

**ANALISIS LIMBAH HATCHERY AYAM BROILER SEBAGAI SUMBER
PROTEIN PADA PAKAN BENIH
IKAN KARPER (*Cyprinus carpio*)**

**ANALYSIS OF BROILER HATCHERY WASTE
AS A PROTEIN SOURCE IN DIETS
FOR COMMON CARP (*Cyprinus carpio*) FINGERLINGS**

Sahrul Alim^{1*}, Dewi Putri Lestari¹, Romi Sanjaya¹

Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas
Pertanian, Universitas Mataram
Jl. Pendidikan No. 32, Mataram, NTB, 83115, Indonesia

*Korespondensi email: sahrulalim@unram.ac.id

ABSTRAK

Ikan karper (*Cyprinus carpio*) merupakan komoditas ikan air tawar bernilai ekonomis tinggi yang memerlukan pakan berkualitas untuk mendukung pertumbuhan benih. Pemanfaatan tepung limbah penetasan telur ayam sebagai sumber protein alternatif berpotensi menekan penggunaan tepung ikan dalam formulasi pakan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam terhadap performa pertumbuhan benih ikan karper. Penelitian dilaksanakan selama 50 hari pada Maret–Mei 2024 di Dinas Perikanan Kota Mataram, sedangkan analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan, yaitu substitusi tepung limbah penetasan telur ayam sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% terhadap tepung ikan. Benih berukuran 5–7 cm dipelihara pada kepadatan 15 ekor per wadah dan diberi pakan sebanyak 3% biomassa per hari. Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan spesifik (SGR), rasio konversi pakan (FCR), efisiensi pemanfaatan pakan (FE), tingkat kelangsungan hidup (SR), dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap SGR dan FE. Tepung limbah penetasan telur ayam berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber protein alternatif dalam formulasi pakan benih ikan karper.

Kata Kunci: Limbah penetasan telur ayam, ikan karper, protein

ABSTRACT

Common carp (*Cyprinus carpio*) is a freshwater aquaculture species with high economic value that requires high-quality feed to support optimal juvenile growth. The utilization of chicken hatchery waste meal as an alternative protein source has the potential to reduce the dependence on fish meal in feed formulations. This study aimed to evaluate the effect of fish meal substitution with chicken hatchery waste meal on the growth performance of common carp juveniles. The experiment was conducted for 50 days from March to May 2024 at the Mataram City Fisheries Service, while proximate analysis of the experimental diets was performed at the Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science, Faculty of Animal Science, University of Mataram. A Completely Randomized Design (CRD) consisting of five dietary treatments and three replications was applied. The treatments included fish meal substitution with chicken hatchery waste meal at levels of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. Juvenile common carp (5–7 cm in length) were stocked at a density of 15 fish per container and fed daily at 3% of total biomass. The observed parameters included specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), feed efficiency (FE), survival rate (SR), and water quality. The results showed that replacing fish meal with chicken hatchery waste meal significantly affected ($P < 0.05$) the specific growth rate (SGR) and feed efficiency (FE). These findings indicate that chicken hatchery waste meal has considerable potential as an alternative protein source in formulated diets for common carp juveniles.

Key words: Chicken hatchery waste, common carp, protein

PENDAHULUAN

Ikan karper (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan tingkat preferensi konsumsi yang luas di masyarakat, baik sebagai ikan konsumsi maupun ikan hias. Pengembangan budidaya ikan karper berperan dalam penyediaan sumber protein hewani, peningkatan kesejahteraan masyarakat, serta pembukaan peluang usaha di sektor perikanan. Dalam sistem budidaya, keberhasilan kegiatan pembenihan sangat penting karena menentukan ketersediaan benih berkualitas untuk kegiatan pendederan dan pembesaran (Ramadhan & Sari, 2019).

Pakan menjadi faktor utama dalam keberhasilan budidaya ikan karena berperan sebagai sumber energi dan nutrisi untuk pertumbuhan, metabolisme, serta kelangsungan hidup. Pakan yang baik harus mengandung komponen nutrisi esensial seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam proporsi seimbang. Protein merupakan komponen penting dalam pakan ikan karena berfungsi dalam pembentukan jaringan tubuh dan mendukung pertumbuhan. Namun, biaya pakan dalam kegiatan budidaya dapat mencapai 60-70% dari total biaya produksi sehingga diperlukan bahan baku alternatif yang lebih ekonomis dan tersedia secara berkelanjutan (Danu et al., 2015).

Sumber protein pakan ikan umumnya masih bertumpu pada tepung ikan. Tepung ikan memiliki kualitas nutrisi yang baik, kandungan asam amino esensial yang lengkap, dan daya cerna tinggi, tetapi harganya relatif mahal serta ketersediaannya sering menjadi kendala. Oleh karena itu, diperlukan sumber protein alternatif yang mampu menggantikan sebagian atau seluruh penggunaan tepung ikan tanpa menurunkan performa pertumbuhan ikan.

