abu, lemak, protein, dan serat kasar, yang merupakan indikator penting dalam menentukan kualitas pakan. “Analisis proksimat merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui kandungan zat gizi dalam suatu bahan pangan yang meliputi kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat” (*Yunita et al., 2022*). Kandungan protein menunjukkan besarnya potensi pakan dalam mendukung pertumbuhan ikan, sementara serat kasar berhubungan dengan tingkat pencernaan pakan. “Kadar serat kasar yang terlalu tinggi dapat menurunkan pencernaan pakan karena ketidakmampuan sistem pencernaan dalam mencerna serat dengan baik” (*Putra et al., 2018*). Sementara itu, kadar air, abu, dan lemak juga menjadi faktor pendukung kualitas fisik maupun nutrisi pakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Proksimat Kandungan Nutrisi Pakan

Berdasarkan hasil uji laboratorium, diperoleh data kandungan proksimat pakan dengan konsentrasi tepung daun kelor berbeda (Table 2). Hasil tersebut menunjukkan kandungan protein tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (tanpa tepung daun kelor) sebesar 30%, namun nilai serat kasar juga tinggi (15,54%) yang berpotensi menurunkan pencernaan pakan. Penambahan tepung daun kelor hingga 10%

Table 1
 Test feed formulation with varying concentrations of moringa leaf flour (TDK)

Bahan	Komposisi Bahan (g)				
	A (kontrol)	B (10% TDK)	C (20% TDK)	D (30% TDK)	E (40% TDK)
Tepung Daun Kelor	0	100	200	300	400
Tepung Ikan	400	300	200	100	0
Ampas tahu	360	360	360	360	360
Tepung Tapioka	80	80	80	80	80
Tepung Kepala Udang	70	70	70	70	70
Tepung maggot	30	30	30	30	30
Vitamin mix	40	40	40	40	40
Minyak ikan	20	20	20	20	20
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Table 2
Results of proximate test of feed nutrition with different concentrations of moringa leaf flour

Parameter	Konsentrasi Tepung Daun Kelor (%)					Metode
	A (0)	B (10)	C (20)	D (30)	E (40)	
Kadar Air (%)	3,89	3,76	3,63	3,54	3,34	SNI 01-2354.1-2006
Kadar Abu (%)	10,52	9,64	8,83	8,51	8,23	SNI 01-2354.1-2006
Lemak (%)	10,08	9,15	8,50	8,33	7,99	SNI 01-2354.1-2006
Protein (%)	30,00	25,00	23,00	19,00	17,00	SNI ISO 1871:2015
Serat Kasar (%)	15,54	14,98	15,03	16,44	16,44	SNI 01-2891-1992, butir 11

masih menghasilkan kadar protein cukup (25%) dengan serat kasar lebih rendah (14,98%) dibandingkan kontrol. Pada perlakuan pakan dengan 20%, 30% dan 40% tepung daun kelor, kandungan protein turun menjadi 23%, 19% dan 17%, yang berada di bawah batas minimal kebutuhan protein pada pakan buatan sebesar 25% untuk fase pembesaran (BSN, 2006). Kandungan serat pada ketiga perlakuan tersebut (C, D, dan E) berturut-turut sebesar 15,03%, 16,44%, dan 16,44%, lebih tinggi daripada pakan dengan 10% tepung daun kelor, namun pada 20% tepung daun kelor, serat kasarnya lebih rendah daripada kontrol (A).

Pada parameter kadar air, kadar abu, dan lemak, hasil yang didapat masih berada dalam persyaratan pakan buatan untuk semua formulasi pakan. Dalam penentuan formulasi pakan optimal, kebutuhan nutrisi tidak hanya dinilai berdasarkan kandungan protein, melainkan juga kandungan serat kasar yang apabila terlalu tinggi dapat menurunkan pencernaan pakan.

