

AKTIVITAS ENZIM PENCERNAAN DAN PERTUMBUHAN IKAN KELABAU (*Osteichilus melanopleura*) YANG DIBERI PAKAN DENGAN KANDUNGAN PROTEIN BERBEDA

Digestive Enzyme Activities and Growth of Kelabau (*Osteichilus melanopleura*) Fedded with Different Protein Content

Adi Susanto^{1*}

1 Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, Universitas
Mulawarman, Jl. Gunung Tabur Kampus Gn. Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur,
75123

*Korespondensi email : adisusanto@fpik.unmul.ac.id

(Received 21 November 2022; Accepted 20 Februari 2023)

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan Kelabau (*Osteichilus melanopleura*) yang diberi pakan dengan kandungan protein yang berbeda. Empat pakan percobaan dengan kandungan protein dan C/P yang berbeda serta kadar lemak yang sama. Pakan yang diberikan mengandung kadar protein dan C/P berbeda yaitu A(25,14 % :10,64 Kkal), B(28,26 %:9,57 Kkal), C(31,88%:8,84 Kkal) dan D(34,73%:8,49 Kkal). Ikan Kelabau diperoleh dari hasil budidaya di Balai Benih Air Tawar Mandiangin dengan bobot awal populasi rata-rata $40,91 \pm 4,93$ g sampai dengan $45,22 \pm 3,07$ g dengan kepadatan 20 ekor dipelihara dalam bak plastik berukuran 54,3 cm x 38 cm x 31,5 cm dan diisi air 40 liter. Pakan percobaan diberikan 2 kali sehari secara *at satiation* selama 60 hari. Aktivitas enzim pencernaan ikan Kelabau cenderung meningkat dengan meningkatnya kandungan protein pakan sampai dengan 31,88% dan kembali turun pada kandungan protein pakan 34,73%. Aktivitas enzim amilase dan protease tertinggi diperoleh pada ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan C (31,88 %) dengan rata-rata aktivitas enzim amilase dan protease berturut-turut $1,55 \pm 0,45$ IU dan $0,038 \pm 0,004$ IU, sedangkan aktivitas enzim lipase cenderung terukur sama $0,091 \pm 0,01$ IU. Ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan C (31,88 %) menunjukkan pertumbuhan berat dan pertumbuhan spesifik (SGR) lebih tinggi dari perlakuan lainnya ($P < 0,05$). Pertumbuhan berat populasi dan pertumbuhan berat spesifik (SGR) tertinggi diperoleh pada perlakuan C (31,88 %) dengan rata-rata $102,53 \pm 4,62$ g dan $2,04 \pm 0,11\%$ per hari.

Kata Kunci: Amilase, Enzim, Lipase, Protease, Protein

ABSTRACT

This study was conducted to determine the activity of digestive enzymes and growth of Kelabau fish (*Osteochilus melanopleura*) fed feed with different protein content. Four experimental feeds with different protein and C/P content and the same fat content. The feed given contains different levels of protein and C/P, namely A (25.14%:10.64 Kcal), B(28.26%:9.57 Kcal), C(31.88%:8.84 Kcal), and D(34.73%:8.49 Kcal). Kelabau fish obtained from cultivation at the Mandiingin Freshwater Seed Center with an average initial population weight of 40.91 ± 4.93 g to 45.22 ± 3.07 g with a density of 20 individuals reared in plastic tanks measuring 54.3 cm x 38 cm x 31.5 cm and filled with 40 liters of water. Experimental feed was given two times a day at satiation for 60 days. The activity of the digestive enzymes of the kelabau fish tended to increase with an increase in feed protein content up to 31.88% and decreased again with a feed protein content of 34.73%. The highest activity of amylase and protease enzymes was obtained in kelabau fish consuming feed C (31.88%) with an average activity of amylase and protease enzymes respectively 1.55 ± 0.45 IU and 0.038 ± 0.004 IU, while lipase enzyme activity tended to measure the same 0.091 ± 0.01 IU. The kelabau fish that consumed feed C (31.88%) showed higher weight and specific growth (SGR) than other treatments ($P < 0.05$). The highest population and specific weight growth (SGR) were obtained in treatment C (31.88%) with an average of 102.53 ± 4.62 g and $2.04 \pm 0.11\%$ per day.