Salah satu bahan alternatif yang berpotensi digunakan adalah limbah penetasan telur ayam. Limbah penetasan termasuk bahan pakan nonkonvensional yang berasal dari industri peternakan ayam broiler dan terdiri atas cangkang telur, telur infertil, telur retak selama inkubasi, embrio mati, serta anak ayam yang gagal menetas (Yasin et al., 2018). Limbah ini masih memiliki kandungan nutrisi yang relatif tinggi, antara lain protein kasar, lemak, kalsium, fosfor, dan energi metabolisme, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan sumber protein dalam pakan ikan (Sumarsih et al., 2019).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan tepung limbah penetasan telur ayam dalam pakan ikan dapat memengaruhi efisiensi pemanfaatan pakan dan laju pertumbuhan spesifik. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai penggunaan tepung limbah penetasan telur ayam sebagai sumber protein pada pakan benih ikan karper perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, kelangsungan hidup, dan kualitas air selama pemeliharaan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 50 hari, terhitung dari bulan Maret sampai Mei 2024, bertempat di Dinas Perikanan Kota Mataram, Kec. Sayang-Sayang, Kab. Lombok Barat, NTB. Analisis proksimat pakan dilakukan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kontainer 45 L, aerasi, DO meter, pH meter, termometer, refraktometer, timbangan, alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan meliputi benih ikan karper berukuran 5-7 cm, air tawar, tepung ikan, tepung limbah penetasan telur ayam, tepung kedelai, tepung jagung, tepung terigu, sagu, minyak kelapa, minyak ikan, vitamin mix, mineral mix, vitamin C, BHT, dan choline chloride.

Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian terdiri atas 5 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 15 unit percobaan (Tabel 1). Perlakuan yang digunakan adalah substitusi tepung ikan menggunakan tepung limbah penetasan telur ayam (TLP) dalam formulasi pakan.

Tabel 1. Perlakuan substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam

Perlakuan	Komposisi Tepung Limbah Penetasan (TLP)	Komposisi Tepung Ikan (TI)
P1	0%	100%
P2	25%	75%
P3	50%	50%
P4	75%	25%
P5	100%	0%

Pembuatan Tepung Limbah Penetasan dan Pakan Uji

Proses pembuatan tepung limbah penetasan telur ayam diawali dengan penghancuran limbah telur hingga cangkang dan isi telur tercampur merata. Bahan kemudian dimasak sambil diaduk untuk mengurangi kadar air dan mencegah penggosongan. Setelah matang, bahan dikeringkan dengan penjemuran selama kurang lebih tiga hari hingga kadar air menurun, kemudian digiling hingga menjadi tepung dengan ukuran partikel seragam, dan kemudian di uji proksimat (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji proksimat bahan baku pakan

Bahan Baku	Protein (%)	Lemak (%)	Serat (%)	Abu (%)	Air (%)
Tepung ikan	52,25	3,59	0,44	9,06	12,98
Tepung limbah penetasan	37,13	35,75	0,08	0,42	11,33

Pakan uji dibuat dengan menimbang seluruh bahan sesuai formulasi (Tabel 3), kemudian dicampur secara bertahap dari bahan dengan proporsi terkecil hingga terbesar untuk memperoleh campuran homogen. Adonan ditambahkan air panas, diaduk, dicetak menjadi pelet, kemudian dikeringkan melalui penjemuran hingga siap digunakan sebagai pakan perlakuan. Hasil uji proksimat pakan uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Formulasi bahan pakan dalam 100 g pakan

Bahan Pakan	P1	P2	P3	P4	P5
Tepung ikan	28,80	21,60	14,40	7,20	0
Tepung limbah penetasan	0	7,20	14,40	21,60	28,80
Tepung kedelai	10,99	14,21	17,33	18,36	21,06
Tepung jagung	42,17	38,35	32,11	38,60	35,78
Tepung terigu	11,00	9,00	14,72	5,20	5,50
Sagu	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Minyak kelapa	1,00	2,60	1,00	2,00	1,82
Minyak ikan	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00
Vitamin mix	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mineral mix	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vit C	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
BHT	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Choline chloride	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Jumlah	100	100	100	100	100

Tabel 4. Hasil uji proksimat pakan uji

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Serat (%)	Abu (%)	Air (%)
P1 (0% TLP + 100% TI)	30,37	6,03	2,72	2,72	7,79
P2 (25% TLP + 75% TI)	28,30	8,13	2,16	2,16	7,03
P3 (50% TLP + 50% TI)	27,61	11,21	2,44	2,44	7,50
P4 (75% TLP + 25% TI)	25,33	12,54	2,52	2,52	7,68
P5 (100% TLP + 0% TI)	22,95	13,97	2,84	2,84	7,09