Setiap parameter proksimat dengan masing-masing komponen memiliki fungsi berbeda dalam mendukung pertumbuhan ikan. Kadar air memengaruhi daya simpan pakan, protein berhubungan langsung dengan pertumbuhan, lemak sebagai sumber energi, abu mencerminkan kandungan mineral, dan serat kasar berkaitan dengan pencernaan. [Rane et al. \(2021\)](#) menyatakan, bahwa tepung daun kelor mengandung protein dan kalsium yang tinggi, memiliki profil asam amino yang baik, serta rendah kandungan serat. Di sisi lain, [Herdiyanti et al. \(2018\)](#) melaporkan, bahwa tepung dedak memiliki kandungan serat kasar lebih tinggi dibandingkan tepung alternatif lainnya, sehingga penggunaan bahan baku berserat tinggi dalam formulasi pakan harus dikontrol agar tidak menurunkan pencernaan. Dengan demikian perlu dilakukan analisa secara menyeluruh berkaitan dengan kandungan proksimat pakan dengan tambahan tepung daun kelor, sehingga dapat ditentukan konsentrasi optimal yang dapat digunakan dalam pakan tanpa menurunkan kualitas nutrisi.

Kadar Air

Kadar air merupakan parameter penting dalam penentuan mutu pakan karena berkaitan dengan daya simpan, stabilitas fisik, serta potensi kontaminasi mikroba. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa kadar air pakan dengan penambahan tepung daun kelor berada pada kisaran 3,34-3,89%, angka ini jauh di bawah ambang batas 10% yang direkomendasikan untuk pakan ikan. Kadar air rendah penting untuk mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri pembusuk sehingga pakan lebih tahan disimpan dan kualitas nutrisinya tetap terjaga (NRC, 2011). Hasil penelitian [Pratiwi et al. \(2024\)](#) menunjukkan tepung daun kelor memiliki kadar air

yang sangat rendah, yaitu sekitar 1,11%, yang berimplikasi pada daya simpan yang lebih panjang dan kestabilan mutu. Kadar air dalam penelitian ini menunjukkan, bahwa formulasi pakan dengan tepung daun kelor menghasilkan mutu fisik yang baik untuk mendukung keberhasilan budidaya.

Penelitian kandungan kadar air dalam formulasi pakan dengan tepung daun kelor terdahulu menunjukkan hasil yang selaras. [Yunita et al. \(2022\)](#) melaporkan, bahwa kadar air tepung daun kelor berkisar 6,96%, sehingga membuktikan bahwa proses pengeringan mampu menghasilkan bahan pakan dengan kelembapan rendah. Hal serupa ditemukan oleh [Putri et al. \(2025\)](#) pada produk nugget ikan nila dengan penambahan tepung daun kelor yang memiliki kadar air sekitar 3–4%. Studi lain yang dilakukan oleh [Herdiyanti et al. \(2018\)](#) terhadap berbagai bahan tepung pakan alternatif juga menunjukkan kadar air relatif rendah pada sebagian besar bahan, dan hal tersebut dianggap sebagai indikator mutu yang penting. Dengan membandingkan hasil ini dengan berbagai penelitian sebelumnya, dapat ditegaskan bahwa penggunaan tepung daun kelor tidak meningkatkan kadar air pakan, sehingga pakan yang dihasilkan tetap aman disimpan dan layak digunakan dalam formulasi pakan ikan nila.

Kadar Abu

Kadar abu dalam pakan mencerminkan kandungan mineral anorganik yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan fungsi fisiologis ikan. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar abu seiring meningkatnya penambahan tepung daun kelor, yang dapat dijelaskan oleh berkurangnya bahan pakan hewani seperti tepung ikan dan kepala udang yang memiliki kadar abu tinggi. Menurut [Helmiati et al. \(2020\)](#), tepung daun kelor memiliki kadar abu sekitar 9,70%, sehingga meskipun menyumbang mineral, kontribusinya tidak setinggi sumber hewani. Kadar abu tepung daun kelor dari berbagai lokasi di Nusa Tenggara Timur cenderung moderat dan relatif stabil, menunjukkan bahwa formulasi pakan dengan penambahan daun kelor masih memberikan kontribusi mineral meskipun nilainya lebih rendah dibandingkan pakan berbasis hewani ([Rane et al., 2021](#)).

