

Pemanfaatan Tepung Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L) yang Difermentasi Menggunakan *Rhizopus* sp dalam Pakan Benih Ikan Patin (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Utilization of Noni Leaf Flour (Morinda citrifolia L) Fermented Using Rhizopus sp. in Striped Catfish Seed Feed (Pangasianodon hypophthalmus)

Febri Samuel L G^{1*}, Indra Suharman¹, Desi Rahmadani Siagian¹,

¹Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,
Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia
email: febri.samuel.l.g0238@student.unri.ac.id

(Diterima/Received: 13 September 2025; Disetujui/Accepted: 11 Oktober 2025)

ABSTRAK

Daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L) merupakan sumber protein nabati yang menjanjikan untuk pakan ikan karena kandungan protein kasarnya yang tinggi, berkisar antara 15% hingga 22,11%. Namun, karena kandungan serat kasar yang tinggi pada daun mengkudu, hal ini dapat mengurangi daya cerna nutrisi. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan untuk meningkatkan kualitas daun mengkudu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tepung daun mengkudu yang difermentasi dengan *Rhizopus* sp dalam pakan untuk meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan patin. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL). Lima jenis pakan diformulasikan mengandung 35% protein, dengan pakan P0 yang mengandung 100% tepung kedelai (pakan kontrol), dan pakan P1, P2, P3, dan P4 yang menggantikan tepung kedelai dengan tepung fermentasi daun mengkudu (TFDM) masing-masing pada tingkat 25%, 50%, 75%, dan 100%. Benih ikan patin (dengan rata-rata berat tubuh 3,15 - 3,42 g) ditebar dalam keramba jaring apung berukuran 1 × 1 × 1 (m) dengan kepadatan 30 ikan per keramba. Pakan percobaan diberikan sebanyak 10% dari biomassa ikan uji dengan frekuensi tiga kali sehari pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB, selama 56 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan TFDM dalam pakan berpengaruh nyata terhadap efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan patin. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan TFDM sebanyak 75% dapat menggantikan tepung kedelai dalam pakan ikan patin, dengan pencernaan pakan (59,32%), pencernaan protein (81,05%), retensi protein (25,29%), efisiensi pakan (43,34%), dan laju pertumbuhan spesifik (3,62%).

Kata Kunci: Efisiensi Pakan, Ikan Patin, Pertumbuhan, *Rhizopus* sp

ABSTRACT

Noni leaves (*Morinda citrifolia* L) are a promising source of plant protein for fish feed due to their high crude protein content, ranging from 15% to 22.11%. However, due to the high crude fibre content in noni leaves, this can reduce the digestibility of nutrients. Therefore, processing is needed to improve the quality of noni leaves. This study aims to determine the effect of using noni leaf flour fermented with *Rhizopus* sp. in feed to improve feed efficiency and growth of striped catfish. This study used an experimental method with a complete randomized design (CRD). Five types of feed were formulated to contain 35% protein, with feed P0 containing 100% soybean flour (control feed), and feed P1, P2, P3, and P4 replacing soybean flour with fermented noni leaf flour (TFDM) at the levels of 25%, 50%, 75%, and 100%, respectively. Striped catfish (with an average body weight of 3.15 - 3.42 g) were stocked in 1 × 1 × 1 (m) floating net cages at 30 fish per cage density. The experimental feed was given as 10% of the biomass of the test fish with a frequency of three times a day at 08.00, 12.00, and 16.00 WIB for 56 days. The results showed that the use of TFDM in feed significantly affected feed efficiency and striped catfish growth. Based on the results, it can be

concluded that the use of TFDM as much as 75% can replace soybean flour in striped catfish feed, with feed digestibility (59.32%), protein digestibility (81.05%), protein retention (25.29%), feed efficiency (43.34%), and specific growth rate (3.62%).

Keywords: Feed Efficiency, Striped Catfish, Growth, *Rhizopus* sp

1. Pendahuluan

Ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar unggulan yang memiliki nilai ekonomi tinggi, pertumbuhan cepat, serta kandungan gizi yang baik seperti protein sebesar 68,6% dan asam lemak tidak jenuh yang bermanfaat bagi kesehatan (Djauhari *et al.*, 2022; Fallo *et al.*, 2023). Permintaan pasar yang tinggi terhadap ikan patin mendorong peningkatan produksi melalui efisiensi dalam kegiatan budidaya, salah satunya efisiensi pakan (Ihwan *et al.*, 2021; Sushanty *et al.*, 2017). Pakan menyumbang sekitar 70% dari total biaya produksi, dan penggunaan bahan impor seperti tepung kedelai memperbesar biaya tersebut (Dossou *et al.*, 2018). Oleh karena itu, pencarian sumber bahan baku lokal yang murah, mudah ditemukan, dan bernutrisi baik menjadi prioritas untuk menekan biaya pakan (Wardono & Prabakusuma, 2017).

Salah satu bahan baku lokal potensial adalah daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang mengandung protein sekitar 15–20% (Julia *et al.*, 2020) dan senyawa aktif seperti xeronin yang berfungsi membantu penyerapan makanan di usus (Alam *et al.*, 2017). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan tepung daun mengkudu terfermentasi pada pakan beberapa spesies ikan, seperti ikan bawal, nila, dan sidat, mampu meningkatkan laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, dan pencernaan pakan (Cholifah *et al.*, 2012). Hasil tersebut menunjukkan bahwa daun mengkudu berpotensi besar untuk digunakan dalam formulasi pakan ikan, termasuk ikan patin.

Namun, tantangan utama dalam pemanfaatan daun mengkudu adalah kandungan serat kasar yang tinggi, mencapai 22,12%, yang sulit dicerna oleh ikan karena mengandung lignoselulosa (Berek *et al.*, 2022). Untuk mengatasi masalah ini, fermentasi menjadi solusi efektif karena mampu menurunkan kadar serat kasar serta meningkatkan nilai gizi bahan pakan. Fermentasi mengubah senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga meningkatkan

kecernaan dan ketersediaan nutrisi (Adelina *et al.*, 2012). Dengan demikian, fermentasi menjadi metode potensial untuk meningkatkan kualitas daun mengkudu sebagai bahan baku pakan alternatif.