Pemeliharaan Ikan Karper

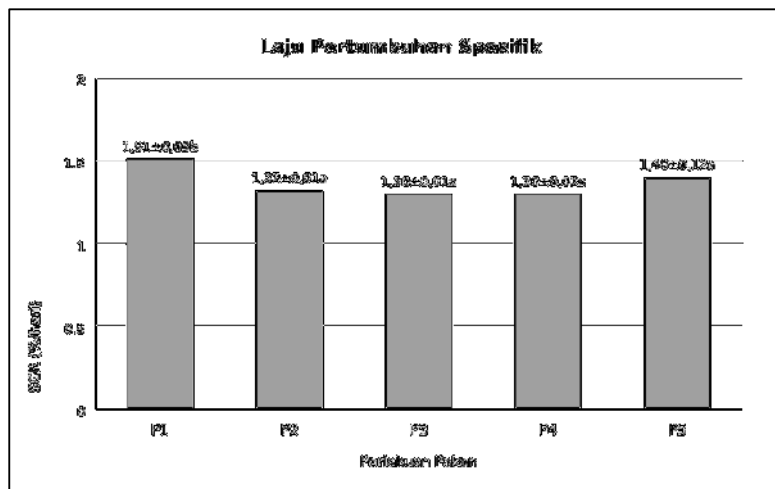
Benih ikan karper diperoleh dari Dinas Perikanan Kota Mataram dan diseleksi berdasarkan kondisi aktif, sehat, tidak cacat, serta memiliki ukuran relatif seragam. Sebelum ditebar, ikan diaklimatisasi selama 10-15 menit dan dipelihara dalam tahap adaptasi selama 7 hari. Pemeliharaan dilakukan menggunakan 15 kontainer dengan volume air 20 L dan kepadatan 15 ekor per kontainer.

Pakan diberikan sebanyak 3% dari total biomassa ikan per hari dengan frekuensi tiga kali sehari, yaitu pukul 09.00, 12.00, dan 16.00. Selama pemeliharaan dilakukan penyiponan untuk mengurangi sisa pakan dan kotoran, serta pengukuran pertumbuhan panjang dan bobot ikan setiap 10 hari sekali. Mortalitas dicatat untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup.

Parameter Penelitian dan Analisis Data

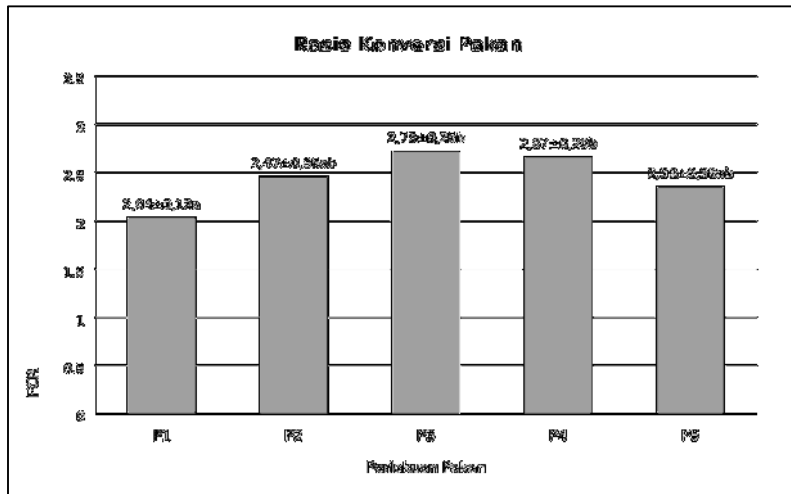
Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan spesifik (SGR), rasio konversi pakan (FCR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), tingkat kelangsungan hidup (SR), dan kualitas air. Data pertumbuhan dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf nyata 5%, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan apabila terdapat perbedaan nyata. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL



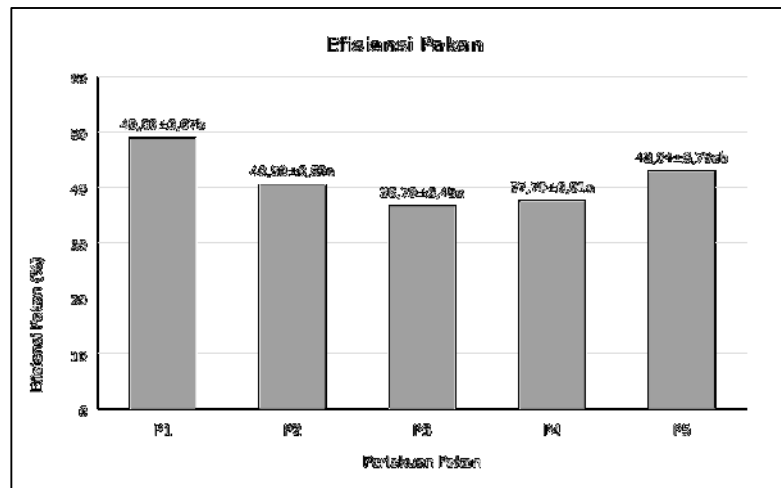
Gambar 1. Laju pertumbuhan spesifik ikan karper (*Cyprinus carpio*).