Perbandingan dengan penelitian sejenis mendukung hasil ini, penelitian oleh [Alphonse et al. \(2019\)](#) menemukan, bahwa bubuk daun kelor memiliki kadar abu sekitar 7,75%, yang menunjukkan konsistensi nilai abu dalam bahan nabati. Kandungan abu yang moderat dalam bahan nabati dapat dikombinasikan dengan sumber mineral lain untuk memenuhi kebutuhan ikan nila secara optimal. [Binalshikh-Abubkr et al. \(2021\)](#) melaporkan bahwa bioflok berbasis limbah udang dan ikan nila memiliki kadar abu yang lebih tinggi, sehingga dapat menjadi pembanding untuk menilai perbedaan kontribusi

mineral antara bahan hewani dan nabati. Temuan ini menegaskan bahwa variasi kadar abu dipengaruhi oleh jenis bahan baku, metode pengolahan, dan lokasi produksi. Dengan demikian, penggunaan daun kelor sebagai bahan pakan tetap relevan, namun memerlukan formulasi seimbang agar kebutuhan mineral ikan nila tetap terpenuhi.

Lemak

Lemak dalam pakan berperan sebagai sumber energi utama dan penyedia asam lemak esensial yang penting bagi pertumbuhan, metabolisme, dan kualitas filet ikan nila (Elabd *et al.*, 2019). Hasil pengujian menunjukkan penurunan kadar lemak dari 10,08% (perlakuan 0%) menjadi 7,99% (perlakuan 40%) seiring peningkatan substitusi tepung ikan oleh tepung daun kelor. Hal ini berhubungan dengan konsistensi karakteristik nutrisi daun kelor yang umumnya rendah lemak dibandingkan bahan hewani (Oliveira *et al.*, 1999). Penggunaan tepung daun kelor dalam pakan dapat menurunkan proporsi lemak total jika tidak diimbangi oleh sumber lipid lain, sehingga formulasi pakan perlu memperhitungkan kebutuhan energi melalui tambahan minyak atau suplemen lemak (Faisal *et al.*, 2024). Kehadiran tepung daun kelor dalam bahan pangan dan produk olahan diketahui menurunkan kadar lemak pada produk akhir ketika persentase daun kelor semakin tinggi, yang menguatkan bahwa komponen nabati ini menurunkan kontribusi lemak total dalam formulasi (Putri *et al.*, 2025). Kandungan lemak dalam pakan berbahan tepung daun kelor mampu menyediakan kebutuhan protein nabati, namun penggunaannya harus diseimbangkan dengan sumber lipid agar kebutuhan energi dan asam lemak esensial terpenuhi (Pratiwi *et al.*, 2024).

Perbandingan dengan studi lain memperjelas implikasi praktisnya, misalnya analisis proksimat daun kelor pada berbagai lokasi melaporkan rentang lemak yang relatif rendah sehingga substitusi berlebih akan menurunkan energi pakan konsumsi (Rane *et al.*, 2021). Penelitian eksperimen yang menggantikan sebagian tepung ikan dengan tepung daun kelor menunjukkan bahwa pertumbuhan berlangsung baik bila formulasi dilengkapi minyak ikan atau sumber lemak lain, sehingga suplementasi lipid menjadi langkah penting dalam formulasi berbasis kelor (Elabd *et al.*, 2019). Selain itu, kajian komparatif menunjukkan bahwa metode pengolahan (mis. fermentasi, pengeringan suhu terkontrol) dapat mempengaruhi kandungan lemak akhir tepung daun kelor sehingga perlu distandarisasi untuk tujuan pakan (Helmiati *et al.*, 2020). Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa formulasi pakan dengan penambahan tepung daun kelor idealnya mempertahankan proporsi lemak total yang memenuhi kebutuhan energi nila dengan menambahkan sumber lipid yang mudah dicerna, guna menghindari penurunan pertumbuhan akibat defisit energi (Faisal *et al.*, 2024). Secara praktis, rekomendasi formulasi adalah membatasi substitusi tepung ikan oleh tepung daun kelor pada tingkat yang tidak menurunkan lemak di bawah ambang kebutuhan energi, atau menambahkan 1–3% minyak ikan/oleaginous lain sesuai perhitungan diet spesifik (Putri *et al.*, 2025; Rane *et al.*, 2021).