Rhizopus sp merupakan salah satu mikroorganisme yang umum digunakan dalam fermentasi karena mampu menghasilkan enzim-enzim seperti protease, amilase, pektinase, dan lipase yang membantu dalam perombakan senyawa kompleks (Endrawati & Kusumaningtyas, 2017). Selain itu, kapang ini juga menghasilkan enzim fitase dan berbagai vitamin larut air seperti B12 dan niasin, yang dapat meningkatkan nilai gizi bahan fermentasi (Sine & Soetarto, 2018). Hasil fermentasi menggunakan *Rhizopus* sp menjadikan daun mengkudu lebih mudah dicerna dan memiliki aroma serta rasa yang lebih baik, sehingga menjanjikan untuk digunakan sebagai alternatif pengganti tepung kedelai dalam pakan ikan patin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan tepung daun mengkudu yang difermentasi *Rhizopus* sp dalam pakan untuk meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan patin.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2024. Persiapan bahan pakan dan pembuatan pakan uji dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Analisis proksimat pakan ikan uji dilakukan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau. Analisis pencernaan pakan dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

2.2. Prosedur

Pembuatan Tepung Daun Mengkudu

Tahapan awal dalam pembuatan tepung daun mengkudu, yaitu pemanenan daun mengkudu. Daun yang digunakan adalah daun yang berwarna hijau muda. Kemudian daun dicuci bersih, lalu daun direndam selama satu

malam (12 jam) untuk menghilangkan anti nutrisi yang terkandung dalam daun mengkudu (Alam *et al.*, 2017). Setelah perendaman, daun mengkudu diiris kecil-kecil dan di keringkan menggunakan cahaya matahari hingga daun berwarna kecoklatan dan tekstur daun rapuh. Selanjutnya daun dihaluskan menggunakan blender, lalu diayak untuk mendapatkan tepung dengan partikel yang halus. Dari satu 1 kg daun mengkudu basah menghasilkan sekitar 0,2 kg tepung daun mengkudu kering.

Pembuatan Fermentasi Tepung Daun Mengkudu

Proses pengolahan daun mengkudu menjadi bahan baku pakan ikan dilakukan melalui tahapan inaktivasi antinutrisi dan fermentasi. Tepung daun mengkudu yang telah dihaluskan dikukus selama 20 menit untuk menurunkan kandungan antinutrisi yang dapat mengganggu proses metabolisme ikan (Nikhilani *et al.*, 2022). Sebelum dikukus, tepung daun mengkudu dicampur dengan air dengan perbandingan 1:1. Setelah pengukusan, bahan didinginkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian difermentasi menggunakan *Rhizopus* sp. sebanyak 15% dari berat bahan. Proses fermentasi dilakukan dengan cara mencampur starter secara merata, lalu bahan dimasukkan ke dalam wadah plastik berlubang untuk menciptakan kondisi aerob dan dibiarkan selama 48 jam. Fermentasi yang berhasil ditandai dengan munculnya hifa-hifa jamur, perubahan warna menjadi kecoklatan, munculnya aroma khas fermentasi, serta tekstur yang lembab (Julia *et al.*, 2020). Untuk menghentikan aktivitas mikroorganisme, bahan hasil fermentasi kemudian dikukus kembali selama 15 menit, dijemur hingga kering di bawah sinar matahari, dan dihaluskan kembali hingga siap digunakan dalam formulasi pakan ikan.

Tabel 1. Nilai Kecernaan Pakan (%)

Ulangan	Perlakuan Substitusi TK oleh TFDM (%)				
	P0 (0)	P1 (25)	P2 (50)	P3 (75)	P4 (100)
1	50,00	50,98	51,46	60,32	52,38
2	52,38	51,46	52,38	58,33	52,38
Rata-rata	51,19 ± 1,68 ^a	51,22 ± 0,34 ^a	51,92 ± 0,65 ^a	59,32 ± 1,41 ^b	52,38 ± 0,00 ^a

Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai kecernaan pakan tertinggi ditemukan pada perlakuan P3, yaitu 59,32 ± 1,41%, sementara yang terendah terdapat pada perlakuan P0 (penggunaan 0% TFDM), yaitu 51,19 ± 1,68%.

Proses Pembuatan Pakan

Kandungan protein pada pakan buatan sebesar 35% sangat disarankan untuk pertumbuhan ikan patin yang optimal (Rahardja *et al.*, 2011). Bahan-bahan ditimbang sesuai dengan formulasi, kemudian bahan dicampurkan dari bahan yang paling terkecil hingga yang terbesar bertujuan agar bahan tercampur secara homogen. Bahan yang telah tercampur ditambahkan air secara perlahan hingga membentuk adonan yang dapat dibentuk menjadi gumpalan. Kemudian pakan dicetak menggunakan mesin pencetak pellet dan pakan dikeringkan dengan dibawah sinar matahari selama 1-2 hari

2.3. Analisis Data

Data kecernaan pakan, kecernaan protein, efisinsi pakan, retensi protein, laju pertumbuhan spesifik, kelulushidupan dan kualitas air yang diperoleh pada penelitian ini akan disajikan dalam bentuk tabel. Untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan terhadap parameter yang diukur dilakukan analisa statistic dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Apabila nilai probabilitas ($P < 0,05$) maka ada pengaruh pakan terhadap parameter yang diukur. Untuk mengetahui perbedaan antara tiap perlakuan, maka dilakukan uji lanjut, yaitu uji Student Newman Keuls. Sedangkan data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan Kecernaan Pakan

Nilai kecernaan pakan menunjukkan komposisi nutrisi yang dapat diserap dan digunakan untuk pertumbuhan serta hasil metabolisme yang dibuang (Andriani *et al.*, 2018). Data perhitungan kecernaan pakan disajikan pada Tabel 1.

Nilai kecernaan pakan tertinggi dalam penelitian ini diperoleh pada perlakuan P3 sebesar 59,32 ± 1,41%. Hal ini disebabkan karena proses fermentasi menggunakan *Rhizopus* sp menghasilkan enzim protease,

amilase, dan lipase yang berperan dalam pemecahan nutrisi kompleks menjadi bentuk sederhana sehingga mempermudah proses penyerapan nutrisi oleh ikan (Adelina *et al.*, 2021). Enzim-enzim tersebut berperan masing-masing dalam menghidrolisis protein menjadi asam amino, pati menjadi glukosa, dan lemak menjadi asam lemak serta gliserol. Dengan tersedianya senyawa-senyawa sederhana dalam pakan, maka penyerapan nutrisi oleh saluran pencernaan ikan patin meningkat, yang berdampak pada efisiensi pakan dan pertumbuhan yang optimal.

Selain itu, *Rhizopus* sp juga menghasilkan enzim selulase yang mampu mengurai serat kasar pada daun mengkudu. Serat kasar yang terurai menjadikan pakan lebih mudah dicerna oleh ikan (Marzuqi, 2015). Pakan dengan serat kasar rendah lebih mudah diserap, dan nutrisi yang terkandung dapat dimanfaatkan secara maksimal, sedangkan kelebihan serat atau karbohidrat menyebabkan rendahnya pencernaan (Danu *et al.*, 2015). Hal ini terlihat pada perlakuan P4 yang menggunakan TFDM 100%, dimana kandungan karbohidrat (BETN) cukup tinggi yaitu 47,12% dan menyebabkan nilai pencernaan menurun. Ikan umumnya tidak memiliki cukup enzim untuk mencerna karbohidrat kompleks, sehingga menyebabkan tingginya ekskresi nutrisi dalam feses (Marzuqi & Anjusary, 2013).