Berdasarkan grafik laju pertumbuhan spesifik (SGR) (Gambar 1), perlakuan P1 menghasilkan nilai SGR tertinggi sebesar $1,51 \pm 0,03\%/hari$, sedangkan P5 menghasilkan nilai SGR sebesar $1,40 \pm 0,12\%/hari$, yang merupakan nilai tertinggi di antara seluruh perlakuan substitusi tepung limbah penetasan telur ayam. Meskipun hasil uji statistik menunjukkan bahwa SGR pada P1 berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan perlakuan substitusi, nilai SGR pada P5 relatif mendekati P1 dan lebih tinggi dibandingkan P2, P3, serta P4. Hal ini mengindikasikan bahwa substitusi tepung ikan secara penuh (100%) dengan tepung limbah penetasan telur ayam masih mampu mempertahankan performa pertumbuhan yang kompetitif.



Gambar 2. Rasio konversi pakan ikan karper (*Cyprinus carpio*).

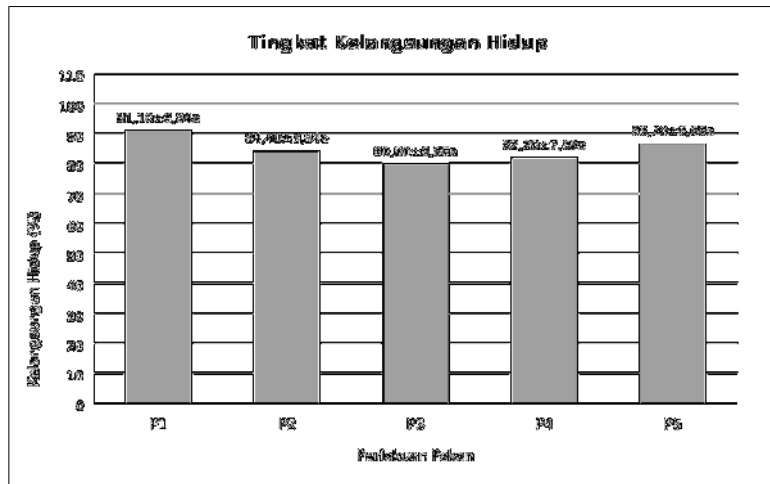
Berdasarkan grafik rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*; FCR) (Gambar 2), nilai FCR terendah diperoleh pada perlakuan P1 sebesar $2,04 \pm 0,12$, yang menunjukkan efisiensi pemanfaatan pakan terbaik. Sementara itu, perlakuan P5 menghasilkan nilai FCR sebesar $2,36 \pm 0,38$, lebih rendah dibandingkan P2 ($2,47 \pm 0,05$), P4 ($2,67 \pm 0,29$), dan P3 ($2,73 \pm 0,25$). Berdasarkan hasil uji statistik, P5 (ab) tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan P1 (a), maupun dengan P2, P3, dan P4, sehingga menunjukkan bahwa penggunaan tepung limbah penetasan telur ayam sebagai pengganti tepung ikan hingga 100% masih mampu menghasilkan efisiensi pemanfaatan pakan yang sebanding dengan penggunaan tepung ikan tanpa substitusi.



Gambar 3. Efisiensi pakan ikan karper (*Cyprinus carpio*).

Berdasarkan Gambar 3, nilai efisiensi pakan ikan karper berkisar antara $36,79 \pm 3,45\%$ hingga $49,03 \pm 3,07\%$. Perlakuan P1 menghasilkan efisiensi pakan tertinggi, yaitu $49,03 \pm 3,07\%$, yang menunjukkan bahwa pakan berbasis tepung ikan mampu dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung pertumbuhan bobot ikan. Nilai efisiensi pakan menurun pada P2 ($40,58 \pm 0,69\%$), P3 ($36,79 \pm 3,45\%$), dan P4 ($37,70 \pm 3,91\%$), yang mengindikasikan bahwa substitusi tepung ikan pada tingkat tersebut belum menghasilkan keseimbangan nutrisi yang optimal sehingga pemanfaatan pakan menjadi kurang efisien. Namun, pada P5 efisiensi pakan kembali meningkat menjadi $43,04 \pm 6,75\%$ dan secara statistik tidak berbeda nyata dengan P1

(ditunjukkan oleh notasi huruf *ab* dan *b*), sehingga menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam pada tingkat tertinggi masih mampu mempertahankan efisiensi pemanfaatan pakan yang sebanding dengan kontrol.