Protein

Protein merupakan nutrisi utama dalam pakan ikan yang berfungsi sebagai sumber asam amino esensial untuk

pertumbuhan, perbaikan jaringan, serta sintesis enzim dan hormon. Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan kadar protein dari 30,00% pada perlakuan kontrol (tanpa tepung daun kelor) menjadi 17,00% pada perlakuan dengan 40% tepung daun kelor, seiring berkurangnya proporsi bahan hewani seperti tepung ikan yang memiliki kandungan protein tinggi. Madalla *et al.* (2013) melaporkan, bahwa tepung daun kelor yang diekstrak melalui perendaman masih memiliki protein kasar 31,1%, sehingga tetap berpotensi sebagai sumber protein meskipun kontribusinya lebih rendah daripada bahan hewani. Menurut Astuti *et al.* (2012), pakan yang mengandung ekstrak daun kelor sebagai pengganti sekitar 30% protein dari tepung ikan tetap mempertahankan keseimbangan energi dan protein (isonitrogenous) sehingga mendukung berat badan akhir nila secara memadai. Kebutuhan protein pakan untuk ikan nila sendiri umumnya berkisar antara 25–35%, tergantung pada ukuran dan fase pertumbuhan, sehingga formulasi pakan dengan daun kelor tetap relevan jika kadar protein total pakan berada dalam rentang tersebut (Rahman *et al.*, 2023).

Sejumlah penelitian juga menegaskan, bahwa ketersediaan protein yang cukup dalam pakan berhubungan langsung dengan laju pertumbuhan dan efisiensi konversi pakan pada organisme budidaya. Andriani *et al.* (2023) menunjukkan, bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung daun kelor pada pakan ikan nila menghasilkan pertumbuhan optimal pada kadar protein diet di atas 27%, dengan nilai rasio konversi pakan (FCR) yang masih efisien. Penelitian Putra *et al.* (2020) menunjukkan, bahwa tepung daun kelor yang dihidrolisis menggunakan cairan rumen domba memiliki kandungan protein kasar sebesar 27,62%, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku pakan ikan lele (*Clarias sp.*). Helmiati *et al.* (2020) melaporkan, bahwa kandungan protein tepung daun kelor terfermentasi mencapai 25,77–34,77%, yang menunjukkan adanya peningkatan nilai nutrisi setelah proses fermentasi. Hasil penelitian terdahulu tersebut memperlihatkan konsistensi tepung daun kelor sebagai bahan baku pakan alternatif karena mampu menyediakan protein nabati yang cukup tinggi untuk mendukung kebutuhan nutrisi ikan budidaya. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan, bahwa formulasi pakan dengan penambahan tepung daun kelor hingga 20% masih dapat memenuhi kebutuhan protein bagi ikan nila untuk mencapai pertumbuhan yang baik.

Serat Kasar

Serat kasar merupakan salah satu komponen penting dalam pakan ikan yang harus dikendalikan karena memengaruhi pencernaan, efisiensi pakan, dan pertumbuhan organisme budidaya. Pada penelitian ini, kandungan serat kasar pada pakan kontrol lebih tinggi daripada pakan dengan 10% dan 20% tepung daun kelor, tetapi lebih rendah daripada pakan dengan konsentrasi tepung daun kelor lebih tinggi (30% dan 40%). Nilai serat kasar yang fluktuatif menunjukkan, bahwa kadar serat kasar dalam pakan tidak semata-mata ditentukan oleh satu jenis bahan, tetapi oleh interaksi komposisi total bahan pakan dan proporsi relatif fraksi strukturalnya (Halver and Hardy, 2002). Pada tingkat substitusi rendah hingga menengah, penambahan bahan nabati seperti tepung daun kelor belum tentu meningkatkan serat kasar secara langsung karena masih terjadi efek pengenceran matriks serat oleh bahan lain yang komposisinya

tetap (El-Sayed, 2006). Sebaliknya, peningkatan serat kasar level substitusi tinggi terjadi ketika fraksi selulosa dan hemiselulosa dari bahan nabati mulai mendominasi formulasi pakan (Ng and Romano, 2013). Variasi serat kasar yang fluktuatif dalam pakan buatan umum terjadi terutama ketika terjadi pergeseran sumber protein dari hewani seperti tepung ikan, ke bahan nabati, dan tidak selalu mencerminkan inkonsistensi analitis (NRC, 2011).