Pakan kontrol (P0) memiliki nilai pencernaan terendah karena tidak mengandung tepung daun mengkudu fermentasi sehingga

tidak tersedia enzim hasil fermentasi yang mampu menyederhanakan struktur nutrisi kompleks. Kandungan serat kasar yang tinggi juga menghambat penyerapan nutrisi dalam saluran pencernaan ikan (Kirimi *et al.*, 2023). Beberapa faktor lain yang mempengaruhi pencernaan pakan termasuk ukuran ikan, komposisi pakan, jumlah pakan yang dikonsumsi, dan fisiologi pencernaan ikan (Haetami & Sukaya, 2005). Selain itu, keberadaan mikroba usus juga turut mempengaruhi kemampuan ikan dalam mencerna pakan berserat tinggi.

Meskipun nilai pencernaan dalam penelitian ini tergolong rendah dibandingkan penelitian lain, misalnya oleh Alam *et al.* (2017) sebesar 78,86% pada ikan bawal dengan pakan daun mengkudu terfermentasi 20%, atau Julia *et al.* (2020) sebesar 77,68% pada ikan nila, hasil ini tetap menunjukkan potensi penggunaan TFDM sebagai bahan substitusi parsial pakan ikan patin. Penurunan nilai pencernaan pada tingkat penggantian tepung kedelai yang terlalu tinggi mengindikasikan perlunya optimasi formulasi agar kandungan nutrisi tetap seimbang dan mudah diserap oleh ikan.

Kecernaan Protein

Kecernaan protein merupakan jumlah protein pakan yang diserap oleh tubuh ikan dan tidak dikeluarkan menjadi feses (Wardani *et al.*, 2017). Data pencernaan protein disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kecernaan Protein (%)

Ulangan	Perlakuan Substitusi TK oleh TFDM (%)				
	P0 (0)	P1 (25)	P2 (50)	P3 (75)	P4 (100)
1	68,21	75,30	75,76	81,52	76,26
2	69,75	76,38	76,10	80,58	77,08
Rata-rata	68,98 ± 1,09 ^a	75,84 ± 0,76 ^b	75,93 ± 0,24 ^b	81,05 ± 0,66 ^c	76,67 ± 0,58 ^b

Nilai pencernaan protein tertinggi pada Tabel 2 juga ditemukan pada perlakuan P3 yaitu mencapai 81,05 ± 0,66%, sementara yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol (P0), yaitu 68,98 ± 1,09%. Nilai pencernaan protein tertinggi diperoleh pada perlakuan P3, yang disebabkan oleh penggunaan *Rhizopus* sp dalam proses fermentasi tepung daun mengkudu. Fermentasi ini tidak hanya meningkatkan nilai protein pakan, tetapi juga menghasilkan enzim pencernaan seperti protease yang dapat menghidrolisis protein

menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh ikan (Endrawati & Kusumaningtyas, 2017). Proses hidrolisis ini meningkatkan ketersediaan asam amino esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, sekaligus menurunkan senyawa kompleks seperti serat kasar yang dapat menghambat penyerapan nutrisi. Hal ini sejalan dengan Marzuqi & Anjusary (2013), menyatakan bahwa peningkatan kadar protein dalam pakan cenderung meningkatkan nilai pencernaan protein.

Pada perlakuan P4, nilai pencernaan protein mengalami penurunan, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P2. Penurunan ini diduga karena keterbatasan fisiologis benih ikan patin dalam mencerna pakan yang mengandung bahan nabati tinggi, termasuk serat kasar yang relatif sulit diuraikan (Silalahi *et al.*, 2022). Kandungan karbohidrat dan serat kasar yang tinggi dalam pakan juga berkontribusi terhadap rendahnya efisiensi penyerapan protein.

Pakan kontrol (P0) menunjukkan nilai pencernaan protein terendah (rata-rata 68,98%). Rendahnya nilai ini disebabkan tidak adanya proses fermentasi pada bahan pakan, sehingga tidak tersedia enzim-enzim fermentatif yang dapat menyederhanakan struktur protein kompleks (Handajani, 2011). Selain itu, kandungan serat kasar yang tinggi pada pakan P0 turut menghambat efisiensi penyerapan protein. Menurut Munir *et al.* (2015), fermentasi bahan pakan dengan mikroorganisme dapat meningkatkan kualitas pakan karena menghasilkan enzim yang mampu mengubah senyawa kompleks menjadi

senyawa yang lebih sederhana dan mudah diserap.

Secara umum, nilai pencernaan protein dalam penelitian ini tergolong tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Silalahi *et al.* (2022) yang melaporkan pencernaan protein sebesar 78,50% pada pakan ikan patin dengan fermentasi daun pepaya 20%. Namun demikian, nilainya masih lebih rendah dibandingkan penelitian Nazar *et al.* (2024), yang melaporkan pencernaan protein sebesar 85,39% pada pakan berbahan fermentasi tepung bulu ayam sebanyak 22,5%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa jenis bahan baku, jenis mikroorganisme fermentatif, dan kadar substitusi berpengaruh signifikan terhadap nilai pencernaan protein dalam formulasi pakan ikan.

Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk melihat kemampuan benih ikan patin dalam memanfaatkan pakan percobaan yang diberikan. Data perhitungan efisiensi pakan selama penelitian disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Efisiensi Pakan Benih Ikan Patin

Ulangan	Perlakuan Substitusi TK oleh TFDM (%)				
	P0 (0)	P1 (25)	P2 (50)	P3 (75)	P4 (100)
1	29,17	32,99	35,84	42,54	36,47
2	28,49	32,88	36,23	44,33	35,64
3	27,45	32,69	34,94	43,14	37,77
Rata-rata	28,37 ± 0,87 ^a	32,85 ± 0,15 ^b	35,67 ± 0,66 ^c	43,34 ± 0,91 ^d	36,62 ± 1,07 ^c

Tabel 3, nilai efisiensi pakan tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 yaitu sebesar 43,34 ± 0,91%, sedangkan nilai efisiensi pakan terendah terdapat pada perlakuan P0 yaitu sebesar 28,37 ± 0,87%. Efisiensi pakan tertinggi dalam penelitian ini diperoleh pada perlakuan P3. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi pakan pada perlakuan tersebut merupakan yang terbaik karena mampu dicerna dan dimanfaatkan secara optimal oleh ikan patin. Penambahan *Rhizopus* sp. dalam proses fermentasi tepung daun mengkudu menghasilkan enzim seperti protease, amilase, dan lipase yang berperan penting dalam menyederhanakan senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap (Radiati & Sumarto, 2015). Enzim-enzim ini meningkatkan efisiensi pencernaan dan serapan nutrisi, sehingga lebih banyak energi

dan protein yang digunakan untuk pertumbuhan dibandingkan untuk metabolisme lain (Xu *et al.*, 2022).