Gambar 4. Tingkat kelangsungan hidup ikan karper (*Cyprinus carpio*).

Berdasarkan grafik tingkat kelangsungan hidup (survival rate/SR) ikan karper selama penelitian berkisar antara $80,00 \pm 6,66\%$ hingga $91,10 \pm 3,84\%$ (Gambar 4). Perlakuan P1 menghasilkan nilai SR tertinggi, yaitu $91,10 \pm 3,84\%$, diikuti oleh P5 sebesar $86,70 \pm 6,66\%$, P2 sebesar $84,40 \pm 3,84\%$, P4 sebesar $82,20 \pm 7,69\%$, dan P3 sebesar $80,00 \pm 6,66\%$. Meskipun terdapat variasi nilai SR antarperlakuan, seluruh perlakuan memiliki notasi huruf yang sama (*a*), menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan karper.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air selama 50 hari pemeliharaan menunjukkan bahwa suhu, pH, dan oksigen terlarut masih berada dalam kisaran layak untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan karper. Nilai kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Parameter kualitas air selama pemeliharaan

Parameter	Kisaran yang Diperoleh
Suhu (°C)	28,2-28,4 °C
pH	7,8-7,9
DO (mg/L)	7,5-7,9 mg/L

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini disajikan untuk mengevaluasi pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam sebagai sumber protein alternatif dalam formulasi pakan terhadap performa pertumbuhan benih ikan karper (*Cyprinus carpio*). Evaluasi dilakukan berdasarkan parameter biologis yang meliputi laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*/SGR), rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*/FCR), efisiensi pemanfaatan pakan

(*Feed Efficiency/FE*), tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate/SR*), serta kualitas air media pemeliharaan.

Nilai SGR ikan karper selama periode penelitian berkisar antara 1,30–1,51%/hari. Perlakuan P1 menghasilkan nilai SGR tertinggi, yaitu sebesar 1,51%/hari, dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tingginya laju pertumbuhan pada perlakuan tersebut diduga berkaitan dengan penggunaan tepung ikan sebagai sumber protein utama yang memiliki kualitas nutrisi tinggi, tingkat pencernaan yang baik, serta profil asam amino esensial yang lengkap dan seimbang, sehingga mampu mendukung sintesis protein dan pembentukan jaringan tubuh secara optimal (Hardy et al. 2022).

Meskipun demikian, substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam masih mampu menghasilkan nilai SGR yang relatif tinggi. Terutama pada perlakuan dengan tingkat substitusi tertinggi (P5), nilai SGR yang diperoleh tidak mengalami penurunan yang besar dibandingkan dengan P1, sehingga menunjukkan bahwa tepung limbah penetasan telur ayam memiliki potensi sebagai sumber protein alternatif dalam formulasi pakan ikan karper. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kandungan protein pada tepung limbah penetasan masih mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan nutrisi ikan untuk mendukung pertumbuhan, meskipun kualitas protein, keseimbangan asam amino esensial, tingkat pencernaan, dan palatabilitasnya diperkirakan masih sedikit lebih rendah dibandingkan dengan tepung ikan.

Perbedaan nilai SGR yang relatif kecil antara P1 dan P5 menunjukkan bahwa tepung limbah penetasan telur ayam berpotensi menggantikan sebagian besar, bahkan mendekati seluruh, penggunaan tepung ikan tanpa menyebabkan penurunan laju pertumbuhan yang signifikan secara biologis. Temuan ini menjadi indikasi bahwa limbah penetasan telur ayam dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan yang lebih ekonomis dan berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan, yang ketersediaannya semakin terbatas dan harganya cenderung meningkat. Keberhasilan suatu bahan baku alternatif tidak hanya ditentukan oleh kesamaan kandungan protein dengan tepung ikan, tetapi juga oleh kemampuannya mempertahankan performa pertumbuhan ikan (Macusi et al. 2023).

Rasio konversi pakan (FCR) merupakan salah satu indikator efisiensi pemanfaatan pakan yang menggambarkan jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu satuan pertambahan bobot tubuh ikan. Semakin rendah nilai FCR, semakin tinggi efisiensi pemanfaatan pakan, karena proporsi nutrisi yang dikonversi menjadi biomassa semakin besar (Davison et al. 2023). Pada penelitian ini, nilai FCR berkisar antara 2,04–2,73, dengan nilai terendah diperoleh pada perlakuan P1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pakan berbasis tepung ikan mampu dimanfaatkan secara lebih efisien dibandingkan dengan pakan yang mengandung tepung limbah penetasan telur ayam, yang diduga berkaitan dengan kualitas protein, keseimbangan asam amino esensial, tingkat pencernaan, dan palatabilitas tepung ikan yang lebih baik.