Kandungan serat kasar dalam pakan menjadi perhatian penting berkaitan dengan tingkat pencernaan pakan pada organisme budidaya. Azaza et al. (2020) melaporkan, bahwa peningkatan fraksi serat menurunkan koefisien cerna bahan kering dan protein pada ikan nila. Serat kasar sebagian besar terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang secara alami sulit dicerna oleh ikan, sehingga pada kadar tinggi dapat mengurangi efisiensi konversi pakan (Adorian et al., 2016). Kebutuhan serat kasar pada ikan budidaya, termasuk nila, relatif rendah karena spesies ini bukan herbivora sejati yang memiliki kapasitas fermentatif tinggi. Zhong et al. (2020) melaporkan, bahwa kadar serat yang terlalu tinggi dapat menghambat ketersediaan energi metabolisme. Namun, serat kasar dalam jumlah moderat dapat membantu menjaga kesehatan saluran cerna dengan mendukung aktivitas mikrobiota usus (Adorian et al., 2016). Daun kelor yang difermentasi mampu menurunkan kadar serat kasar serta meningkatkan kualitas nutrisi, sehingga bahan tersebut lebih efisien dimanfaatkan dalam pakan (Li et al., 2024; Shi et al., 2020). Oleh karena itu, pemanfaatan daun kelor sebagai bahan pakan alternatif harus memperhatikan batas toleransi serat kasar serta perlunya penerapan teknologi pengolahan bahan agar tidak menghambat pertumbuhan dan efisiensi budidaya.

KESIMPULAN

Peningkatan proporsi tepung daun kelor dalam pakan ikan nila secara konsisten menurunkan kadar protein pakan, sejalan dengan berkurangnya tepung ikan sebagai sumber protein hewani utama. Kadar serat kasar menunjukkan pola tidak linier, dengan pakan kontrol memiliki serat kasar lebih tinggi dibandingkan perlakuan dengan penambahan tepung daun kelor 10–20%, namun meningkat kembali pada penambahan 30–40%, mencerminkan adanya interaksi komposisi bahan dan ambang kontribusi serat struktural dari bahan nabati. Kandungan air, abu, dan lemak masih berada dalam kisaran yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan. Pakan dengan konsentrasi 10% memiliki kandungan nutrisi yang seimbang diantara formulasi pakan lainnya, dengan protein sebesar 25%, serat kasar 14,98%, kadar air 3,76%, kadar abu 9,64%, dan lemak 9,15%. Temuan ini bersifat proksimat dan perlu dilakukan validasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap ikan hidup melalui uji pakan.

Ucapan Terima Kasih. Terima Kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian ini. “Kami menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan organisasi manapun mengenai bahan yang didiskusikan dalam naskah ini.”