Keywords: Amylase, Enzyme, Lipase, Protease, Protein.

PENDAHULUAN

Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus Bleeker*) adalah jenis ikan air tawar yang termasuk dalam ordo Cypriniformes, sub ordo Cyprinoidae, famili Cypridae, genus *Osteochilus* dan spesies *O. melanopleura* (Kottelat *et al.*, 1993). Penelitian mengenai nutrisi pakan untuk ikan Kelabau belum banyak dilakukan. Mardani (2014), menyatakan bahwa ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan dengan komposisi kompleks berkadar protein 29,3% memberikan pertumbuhan relatif (RGR) terbaik sebesar 49,45% dibanding dengan perlakuan lainnya. Susanto *et al.*, (2019), memberikan pakan dengan kadar protein 31% mampu meningkatkan pertumbuhan spesifik ikan Kelabau. Selanjutnya Susanto *et al.*, (2020) juga mengemukakan bahwa ikan Kelabau mampu tumbuh dengan baik pada kadar karbohidrat pakan sebesar 32%. Hasil penelitian tersebut masih perlu dipertajam dengan mempelajari pencernaan pakannya. Oleh karena itu, dalam rangka meningkatkan keberhasilan budidaya ikan Kelabau maka diperlukan strategi pemberian pakan yang efektif dan efisien dengan cara memahami keterkaitan antara nutrisi dan kapasitas pencernaan ikan (Bhatnagar & Dhillon, 2017). Pemanfaatan nutrisi pakan oleh ikan sangat tergantung pada kemampuan sistem pencernaannya yang tercermin sebagai aktivitas enzim yang ada di sepanjang saluran digesti (Sankar *et al.*, 2014). Pengukuran aktivitas enzim pencernaan dapat memberikan informasi tentang daya cerna terhadap pakan (El-Shenawy *et al.*, 2020). Kajian aktivitas enzim digesti seperti amilase, protease dan lipase dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu spesies dalam mencerna karbohidrat, protein dan lemak (Ramadhani, 2021; Susilo *et al.*, 2015).

Penelitian tentang akitivitas enzim pencernaan dengan kadar protein pakan yang berbeda pada beberapa jenis ikan telah banyak dilakukan. Babaei *et al.*, (2016) memperoleh aktivitas enzim amilase tertinggi pada juvenil ikan Sturgeon (*Acipenser baerii*) yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 38%, aktivitas enzim protease tertinggi pada kadar protein 44% dan aktivitas enzim lipase pada kadar protein 38% dengan kadar lemak 11%. Ikan Rohu (*Labeo*

rohita) yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 18%, lemak 7,98% dan karbohidrat 43,91% menghasilkan aktivitas enzim pencernaan protease, lipase dan amilase tertinggi (Ranjan *et al.*, 2018). Ikan gurami (*Osphronemus gourami*) yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 32% dan karbohidrat 47% mampu menghasilkan aktivitas enzim protease dan amilase tertinggi, sedangkan ikan yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 33% dan karbohidrat 21% menghasilkan aktivitas enzim lipase tertinggi (Handayani *et al.*, 2008). Informasi tentang aktivitas enzim pencernaan pada ikan kelabau sampai saat ini belum banyak dilakukan, sehingga penelitian tentang pengaruh kadar protein dalam pakan terhadap aktivitas enzim pencernaan pada ikan kelabau perlu dilakukan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juni 2022. Pemeliharaan ikan dilaksanakan di Laboratorium Pengembangan Ikan (Fish House) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, sedangkan uji aktivitas enzim dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak di Fakultas Peternakan IPB.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat seperti penggaris dan timbangan digital untuk mengukur dan menimbang berat ikan pada awal dan akhir penelitian. Bak plastik berukuran 54,30 cm x 38,00 cm x 31,50 cm dan diisi air 40 liter. Pompa air, batu aerasi dan selang aerasi, ember plastik volume 100-liter dan 1 set filter yang digunakan untuk media pemeliharaan dalam sistem air semi tertutup. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Kelabau yang berukuran rata-rata rata-rata $40,91 \pm 4,93$ g sampai dengan $45,22 \pm 3,07$ g yang berjumlah 400 ekor yang berasal dari Balai Benih Air Tawar Mandiangin, Kalimantan Selatan. Pakan buatan yang diberikan mengandung protein berbeda yaitu pakan A (25 %), pakan B (28 %), pakan C (31 %) dan pakan D (34 %) dengan isolipid dan CP ratio dengan kisaran antara 8-10 kkal (Susanto *et al.*, 2019). Formulasi pakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi pakan perlakuan (gr) dan kandungan gizi pakan*