Meningkatnya nilai FCR pada perlakuan substitusi mengindikasikan bahwa ikan memerlukan jumlah pakan yang relatif lebih banyak untuk menghasilkan pertambahan bobot yang sama. Kondisi ini diduga disebabkan oleh perbedaan kualitas nutrisi antara tepung ikan dan tepung limbah penetasan telur ayam, terutama terkait nilai biologis protein, ketersediaan asam amino esensial, serta tingkat pencernaan bahan baku. Selain itu, perbedaan palatabilitas pakan juga dapat memengaruhi pola konsumsi dan efisiensi pemanfaatan nutrisi, sehingga berdampak pada peningkatan nilai FCR (He et al. 2022). Meskipun demikian, seluruh perlakuan masih menghasilkan nilai FCR di bawah 3, yaitu berkisar antara 2,04–2,73. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pakan pada semua perlakuan masih tergolong efisien dalam mendukung pertumbuhan ikan karper. Araujo et al. 2022, menyatakan bahwa nilai FCR kurang dari 3 masih termasuk dalam kategori baik pada pemeliharaan ikan budidaya. Dengan demikian, meskipun substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam menyebabkan peningkatan nilai FCR, peningkatan tersebut masih berada dalam kisaran yang

dapat diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa tepung limbah penetasan telur ayam berpotensi digunakan sebagai bahan baku alternatif untuk menggantikan sebagian penggunaan tepung ikan tanpa menurunkan efisiensi pemanfaatan pakan secara drastis, sehingga berpeluang mendukung formulasi pakan yang lebih ekonomis dan berkelanjutan.

Efisiensi pakan merupakan parameter yang menggambarkan kemampuan ikan dalam mengonversi pakan yang dikonsumsi menjadi pertambahan bobot tubuh (Haetami et al. 2024). Semakin tinggi nilai efisiensi pakan, semakin besar proporsi nutrisi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan, sehingga menunjukkan bahwa pakan yang diberikan memiliki kualitas nutrisi dan tingkat pemanfaatan yang baik (Muin and Taufek 2024). Pada penelitian ini, nilai efisiensi pakan berkisar antara 36,79–49,03%. Nilai efisiensi pakan tertinggi diperoleh pada perlakuan P1, yaitu sebesar 49,03%, sedangkan perlakuan P5 menghasilkan nilai sebesar 43,04% dan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dibandingkan dengan P1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan tepung limbah penetasan telur ayam pada tingkat substitusi tertinggi masih mampu menghasilkan efisiensi pemanfaatan pakan yang sebanding dengan penggunaan tepung ikan sebagai sumber protein utama.

Tingginya nilai efisiensi pakan pada perlakuan P1 diduga berkaitan dengan tingginya kualitas protein tepung ikan, yang memiliki profil asam amino esensial lengkap, tingkat pencernaan yang tinggi, dan nilai biologis protein yang baik sehingga mampu mendukung sintesis protein dan deposisi jaringan secara optimal (Abasubong et al. 2025). Menariknya, nilai efisiensi pakan pada perlakuan P5 yang tidak berbeda nyata dengan P1 mengindikasikan bahwa tepung limbah penetasan telur ayam mampu menyediakan nutrisi dalam jumlah dan kualitas yang memadai untuk dimanfaatkan dalam proses pertumbuhan ikan karper. Temuan ini menunjukkan bahwa bahan baku tersebut memiliki potensi sebagai sumber protein alternatif yang dapat menggantikan penggunaan tepung ikan tanpa menurunkan efisiensi pemanfaatan pakan secara signifikan.

Sebaliknya, nilai efisiensi pakan yang lebih rendah pada perlakuan P2, P3, dan P4 diduga berkaitan dengan belum optimalnya komposisi nutrisi pada formulasi pakan campuran. Perubahan proporsi antara tepung ikan dan tepung limbah penetasan telur ayam kemungkinan menyebabkan keseimbangan asam amino esensial belum tercapai secara optimal, sehingga efisiensi pemanfaatan protein untuk pertumbuhan menjadi lebih rendah. Nilai efisiensi pakan yang melebihi 25% masih dikategorikan baik pada kegiatan budidaya ikan (Verdegem et al. 2023). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa tepung limbah penetasan telur ayam berpotensi menjadi bahan baku alternatif pengganti tepung ikan dalam formulasi pakan ikan karper, terutama karena mampu mempertahankan efisiensi pakan pada tingkat yang sebanding dengan penggunaan tepung ikan secara penuh.