REFERENSI

- ADORIAN, T.J., GOULART, F.R., MOMBACH, P.I., DE MENEZES LOVATTO, N., DALCIN, M., MOLINARI, M., LAZZARI, R. and DA SILVA, L. P. (2016) Effect of different dietary fiber concentrates on the metabolism and indirect immune response in silver catfish. *Animal Feed Science and Technology*, 215, pp. 124-132. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.03.001>.
- AL GAZALI, M.H., ZAENI, A., RASIDUN, L.O. and EFENDI, R. (2024) Potensi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Bahan Substitusi Pakan Ikan Komersial untuk Aplikasi Nutrisi Bagi Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp). *Journal of Agriculture Engineering and Applied Technology*, 01(01), pp. 48-54.
- ALPHONCE, S., KAALE, L.D., RWEYEMAMU, L.M.P. and MILLINGA, F. (2019) Proximate composition of fermented cassava meal “mchuchume” fortified with soya bean flour and *Moringa oleifera* leaves powder. *Journal of Food Science and Technology*, 56(8), pp. 3660-3667. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03811-9>.
- ANDRIANI, P., HAMZAH, M. and KURNIA, A. (2023) Substitusi Tepung Kedelai (*Glycine max*) Dengan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Dalam Pakan Terhadap Tingkat Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Media Akuatika*, 7(4), pp. 204-215. <https://doi.org/10.33772/jma.v7i4.25572>.
- AOAC INTERNATIONAL (2016) *Official methods of analysis of AOAC International*. Association of Official Analysis Chemists International.
- ASTIYANI, W.P., AKBARURRASYID, M., PRATAMA, E. A. and REVALDY, I.G. (2020) Pengaruh Pemberian Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan Ikan (*Oreochromis niloticus*). *Journal MARLIN*, 1(2), pp. 91-96.
- ASTUTI, D.A., BECKER, K. and RITCHER, N. (2012) Energy and protein balance of Nile tilapia fed with moringa and mulberry leaves. *JPHPI*, 15(1), pp. 71-79.
- AZAZA, M.S., SAIDI, S.A., DHRAIEF, M.N. and EL-FEKI, A. (2020) Growth performance, nutrient digestibility, hematological parameters, and hepatic oxidative stress response in juvenile Nile tilapia, *oreochromis niloticus*, fed carbohydrates of different complexities. *Animals*, 10(10), pp. 1-16. <https://doi.org/10.3390/ani10101913>.
- BINALSHIKH-ABUBKR, T., HANAFIAH, M.M. and DAS, S.K. (2021) Proximate chemical composition of dried shrimp and tilapia waste bioflocs produced by two drying methods. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(2), pp. 1-16. <https://doi.org/10.3390/jmse9020193>.
- ELABD, H., SOROR, E., EL-ASELY, A., EL-GAWAD, E. A. and ABBASS, A. (2019) Dietary supplementation of Moringa leaf meal for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: Effect on growth and stress indices. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(3), pp. 265-271. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2019.05.009>.
- EL-SAYED, A.F.M. (2006) *Tilapia culture*. CABI Publishing.
- FAISAL, M., HUSSAIN, S.M., SARKER, P.K., ALI, S., AL-GHANIM, K.A. and YOUSAF, Z. (2024) Utilization of *Moringa oleifera* leaf meal as a protein source in diets for *Cirrhinus mrigala*: effects on growth, body composition,