Sumber Bahan Pakan	Komposisi			
	Pakan A (25 %)	Pakan B (28 %)	Pakan C (31 %)	Pakan D (34 %)
Tepung Ikan	29.00	34.00	37.00	39.30
Tepung Kedelai	15.50	15.00	17.00	20.20
Tepung Terigu	6.50	10.00	12.30	13.00
Tepung Dedak	15.00	12.00	10.00	10.20
Minyak Ikan	2.50	2.50	2.50	2.50
Minyak Jagung	2.50	2.50	2.50	2.50
Vitamin Mix ²⁾	3.00	3.00	3.00	3.00
Mineral Mix ³⁾	3.00	3.00	3.00	3.00
Coline Chlorida	2.00	2.00	2.00	2.00
CMC ¹⁾	2.00	2.00	2.00	2.00
Piller	19.00	14.00	8.70	2.30
Hasil Uji Proksimat (% Berat Kering)				
Protein (%)	25.14	28.26	31.88	34.73
BETN (%)	34.34	31.75	30.53	31.84

Kadar Lemak (%)	11.55	11.37	11.59	11.55
Serat Kasar (%)	2.35	2.00	1.85	1.99
Total Energi Pakan (KKal g ⁻¹) ⁴⁾	267.40	270.38	281.78	294.71
C/P (KKal g ⁻¹ Protein)	10.64	9.57	8.84	8.49

Keterangan :

^{*)} : Hasil uji berdasarkan berat kering.

¹⁾ : *Carboxymethyl cellulose*.

²⁾ : Dalam mg/kg pakan : vit. B₁ 60; vit. B₂ 100; vit. B₁₂ 100; vit. C 2000; vit. K₃ 50; vit. A/D₃400; vit. E 200; Ca pantotenat 100; inositol 2000; biotin 300; asam folat 15; niasin 400.

³⁾ : Dalam mg/kg pakan: MgSO₄.7H₂O 7.5; NaCl 0.5; NaH₂PO₄.2H₂O 12.5; KH₂PO₄ 16.0; CaHPO₄.2H₂O 6.53; Fe sitrat 1.25; ZnSO₄.7H₂O 0.1765; MnSO₄.4H₂O 0.081; CuSO₄.5H₂O 0.0155; KIO₃ 0.0015; CoSO₄

⁴⁾ : Protein = 3.50 kkal/g; Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) = 2.50 kkal/g; Lemak 8.10 kkal/g.

Prosedur Penelitian

Ikan Kelabau diadaptasikan terlebih dahulu dalam wadah pemeliharaan berupa bak plastik berukuran 54,30 cm x 38,00 cm x 31,50 cm dan diisi air 40 liter dan pakan selama 1 minggu. Pengukuran berat awal dilakukan pada hari ke 7 setelah adaptasi. Ikan diperlihara dalam bak sebanyak 20 ekor ikan dengan bobot awal populasi rata-rata 40,91 ± 4,93 g sampai dengan 45,22±3,07 g. Ikan diberi pakan dua kali sehari pada pagi dan sore hari secara at satiation selama 60 hari peliharaan menggunakan sistem sirkulasi semi-tertutup dan penyiponan feses dilakukan setiap pagi hari. Media pemeliharaan berupa air baru ditambahkan sebanyak volume air yang hilang akibat penyiponan dan perawatan filter dilakukan dengan mencuci filter setiap hari.