Hubungan antara pencernaan dan efisiensi pakan bersifat linier; semakin tinggi nilai pencernaan, semakin besar efisiensi pemanfaatan nutrisi (Afrianto & Liviawaty, 2009). Kurniawan *et al.* (2022) menambahkan bahwa efisiensi pakan juga sangat ditentukan oleh kemampuan fisiologis ikan dalam mencerna pakan serta preferensinya terhadap pakan yang diberikan. Efisiensi pakan pada perlakuan P4 mengalami penurunan dibandingkan dengan P3, meskipun tidak berbeda nyata secara statistik. Penurunan ini disebabkan oleh penggunaan TFDM (Tepung Fermentasi Daun Mengkudu) secara penuh yang menurunkan palatabilitas dan konsumsi pakan, sehingga menurunkan efisiensi. Hal ini

sesuai dengan Mundheim *et al.* (2004), menyatakan bahwa penggunaan sumber protein nabati tingkat tinggi dapat menurunkan daya cerna dan efisiensi pakan.

Pakan P0 memiliki efisiensi terendah karena tidak mengandung TFDM, sehingga tidak tersedia enzim fermentatif untuk membantu pencernaan. Kandungan serat kasar yang tinggi dalam pakan juga memperburuk efisiensi penyerapan nutrisi (Gunadi *et al.*, 2010). Nilai efisiensi pakan yang rendah ini berkorelasi langsung dengan rendahnya pencernaan pakan. Menurut Mangkapa *et al.* (2002), efisiensi pakan yang baik minimal berada di atas 25%; pada penelitian ini nilai efisiensi pakan berkisar antara 28,37% hingga 43,34%, yang tergolong cukup baik.

Dibandingkan penelitian sebelumnya, efisiensi pakan yang diperoleh lebih tinggi dari hasil penelitian Julia *et al.* (2020) pada ikan

nila (34,96%) dan Alam *et al.* (2017) pada ikan bawal (30,60%) yang menggunakan fermentasi daun mengkudu. Namun, nilai efisiensi ini masih lebih rendah dibandingkan hasil Silalahi *et al.* (2022) sebesar 52,46% menggunakan fermentasi daun pepaya, dan jauh di bawah hasil Nazar *et al.* (2024) sebesar 83,59% dengan fermentasi tepung bulu ayam. Hal ini menunjukkan bahwa jenis bahan fermentasi dan dosis penggunaannya sangat memengaruhi efisiensi pakan dalam formulasi pakan ikan.

Retensi Protein

Retensi protein adalah persentase perbandingan antara jumlah protein yang disimpan dalam tubuh ikan dengan jumlah protein yang diberikan melalui pakan. Data retensi protein dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Retensi Protein Benih Ikan Patin

Ulangan	Perlakuan Substitusi TK oleh TFDM (%)				
	P0 (0)	P1 (25)	P2 (50)	P3 (75)	P4 (100)
1	15,36	17,80	20,22	25,34	21,73
2	15,41	17,75	20,22	25,28	20,33
3	13,93	17,38	19,56	25,26	21,89
Rata-rata	14,90 ± 0,84 ^a	17,64 ± 0,23 ^b	20,00 ± 0,38 ^c	25,29 ± 0,04 ^e	21,31 ± 0,86 ^d

Tabel 4 dilihat bahwa nilai retensi protein pada setiap perlakuan berkisar antara 14,90% hingga 25,29%. Retensi protein tertinggi ditemukan pada perlakuan P3 yaitu 25,29 ± 0,04%, sementara yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol P0, yaitu 14,90 ± 0,84%. Retensi protein tertinggi diperoleh pada perlakuan P3, yang menggunakan TFDM sebanyak 75% dalam formulasi pakannya. Tingginya nilai ini menunjukkan bahwa protein dalam pakan mampu diserap dan dimanfaatkan secara efisien oleh ikan patin untuk sintesis jaringan tubuh. Hal ini didukung oleh keberadaan enzim pencernaan yang dihasilkan dari proses fermentasi, seperti protease, amilase, dan lipase, yang membantu memecah senyawa kompleks menjadi bentuk lebih sederhana dan mudah diserap (Radiati & Sumarto, 2015).

Menurut Yulindra *et al.* (2022), jika kebutuhan energi ikan telah terpenuhi dari sumber lain seperti karbohidrat dan lemak, maka protein dari pakan dapat digunakan secara maksimal untuk pembentukan jaringan tubuh, bukan untuk energi. Tingginya nilai

kecernaan dan efisiensi pakan pada perlakuan P3 memperkuat dugaan bahwa pakan ini memberikan ketersediaan nutrisi optimal bagi ikan. Sukran *et al.* (2018) menyatakan bahwa efisiensi pemanfaatan protein sangat menentukan tingkat retensi protein dalam tubuh ikan.

Pakan pada P3 juga memiliki komposisi nutrisi yang seimbang sesuai kebutuhan ikan patin. Protein yang terkandung dalam pakan ini dapat diretensi secara maksimal karena didukung oleh kecernaan yang tinggi dan ketersediaan energi non-protein yang cukup (Danu *et al.*, 2015). Selain itu, Dani *et al.* (2005) menegaskan bahwa sintesis protein tubuh memiliki hubungan langsung dengan jumlah protein pakan yang dapat diserap dan dimetabolisme oleh ikan.

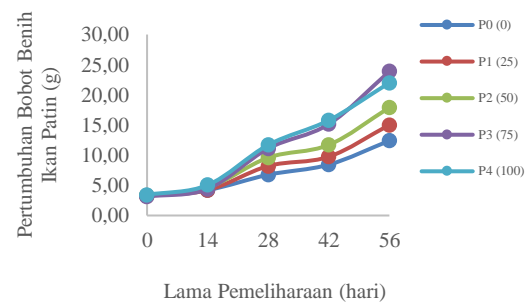
Sebaliknya, perlakuan P0 menunjukkan retensi protein terendah, yaitu sebesar 14,90%. Rendahnya nilai ini disebabkan oleh tidak digunakannya bahan pakan terfermentasi, sehingga pakan sulit dicerna dan nutrisi tidak dapat diserap secara optimal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Silalahi *et al.* (2022) bahwa

pakan tanpa proses fermentasi memiliki tingkat pencernaan yang rendah. Selain itu, palatabilitas pakan P0 diduga rendah karena tidak ada peningkatan aroma dari hasil fermentasi, yang berdampak pada konsumsi pakan oleh ikan (Andriani *et al.*, 2024). Tingginya kadar serat kasar pada pakan P0 juga turut memperburuk penyerapan protein (Kurniawan *et al.*, 2022).