Tingkat kelangsungan hidup ikan karper selama periode penelitian berkisar antara 80–91% dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P>0,05$) antar perlakuan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam tidak memberikan pengaruh negatif terhadap sintasan ikan karper. Tingginya nilai SR pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa formulasi pakan yang diberikan masih mampu memenuhi kebutuhan nutrisi dasar ikan untuk mempertahankan fungsi fisiologis dan menunjang kelangsungan hidup selama masa pemeliharaan. Kecukupan nutrisi esensial dalam pakan merupakan salah satu faktor utama yang berperan dalam mempertahankan kondisi fisiologis dan daya tahan ikan terhadap stres lingkungan (Abdul Kari 2025).

Selain dipengaruhi oleh kualitas pakan, tingginya tingkat kelangsungan hidup juga didukung oleh kondisi lingkungan pemeliharaan yang relatif stabil. Kualitas air yang berada dalam kisaran optimum, pengelolaan media pemeliharaan yang baik, serta keberhasilan proses adaptasi ikan sebelum perlakuan diduga berkontribusi terhadap tingginya sintasan pada seluruh perlakuan. Keberhasilan budidaya ikan tidak hanya ditentukan oleh kualitas pakan, tetapi juga

oleh pengelolaan kualitas air dan kondisi lingkungan yang mampu meminimalkan stres selama pemeliharaan (Yusoff et al. 2024).

Kematian ikan yang terjadi selama penelitian diduga lebih berkaitan dengan stres akibat penanganan, terutama pada saat proses pengambilan sampel, dibandingkan dengan pengaruh perlakuan pakan. Proses penangkapan, pemindahan, dan pengukuran ikan diketahui dapat memicu respons stres fisiologis yang bersifat sementara dan meningkatkan risiko mortalitas apabila tidak dilakukan secara hati-hati (Dara et al. 2023). Tingkat kelangsungan hidup ikan yang melebihi 50% masih dikategorikan baik dalam kegiatan budidaya (Ribeiro, De Carvalho, and Fonseca 2024). Oleh karena itu, nilai SR sebesar 80–91% yang diperoleh pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa penggunaan tepung limbah penetasan telur ayam sebagai substituen tepung ikan masih mampu mempertahankan tingkat kelangsungan hidup ikan karper pada kategori yang baik. Temuan ini semakin memperkuat bahwa tepung limbah penetasan telur ayam memiliki potensi sebagai bahan baku protein alternatif dalam formulasi pakan ikan karper tanpa memberikan dampak negatif terhadap sintasan ikan.