- and hematology. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1405614>.
- HALVER, J.E. and HARDY, R.W. (2002) *Fish Nutrition (Third Edition)*. Academic Press.
- HELMIATI, S., RUSTADI, R., ISNANSETYO, A. and ZULPRIZAL, Z. (2020) Evaluasi Kandungan Nutrien dan Antinutrien Tepung Daun Kelor Terfermentasi sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(2), p. 149. <https://doi.org/10.22146/jfs.58526>.
- HERDIYANTI, A.N., NURSYAM, H. and EKAWATI, A. W. (2018) Proximate Composition of Some Common Alternative Flour as Fish Feed Ingredient. *The Journal of Experimental Life Sciences*, 8(3), pp. 207-210. <https://doi.org/10.21776/ub.jels.2018.008.03.12>.
- KANTJA, I.N., NOPRIANI, U. and PANGLI M. (2022) Uji Kandungan Nutrisi Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) sebagai pakan ternak. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani*, 1(1), pp. 1-7.
- KKP (2024) *Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2024*. Jakarta: Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- MADALLA, N., AGBO, N.W. and JAUNCEY, K. (2013) Evaluation of Aqueous Extracted Moringa Leaf Meal as a Protein Source for Nile Tilapia Juveniles. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, 12(1), pp. 53-64.
- MARDIANA, TANTU, G. and NURDIANA, R. (2023) Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Pakan Buatan Terhadap Performa Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), pp. 22-41.
- MASLANG, MALIK, A.A. and SAHABUDDIN (2018) Substitusi Pakan Tepung Daun Kelor Terhadap Ikan Nila. *Jurnal Galung Tropika*, 7(2), pp. 132-138. <https://doi.org/10.31850/jgt.v7i2.363>.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) (2011) *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13039>.
- NG, W.K. and ROMANO, N. (2013) A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. *Reviews in Aquaculture*, 5(4). <https://doi.org/10.1111/raq.12014>.
- OLIVEIRA, J.T.A., SILVEIRA, S.B., VASCONCELOS, I.M., CAVADA, B.S. and MOREIRA, R.A. (1999) Compositional and nutritional attributes of seeds from the multiple purpose tree *Moringa oleifera* Lamareck. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(6), pp. 815-820. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990501\)79:6%3C815::AID-JSFA290%3E3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990501)79:6%3C815::AID-JSFA290%3E3.0.CO;2-P).
- PATEL, P., PATEL, N., PATEL, D., DESAI, S. and MESH-RAM, D. (2014) Phytochemical analysis and antifungal activity of *Moringa oleifera*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(5), pp. 144-147.
- PRATIWI, Y.S., HANDAYANI, S., ZULFIANA, Y. and YU-
 NIKA, R.P. (2024) Proximate and Phytochemical Analysis of Moringa Leaf Flour as an Effort to Increase Breast Milk. *JKM (Jurnal Kebidanan Malahayati)*, 10(7), pp. 735-741. <https://doi.org/10.33024/jkm.v10i7.16112>.
- PUTRA, A.N., MAULA, I.M., ARYATI, A., SYAMSU-NARNO, M.B. and MUSTAHAL, M. (2020) Evaluasi Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) yang dihidrolisis Cairan Rumen Domba sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(2), pp. 133-140. <https://doi.org/10.22146/jfs.57468>.
- PUTRA, A.N., NINGSIH, C.W., NURANI, F.S., MUSTA-HAL and INDARYANTO, F.R. (2018) Evaluasi Fermentasi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), pp. 104-113.
- PUTRI, M.S., SYAFITRI, Y. and TALITHA, Z.A. (2025) Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Karakteristik Sensori dan Kimia Nugget Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *METANA*, 21(1), pp. 9-20. <https://doi.org/10.14710/metana.v21i1.65225>.
- RAHMAN, MD.H., ALAM, M. A., FLURA, MONIRUZZA-MAN, MD., SULTANA, S., ISLAM, MD. R. and TALUKDAR, A. (2023) Alternative protein sources as a replacement of fish meal in the diet of *Oreochromis niloticus*: A review. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 8(3), pp. 442-451. <https://doi.org/10.26832/24566632.2023.0803024>.
- RANE, M.A., PERUNGGU, M. and NALLE, C.L. (2021) Evaluation of Nutrient Composition of Moringa Leaf Meal from Different Location in East Nusa Tenggara, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 9(2), pp. 231-245. <https://doi.org/10.23960/jipt.v9i2.p231-245>.
- SHI, H., SU, B., CHEN, X. and PIAN, R. (2020) Solid state fermentation of *Moringa oleifera* leaf meal by mixed strains for the protein enrichment and the improvement of nutritional value. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.10358>.
- YOSELANDA, R.P. and JUNIARTI, M. (2024) *Transformasi Pakan: Inovasi dan Teknologi untuk Masa Depan Peternakan*. Jakarta: CV. Eureka Media Aksara.
- YUNITA, L., RAHMIATI, B.F., NAKTIANY, W.C., LASTYANA, W. and JAUHARI, M.T. (2022) Analisis Kandungan Proksimat Dan Serat Pangan Tepung Daun Kelor dari Kabupaten Kupang Sebagai Pangan Fungsional. *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, 3(2), pp. 44-49. <https://doi.org/10.30812/nutriology.v3i2.2454>.
- ZHONG, Y.F., SHI, C.M., ZHOU, Y. LANG, CHEN, Y.J., LIN, S.M. and TANG, R. J. (2020) Optimum dietary fiber level could improve growth, plasma biochemical indexes and liver function of largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture*, 518. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734661>.