Nilai retensi protein pada penelitian ini relatif rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Julia *et al.* (2020) melaporkan nilai retensi protein sebesar 33,35% pada penggunaan 30% tepung daun mengkudu pada ikan nila. Silalahi *et al.* (2022) melaporkan nilai yang lebih tinggi, yaitu 60,46% menggunakan fermentasi tepung daun pepaya pada ikan patin. Namun, hasil penelitian ini masih lebih tinggi dibandingkan dengan Raudah *et al.* (2018) yang memperoleh retensi protein sebesar 18,85% dengan pakan berbahan dasar tepung daun lamtoro gung terfermentasi sebanyak 75%.

Laju Pertumbuhan Spesifik

Pertumbuhan merupakan proses pertambahan panjang dan berat suatu organisme dalam satuan waktu (Ikhfanisa *et al.*, 2024). Pertumbuhan bobot benih ikan patin selama pemeliharaan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pertumbuhan Bobot Benih Ikan Patin

Gambar 1 menunjukkan bahwa penggunaan TFDM yang berbeda dalam pakan memperlihatkan pertumbuhan bobot yang berbeda pula selama pemeliharaan. Pada masa pemeliharaan 14 hari pertama, pertumbuhan benih ikan patin di setiap perlakuan masih stabil, hal ini dikarenakan benih ikan patin masih beradaptasi dengan pakan diberikan. Kemudian pertumbuhan benih ikan patin mengalami peningkatan yang signifikan dari hari ke-28 sampai akhir pemeliharaan. Hal ini disebabkan karena benih ikan patin dapat beradaptasi dengan pakan yang diberikan, sehingga pertumbuhannya meningkat. Data laju pertumbuhan spesifik benih ikan patin yang diperoleh selama penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Patin

Ulangan	Perlakuan Substitusi TK oleh TFDM (%)				
	P0 (0)	P1 (25)	P2 (50)	P3 (75)	P4 (100)
1	2,42	2,72	3,04	3,71	3,26
2	2,35	2,79	2,99	3,57	3,32
3	2,36	2,68	2,94	3,57	3,39
Rata-rata	2,38 ± 0,04 ^a	2,73 ± 0,06 ^b	2,99 ± 0,05 ^c	3,62 ± 0,08 ^e	3,32 ± 0,07 ^d

Tabel 5 dilihat bahwa laju pertumbuhan spesifik benih ikan patin selama penelitian berkisar antara 2,38-3,62±0,08%. Laju pertumbuhan spesifik tertinggi terdapat pada perlakuan P3 yaitu 3,62 ± 0,08%, dan yang terendah terdapat pada perlakuan P0, yaitu 2,38 ± 0,04%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik tertinggi diperoleh pada perlakuan P3, yaitu sebesar 3,62 ± 0,08%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan TFDM sebanyak 75% dalam pakan merupakan komposisi optimal untuk mendukung pertumbuhan benih ikan patin. Pertumbuhan ikan yang tinggi erat kaitannya dengan daya cerna pakan yang baik, retensi protein tinggi,

serta efisiensi pemanfaatan pakan yang optimal. Menurut Kurniasih *et al.* (2012), tingginya laju pertumbuhan ikan disebabkan oleh konsumsi pakan yang efisien, yang mampu menyediakan energi cukup untuk mendukung pertumbuhan tubuh ikan.

Fermentasi pada tepung daun mengkudu menghasilkan enzim-enzim seperti protease, amilase, dan lipase, yang memecah senyawa kompleks dalam bahan pakan menjadi senyawa sederhana seperti asam amino, glukosa, dan asam lemak. Proses ini meningkatkan pencernaan dan ketersediaan nutrisi pakan (Rachmawati *et al.*, 2024). Dengan demikian, protein dalam pakan dapat lebih banyak

diserap untuk sintesis jaringan tubuh. Yolanda *et al.* (2013) menyatakan bahwa nutrisi dalam pakan tidak hanya menjadi sumber energi, tetapi juga berfungsi untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan. Protein merupakan nutrisi utama yang dibutuhkan ikan dalam proses pertumbuhan (Nurfitasari *et al.*, 2020).

Penurunan laju pertumbuhan spesifik terjadi pada perlakuan P4, yang menggunakan TFDM sebanyak 100% sebagai pengganti tepung kedelai. Berdasarkan analisis proksimat, pakan P4 memiliki kandungan karbohidrat (BETN) tertinggi, yaitu sebesar 47,12%, yang menyebabkan penurunan efisiensi dan pencernaan pakan. Hal ini sejalan dengan pendapat Danu *et al.* (2015), bahwa kandungan karbohidrat yang terlalu tinggi dapat menurunkan pencernaan dan berakibat pada penurunan pertumbuhan ikan.

Laju pertumbuhan spesifik terendah dicapai pada perlakuan kontrol (P0), yaitu sebesar $2,38 \pm 0,04\%$. Rendahnya nilai ini mencerminkan kualitas pakan yang kurang baik, karena tidak mengandung bahan yang telah difermentasi, serta memiliki kadar serat kasar tinggi yang sulit dicerna. Efisiensi pakan yang rendah juga mengindikasikan rendahnya respon konsumsi ikan terhadap pakan tersebut, yang berdampak pada sedikitnya energi yang tersedia untuk pertumbuhan. Dani *et al.* (2005)

menegaskan bahwa pertumbuhan ikan ditentukan oleh jumlah protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan langsung oleh tubuh ikan. Pakan berkualitas baik akan meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan (Karimah & Samidjan, 2018).

Nilai laju pertumbuhan spesifik yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong tinggi jika dibandingkan dengan hasil Julia *et al.* (2020) yang melaporkan SGR sebesar 3,50% pada penggunaan 30% tepung daun mengkudu dalam pakan ikan nila, dan Nazar *et al.* (2024) yang melaporkan SGR sebesar 3,38% pada penggunaan fermentasi tepung bulu ayam sebanyak 22,50% dalam pakan ikan patin. Namun, nilai SGR dalam penelitian ini masih lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Silalahi *et al.* (2022) yang memperoleh SGR sebesar 5,52% pada penggunaan fermentasi tepung daun pepaya sebanyak 20% dalam pakan ikan patin.