Kualitas air merupakan salah satu faktor lingkungan yang berperan penting dalam menentukan keberhasilan budidaya ikan karena secara langsung memengaruhi proses fisiologis, metabolisme, efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup ikan (Boyd & Tucker, 2012). Selama periode penelitian, parameter kualitas air berada pada kisaran yang relatif stabil, yaitu suhu 28,2–28,4 °C, pH 7,8–7,9, dan oksigen terlarut (DO) 7,5–7,9 mg/L. Kisaran tersebut masih berada dalam rentang optimum untuk pemeliharaan ikan karper, sehingga mampu mendukung pertumbuhan dan mempertahankan kondisi fisiologis ikan secara normal (Lim and Webster 2024; Ott, Torrains, and Tucker 2024). Berdasarkan kondisi tersebut, kualitas air selama penelitian diduga tidak menjadi faktor pembatas terhadap performa pertumbuhan maupun tingkat kelangsungan hidup ikan karper. Dengan demikian, perbedaan respons pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan yang diamati antarperlakuan lebih mungkin dipengaruhi oleh perbedaan komposisi dan kualitas nutrisi pakan, khususnya penggunaan tepung limbah penetasan telur ayam sebagai substituen tepung ikan, dibandingkan oleh variasi kondisi lingkungan pemeliharaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, substitusi tepung ikan dengan tepung limbah penetasan telur ayam berpotensi digunakan sebagai sumber protein alternatif dalam pakan ikan karper. Perlakuan substitusi tertinggi (P5) masih mampu menghasilkan laju pertumbuhan spesifik (SGR) sebesar **1,30%/hari**, rasio konversi pakan (FCR) **2,73**, efisiensi pakan **43,04%**, dan tingkat kelangsungan hidup (SR) **80%**, yang secara umum masih mendekati performa perlakuan kontrol (P1) dengan SGR **1,51%/hari**, FCR **2,04**, efisiensi pakan **49,03%**, dan SR **91%**. Didukung oleh kualitas air yang tetap berada pada kisaran optimum (suhu **28,2–28,4°C**, pH **7,8–7,9**, dan DO **7,5–7,9 mg/L**), hasil ini menunjukkan bahwa tepung limbah penetasan telur ayam mampu mempertahankan performa produksi sehingga berpotensi mendukung sistem budidaya ikan yang lebih efisien, ekonomis, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Mataram atas izin penggunaan fasilitas yang diberikan sampai penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abasubong, Kenneth Prudence, Abdulmumin Baba Amin, George Ubong Uwem, and Hesham Eed Desouky. 2025. "A Review of Fish Waste and Byproducts in Poultry Production: Effects on Growth, Egg Quality, Carcass Traits, and Broader Knowledge beyond Physiological Response." *Animal Advances* 2(1).
- Abdul Kari, Zulhisyam. 2025. "Nutritional Immunomodulation in Aquaculture: Functional Nutrients, Stress Resilience, and Sustainable Health Strategies." *Aquaculture International* 33(6): 441.
- Araujo, Glacio Souza, José William Alves da Silva, João Cotas, and Leonel Pereira. 2022. "Fish Farming Techniques: Current Situation and Trends." *Journal of Marine Science and Engineering* 10(11): 1598.
- Dara, Mariano, Pierluigi Carbonara, Claudia La Corte, Daniela Parrinello, Matteo Cammarata, and Maria Giovanna Parisi. 2023. "Fish Welfare in Aquaculture: Physiological and Immunological Activities for Diets, Social and Spatial Stress on Mediterranean Aqua Cultured Species." *Fishes* 8(8): 414.
- Davison, Chris, Craig Michie, Christos Tachtatzis, Ivan Andonovic, Jenna Bowen, and Carol-Anne Duthie. 2023. "Feed Conversion Ratio (FCR) and Performance Group Estimation Based on Predicted Feed Intake for the Optimisation of Beef Production." *Sensors* 23(10): 4621.
- Haetami, Kiki, Indah Nurulliza, Izza Mahdiana Apriliani, and Yuniar Mulyani. 2024. "Effect of Substituting Fish Meal with Maggot Meal on FCR (Feed Conversion Ratio) and Weight Growth of Dumbo Catfish (*Clarias Gariepinus* (Burchell, 1822))." *Int J Sci Res* 189: 76–86.
- Hardy, Ronald W, Sadasivam J Kaushik, Kangsen Mai, and S Charles Bai. 2022. "Fish Nutrition—History and Perspectives." In *Fish Nutrition*, Elsevier, 1–16.
- He, Chao-Fan, Xiang-Fei Li, Guang-Zhen Jiang, Ling Zhang, Miao Sun, Ya-Ping Ge, Wei-Liang Chen, and Wen-Bin Liu. 2022. "Feed Types Affect the Growth, Nutrient Utilization, Digestive Capabilities, and Endocrine Functions of *Megalobrama amblycephala*: A Comparative Study between Pelleted and Extruded Feed." *Fish physiology and biochemistry* 48(4): 1025–38.
- Lim, Chhorn E, and Carl D Webster. 2024. "Nutrient Requirements." In *Tilapia*, CRC Press, 469–501.
- Macusi, Edison D, Melanie A Cayacay, Elaine Q Borazon, Anthony C Sales, Ahasan Habib, Nur Fadli, and Mudjekeewis D Santos. 2023. "Protein Fishmeal Replacement in Aquaculture: A Systematic Review and Implications on Growth and Adoption Viability." *Sustainability* 15(16): 12500.
- Muin, Hasniyati, and Norhidayah Mohd Taufek. 2024. "Evaluation of Growth Performance, Feed Efficiency and Nutrient Digestibility of Red Hybrid Tilapia Fed Dietary Inclusion of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia Illucens*)." *Aquaculture and Fisheries* 9(1): 46–51.
- Ott, Brian D, Eugene L Torrans, and Craig S Tucker. 2024. "Fish Production, Water Quality, and the Role of Nitrification as an Ammonia Removal Process in Intensively Aerated Hybrid Catfish Ponds." *Journal of the World Aquaculture Society* 55(6): e13094.
- Ribeiro, Dagon Manoel, Emerson Machado De Carvalho, and Gustavo Fonseca. 2024. "Growth Performance, Survival Rate, and Water Quality in an Aquaculture System Using Different Feeding Strategies for Juveniles of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*)." *Aquatic Sciences and Engineering* 39(1): 17–23.
- Verdegem, Marc, Alejandro H Buschmann, U Win Latt, Anne J T Dalsgaard, and Alessandro Lovatelli. 2023. "The Contribution of Aquaculture Systems to Global Aquaculture Production." *Journal of the World Aquaculture Society* 54(2): 206–50.

Yusoff, Fatimah M, Wahidah A D Umi, Norulhuda M Ramli, and Razif Harun. 2024. "Water Quality Management in Aquaculture." *Cambridge Prisms: Water* 2: e8.