Pada akhir penelitian, ikan ditimbang pada hari ke-60 dalam kondisi ikan dibius dengan MS222 untuk mengetahui berat akhir dan laju pertumbuhannya. Jumlah pakan yang diberikan dicatat selama penelitian. Saluran pencernaan diambil pada ikan sampel sebanyak 3 ekor masing-masing unit penelitian untuk mengetahui aktivitas enzim pencernaannya.

Parameter Penelitian

Pada penelitian ini parameter utama yang dikumpulkan adalah aktivitas enzim pencernaan yang terdiri dari α -amylase, protease dan lipase. Pengukuran aktivitas enzim α -amylase menurut metoda Worthington (1993), pengukuran aktivitas enzim protease menurut metode Bergmeyer & Grassi (1983) dan pengukuran aktivitas enzim lipase menurut Metoda (Borlongan, 1990). Tingkat Konsumsi Pakan diperoleh dengan mencatat konsumsi pakan selama penelitian (El-Shenawy *et al.*, 2020) dan laju pertumbuhan spesifik dilakukan dengan menggunakan rumus El-Shenawy *et al.*, (2020) yaitu :

$$SGR = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat Awal}}{\text{Waktu Pemeliharaan}} \times 100\%$$

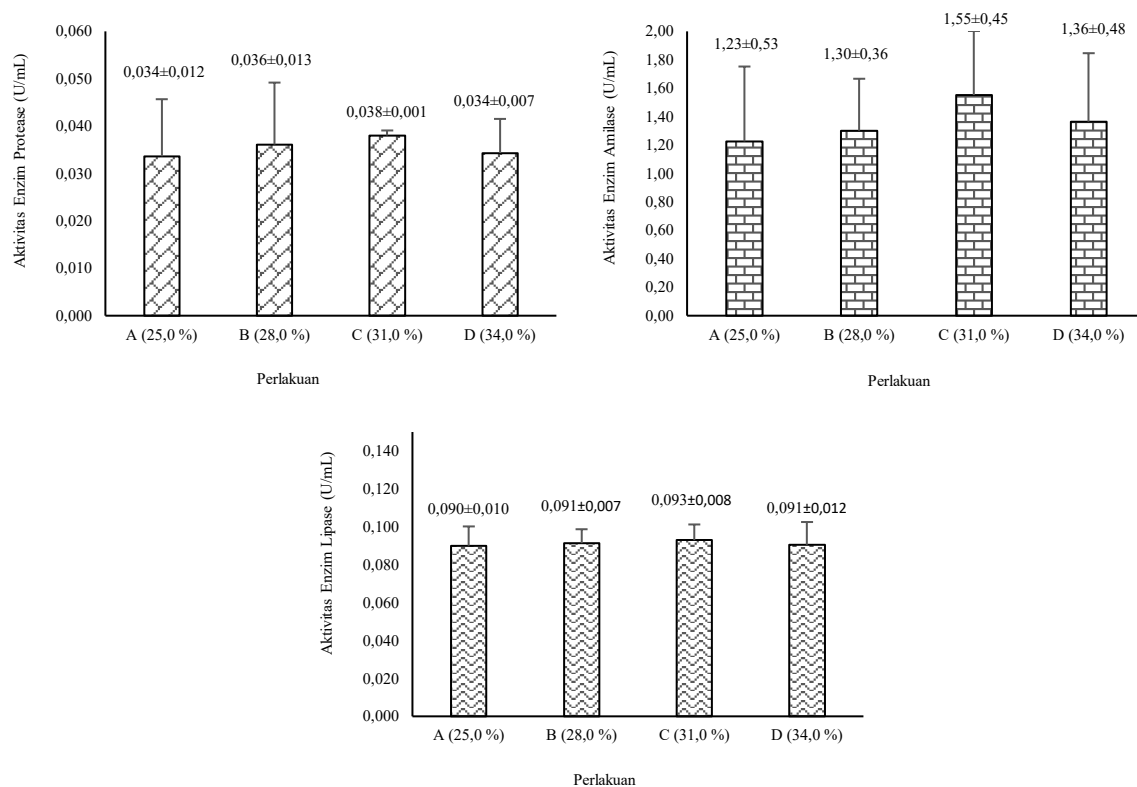
Analisis Data

Rancangan penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. ANOVA digunakan untuk menganalisis keragaman data pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik (SGR), kemudian dilanjutkan dengan uji Tukey pada selang kepercayaan 95% menggunakan program SPSS versi 11.5. Aktivitas enzim pencernaan dianalisis secara diskriptif dalam bentuk grafik. Uji polinomial ortogonal dilakukan untuk memperoleh kadar optimal protein yang diberikan dan mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik.