Kelulushidupan

Pengamatan tingkat kelulushidupan benih ikan patin dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menghitung jumlah ikan yang mampu bertahan hidup dari awal hingga akhir pemeliharaan. Data kelulushidupan benih ikan patin selama penelitian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kelulushidupan Benih Ikan Patin

Ulangan	Perlakuan Substitusi TK oleh TFDM (%)				
	P0 (0)	P1 (25)	P2 (50)	P3 (75)	P4 (100)
1	93,33	96,67	96,67	100,00	100,00
2	96,67	96,67	93,33	90,00	90,00
3	90,00	93,33	93,33	93,33	93,33
Rata-rata	$93,33 \pm 3,34$	$95,56 \pm 1,93$	$94,44 \pm 1,93$	$94,44 \pm 5,09$	$94,44 \pm 5,09$

Tabel 6 dilihat bahwa kelulushidupan benih ikan patin selama penelitian berkisar antara 93,33% hingga 94,44%. Kelulushidupan tertinggi mencapai 94,44% pada perlakuan P2, P3, dan P4, sedangkan pada perlakuan P1 sebesar 95,56% dan yang terendah pada perlakuan P0, yaitu 93,33%. Tingkat kelulushidupan benih ikan patin selama pemeliharaan dalam penelitian ini berkisar antara 93,33% hingga 94,44%. Persentase ini menunjukkan hasil yang sangat baik, mengingat menurut kriteria yang dikemukakan oleh Andriana *et al.* (2019), tingkat kelulushidupan ikan dikategorikan baik apabila lebih dari 50%, sedang antara 30–50%, dan

rendah jika kurang dari 30%. Pernyataan serupa juga disampaikan oleh Ikhsanisa *et al.* (2024), menyatakan bahwa tingkat kelulushidupan di atas 90% mengindikasikan keberhasilan dalam sistem pemeliharaan dan pengelolaan pakan.

Tingginya kelulushidupan pada semua perlakuan, termasuk P1 hingga P4, menunjukkan bahwa penggunaan tepung daun mengkudu terfermentasi (TFDM) sebagai pengganti tepung kedelai tidak memberikan dampak negatif terhadap kelangsungan hidup ikan. Bahkan, pakan berbasis TFDM mampu menunjang kelangsungan hidup benih ikan patin secara optimal. Hal ini menegaskan

bahwa TFDM dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pakan yang layak dalam budidaya ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*).

Kelulushidupan ikan sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (biologis ikan). Menurut Armiah (2010), faktor eksternal mencakup kondisi abiotik seperti suhu, pH, oksigen terlarut, ketersediaan pakan, kepadatan populasi, serta adanya patogen atau predator. Sementara faktor internal meliputi umur, kondisi fisiologis, dan kemampuan adaptasi ikan terhadap lingkungan pemeliharaan.

Selain penggunaan pakan yang tepat, kelulushidupan yang tinggi dalam penelitian ini juga dipengaruhi oleh kualitas air yang

berada dalam kisaran optimal untuk budidaya ikan patin. Parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut selama pemeliharaan masih dalam batas yang sesuai untuk mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan. Juliana (2018) menyatakan bahwa ketersediaan pakan dan kondisi lingkungan perairan yang optimal merupakan dua faktor krusial dalam menentukan tingkat kelulushidupan ikan dalam sistem budidaya.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama pemeliharaan yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut. Data pengamatan kondisi kualitas air selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kualitas Air

Parameter	Kisaran			Nilai standard
	Awal	Pertengahan	Akhir	
Suhu (°C)	27,50	30,00	28,90	25 – 32 ^a
pH	6,25	7,00	5,95	5 – 9 ^a
DO (mg/L)	6,00	7,00	6,10	3 – 7 ^b

Keterangan: a: Putra *et al.* (2013), b: Mantuh *et al.* (2024).

Tabel 7 menunjukkan nilai kualitas air selama penelitian berada dalam kondisi yang mendukung untuk pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan patin. Suhu selama penelitian berkisar antara 27,50°C hingga 30,00°C. Putra *et al.* (2013) menyatakan bahwa perbedaan suhu yang tidak melebihi 10°C masih tergolong baik dan kisaran suhu yang baik untuk organisme di daerah tropis yaitu 25-32°C. Daelami (2001) menyatakan bahwa secara umum kisaran suhu yang baik bagi kepentingan budidaya ikan adalah 25–32°C, tetapi perubahan 5°C sudah dapat menyebabkan ikan stress.

Derajat keasaman (pH) merupakan kualitas air yang dapat mempengaruhi pertumbuhan benih ikan patin. Derajat keasaman selama penelitian berkisar antara 5,95- 7,00. Menurut Putra *et al.*, (2013), sebagian besar ikan dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan perairan yang mempunyai pH berkisar antara 5-9. Kemudian Boyd (1979) menambahkan bahwa kisaran pH yang baik untuk ikan yaitu antara 5,4 hingga 8,6.

Kandungan oksigen terlarut selama penelitian berkisar 6,00-7,00 mg/L. Kandungan oksigen terlarut yang ideal bagi

pertumbuhan benih ikan patin adalah 3-7 mg/L (Mantuh *et al.*, 2024). Thesiana & Pamukas (2015) menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang disarankan untuk kegiatan budidaya adalah > 5 mg/L.

Analisis Biaya

Analisis biaya pakan untuk setiap perlakuan dihitung berdasarkan komposisi bahan yang digunakan, dan rincian biaya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Biaya Pakan Benih Ikan Patin

Perlakuan (%)	Biaya (Rp/kg)
P0 (0)	18.115
P1 (25)	17.184
P2 (50)	16.254
P3 (75)	15.323
P4 (100)	14.392

Hasil analisis biaya menunjukkan bahwa pembuatan pakan di setiap perlakuan berkisar dari Rp 14.329/kg - Rp 18.115/kg. Biaya termurah terdapat pada perlakuan P4 yaitu Rp 14.329/kg dan biaya tertinggi terdapat pada perlakuan P0 yaitu Rp18.115/kg. Rendahnya biaya pakan pada perlakuan P4 disebabkan

karena tidak adanya penggunaan tepung kedelai yang harganya relatif mahal karna berasal dari impor dalam pelet, sehingga harganya lebih efisien. Sementara tingginya biaya pakan pada perlakuan P0 disebabkan karena persentase penggunaan tepung kedelai yang tinggi dalam pelet yang mana harga tepung kedelai relatif mahal karna masih berasal dari bahan impor. Sehingga biaya pembuatan pelet pada perlakuan P0 cukup tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung daun mengkudu yang difermentasi menggunakan *Rhizopus sp.* (TFDM) dalam pakan berpengaruh nyata terhadap efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan patin. Perlakuan terbaik diperoleh pada tingkat substitusi TFDM sebesar 75% (P3), dengan hasil pencernaan pakan 59,32%, pencernaan protein 81,05%, retensi protein 25,29%, efisiensi pakan 43,34%, laju pertumbuhan spesifik 3,62%, dan kelulushidupan 94,44%. Penggunaan TFDM terbukti dapat meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nutrisi dalam pakan, khususnya protein, melalui aktivitas enzim hasil fermentasi yang menyederhanakan senyawa kompleks. Dengan demikian, TFDM dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti sebagian besar tepung kedelai dalam formulasi pakan benih ikan patin hingga tingkat 75% tanpa menurunkan performa budidaya.

Daftar Pustaka

- Adelina, A., Boer, I., & Suharman, I. (2012). *Pakan Ikan Budidaya dan Analisis Formulasi*. Unri Press. Pekanbaru. 102 hlm.
- Adelina, A., Feliatra, F., Siregar, Y. I., Putra, I., & Suharman, I. (2021). Use of Chicken Feather Meal Fermented with *Bacillus subtilis* in Diets to Increase the Digestive Enzyme Activity and Nutrient Digestibility of Silver Pompano *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801). *F1000Research*, 10, 25.
- Afianto, E., & Liviawaty, E. (2009). *Pakan Ikan dan Pengembangannya*. Kanasius. Yogyakarta. 34 hlm.
- Alam, A. A., Adelina, A., & Heltonika, B. (2017). Pemanfaatan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) yang di Fermentasi sebagai Substitusi untuk Makanan Ikan Tambakan (*Colossoma macropomum*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 45(2): 1-11.
- Andriani, Y., & Pratama, R.I. (2024). Peningkatan Kualitas Limbah Bulu Ayam Sebagai Bahan Pakan Ikan dengan Metode Fermentasi Menggunakan Bakteri: Peningkatan Kualitas Limbah Bulu Ayam Sebagai Bahan Pakan Ikan dengan Metode Fermentasi Menggunakan Bakteri. *Journal of Fish Nutrition*, 4(2), 69-82.
- Andriani, Y., Setiawati, M., & Sunarno, M.T.D. (2018). Kecernaan Pakan dan Kinerja Pertumbuhan Yuwana Ikan Gurami, *Osphronemus goramy* Lacepede, 1801 yang diberi Pakan dengan Penambahan Glutamin. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 1-11.
- Andrila, R., Karina, S., & Arisa, I.I. (2019). Pengaruh Pemuaasaan Ikan Terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 4(3): 177-184.
- Berek, Y.S., Salosso, Y., & Lukas, A.Y.H. (2022). Penggunaan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang Difermentasi sebagai Pakan Tambahan dalam Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forsskal). *Jurnal Aquatik*: 5(2): 118-137.
- Boyd, C.E. (1979). *Water Quality in Warm Water Fish Ponds*. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama. 359 hlm.
- Cholifah, D., Febriani, M., Ekawati, A.W., & Risjani, Y. (2012). Pengaruh Penggunaan Tepung Silase Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*) dalam Formula Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) Stadia Elver. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 5(2): 93-107.
- Daelami, D.A.S. (2001). *Agar Ikan Sehat*. Penebar Swadaya. Jakarta. 80 hlm.

- Dani, N.P., Budiharjo, A., & Listyawati, S. (2005). Komposisi Pakan Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kandungan Protein Ikan Tawes (*Puntius javanicus* Blkr). *J. BioSMART*, 7(2): 83-90.
- Danu, R., Adelina, A., & Heltonika, B. (2015). *Pemanfaatan Fermentasi Daun Singkong (Manihot utilisima Pohl.) dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Gurami (Osphronemus gouramy Lac.)*. Universitas Riau.
- Djauhari, R., Sembiring, S.P., Monalisa, S.S., & Christiana, I. (2022). Karakterisasi Karaginan Pada Rumput Laut Merah Kinerja Pertumbuhan Benih Ikan Patin (*Pangasius* sp.) yang Diberi Ekstrak Umbi Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) dan Probiotik *Lactacaseibacillus paracasei*. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(2): 214-224.
- Dossou, S., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Dawood, M.A.O., & Basuini, M.F. (2018). Effect of Partial Replacement of Fish Meal by Fermented Rapeseed Meal on Growth, Immune Response, and Oxidative Condition of Red Sea Bream Juvenile, *Pagrus major*. *Aquaculture*, 490: 228-235.
- Endrawati, D., & Kusumaningtyas, E. (2017). Beberapa Fungsi *Rhizopus* sp. dalam Meningkatkan Nilai Nutrisi bahan pakan. *Jurnal Wartazoa*, 27(2): 81-88.
- Fallo, I.B., Linggi, Y., & Tjendanawangi, A. (2023). Laju Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hyphopthalmus*) yang Diberi Kombinasi Pakan Pelet dan Tepung Artemia (*Artemia salina*). *Jurnal Aquatik*, 6(1): 147-151.
- Gunadi, B., Febrianti, R., & Lamanto, L. (2010). Keragaman Kecernaan Pakan Tenggelam dan Terapung untuk Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan dan Tanpa Aerasi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 7 hlm.
- Haetami, K., & Sukaya, S. (2005). Evaluasi Kecernaan Tepung Azola dalam Ransum Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Bionatura*, 7(3): 225-233.
- Handajani, H. (2011). Optimalisasi Substitusi Tepung Azolla Terfermentasi Pada Ikan untuk Meningkatkan Produktivitas Ikan Nila Gift. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2): 177-181.
- Ihwan, I., Kurniaji, A., Usman, Z., Saridu, S. A., & Sulistiawati, A. (2021). Reproduksi Induk dan Pertumbuhan Larva Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Hasil Pemijahan secara Buatan Menggunakan Osyndel. *SEMAH Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 5(2), 54-67.
- Ikhfanisa, F., Rosyadi, R., & Hadi, K. (2024). Pemanfaatan Pakan Pasta Usus Ayam terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Jurnal Agroteknologi Agribisnis dan Akuakultur*, 4(1): 41-50.
- Julia, J., Suharman, I., & Adelina, A. (2020). Pemanfaatan Tepung Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L) yang Difermentasi Menggunakan *Rhizopus* sp. dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 1(1): 21-29.
- Juliana, J. (2018). Pengaruh Pembberian Pakan Buatan Menggunakan Limbah Kepala Udang terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Gurami (*Osphronemus guramy*). *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 1(1): 30-39.
- Karimah, U., & Samidjan, I. (2018). Performa Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) yang diberi Jumlah Pakan yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 128-135.
- Kirimi, J.G., Musalia, L.M., Magana, A., & Munguti, J.M. (2023). Nutrient Digestibility and Growth Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed on Oilseed Meals with Crude Papain Enzyme. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 3(1): 23-34.
- Kurniasih, T., Indira, F., Irma, M., & Zafril, I.A. (2012). Pemberian Ekstrak Enzim Kasar dari Cairan Rumen Domba pada Tepung Bungkil Kedelai Lokal dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan

- Ikan Nila. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7 (2): 247-256
- Kurniawan, R., Suharman, I., & Adelina, A. (2022). Pemanfaatan Tepung Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Difermentasi Menggunakan Cairan Rumen Sapi terhadap Pertumbuhan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 10(1): 31-41.
- Mangkapa, A., Lumenta, C., & Mokolensang, J.F. (2017). Efisiensi Pakan Bertepung Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) bagi Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus caprio* L.). *E-Journal Budidaya Perairan*, 5(3).
- Mantuh, Y., Restu, R., Setyani, D., & Yanto, H. (2024). Kelangsungan Hidup Bibit Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) pada Proses Pengangkutan dengan Pemberian Oksigen, EM-4 dan Minyak Cengkeh. *Jurnal Aplikasi Perikanan dan Pertanian Indonesia*, 1(1): 15-22.
- Marzuqi, M. (2015). *Pengaruh Kadar Karbohidrat dalam Pakan terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Aktivitas Enzim Amilase Pada Ikan Bandeng (Chanos chanos Forsskal)*. Udayana University Repository. 71 hlm
- Marzuqi, M., & Anjusary, D.N. (2013). Pencernaan Nutrisi Pakan dengan Kadar Protein dan Lipid yang Berbeda pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2): 311-323.
- Mundheim, H., Aksnes, A., & Hope, B. (2004). Growth, Feed Efficiency, and Digestibility in Salmon (*Salmo salar* L.) Fed Different Dietary Proportions of Vegetable Protein Sources in Combination with Two Fish Meal Qualities. *Aquaculture*, 237(1-4): 315-331.
- Munir, M., Sidik, R., & Mahasri, G. (2015). Peningkatan Nilai Nutrisi Pollard Melalui Fermentasi Ragi Tempe. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(1): 67-70.
- Nazar, M.A., Adelina, A., & Suharman, I. (2024). Utilization of Fermented Chicken Feather Flour Using *Rhizopus* sp in Feed on the Growth of Striped Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 29(1): 77-85.
- Nikhlani, A., Pagoray, H., & Sulistyawati, S. (2022). Bungkil Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Alternatif Pakan Buatan untuk Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 6(2): 26-33.
- Nurfitasari, I., Palupi, I.F., Sari, C.O., Munawaroh, S., Yuniarti, N.N., & Ujilestari, T. (2020). Respon Daya Cerna Ikan Nila terhadap Berbagai Jenis Pakan. *Nectar: Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(2): 21-28.
- Putra, I., Mulyadi, M., Niken, A.P., & Rusliadi, R. (2013). Peningkatan Kapasitas Produksi Akuakultur Pada Pemeliharaan ikan selais (*Ompok* sp) Sistem aquaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*.
- Rachmawati, D., Elfitasari, T., Chilmawati, D., & Yuniarti, T. (2024). The Effect of Phytase Enzyme in Feed on Growth Performance, Protein Digestibility, Feed Utilization Efficiency, Mineral Content, and Body Nutrient Composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 17(5): 2096-2108.
- Radiati, A., & Sumarto, S. (2015). Analisis Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, dan Kandungan Gizi pada Produk Tempe dari Kacang Non-kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(1).
- Rahardja, B.S., Sari, D., & Alamsjah, M.A. (2011). Pengaruh Penggunaan Tepung Daging Bekicot (*Achatina fulica*) pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan, Ratio, Konversi Pakan dan tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(1)
- Raudah, P., Suharman, I., & Alawi, H. (2018). Pemanfaatan Tepung Daun Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala*) yang Terfermentasi *Aspergillus niger* sebagai Protein Pengganti Tepung Kedelai dalam Pakan terhadap Pertumbuhan

- Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 23(2), 1-8
- Silalahi, M. A., Suharman, I., & Adelina, A. (2022). Pemanfaatan Fermentasi Tepung Daun Pepaya (*Carica papaya*) Menggunakan *Rhizopus* sp dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 10(1): 48-55
- Sine, Y., & Soetarto, E. S. (2018). Isolasi dan Identifikasi Kapang *Rhizopus* sp pada Tempe Gude (*Cajanus cajan* L.). *Savana Cendana*, 3(04): 67-68.
- Sukran, S.H., Suharman, I., & Adelina, A. (2018). Pengaruh Tepung Daun Lemna (*Lemna minor*) Fermentasi pada Pakan Formulasi terhadap Pertumbuhan Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*). *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(2):86-93.
- Sushanty, D.E., Fauziah, F., & Priadi, D.P. (2017). Strategi Pengembangan Usaha Budidaya Pembesaran Ikan Patin (*Pangasius* sp.) di Kecamatan Gandus Kota Palembang. *Jurnal Fishtech*, 6(2): 126-133.
- Thesiana, L., & Pamungkas, A. (2015). Uji Performansi Teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS) terhadap Kondisi Kualitas Air pada Pendederan Lobster Pasir *Panulirus homarus*. *Jurnal Kelautan Nasional*, 10(2):65-73.
- Wardani, R.E., Prayogo, P., & Agustono, A. (2017). Potensi Penambahan *Azolla* sp. dalam Formulasi Pakan Ikan Lele (*Clarias* sp.) terhadap Nilai Kecernaan Protein dan Kecernaan Energi Menggunakan Teknik Pembedahan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(2): 94-100.
- Wardono, B., & Prabakusuma, A. S. (2017). Analisis Usaha Pakan Ikan Mandiri (Kasus Pabrik Pakan Ikan Mandiri di Kabupaten Gunungkidul). *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 6(1): 73-83
- Xu, S. D., Zheng, X., Dong, X.J., Ai, Q.H., & Mai, K.S. (2022). Beneficial Effects of Phytase and/or Protease on Growth Performance, Digestive Ability, Immune Response, and Muscle Amino Acid Profile in Low Phosphorus and/or Low Fish Meal Gibel Carp (*Carassius auratus gibelio*) diets. *Aquaculture*, 555: 738157.
- Yolanda, S., Santoso, L., & Harpeni, E. (2013). Pengaruh Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Ikan Rucah terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(2): 95-100.
- Yulindra, A., Sukendi, S., & Aryani, N. (2022). Production Performance of Bronze Featherback (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) Reared with Different Stocking Densities and Types of Feed. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 5(1): 114-130