HASIL

Aktivitas Enzim Pencernaan

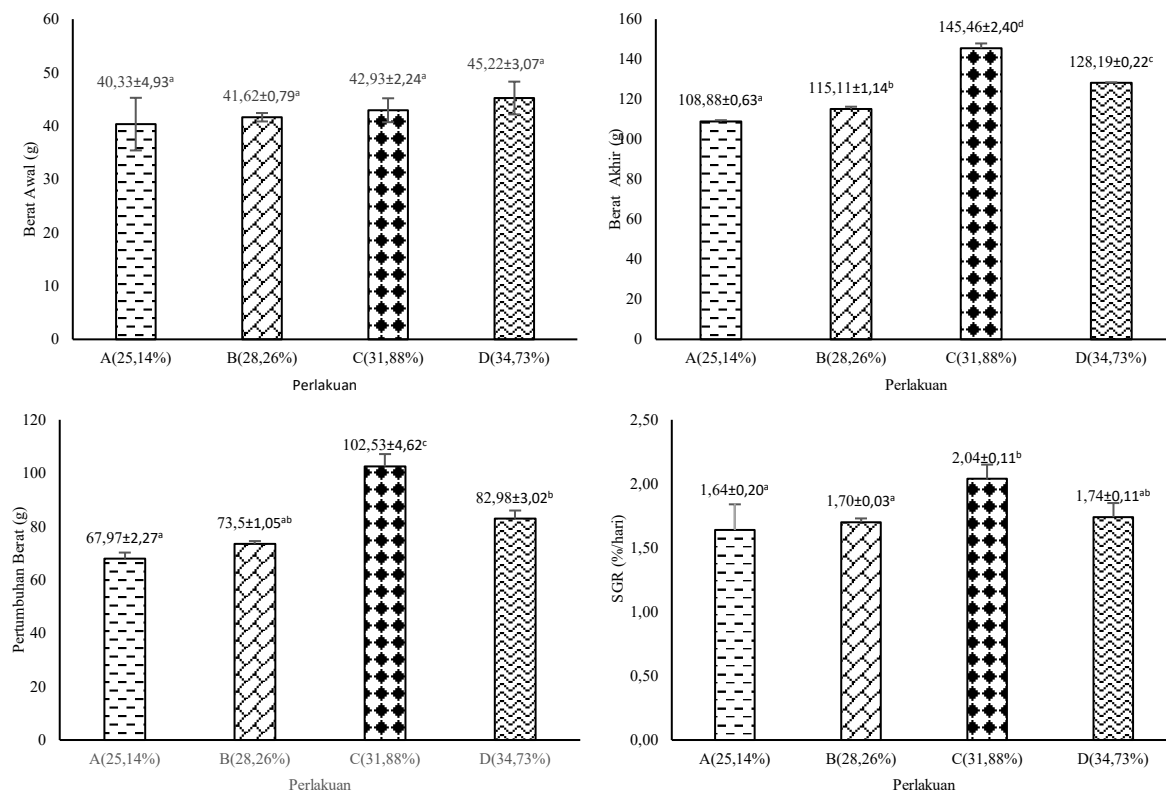
Aktivitas enzim pada ikan Kelabau yang teramati pada hari ke-60 setelah diberi pakan dengan kadar protein yang berbeda menunjukkan hasil yang berfluktuatif. Aktivitas enzimatik pada saluran pencernaan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar protein sampai pada kadar tertentu 31,88% (pakan C) kemudian menurun dengan adanya penambahan protein pada pakan. Hal ini menggambarkan bahwa ikan Kelabau mempunyai kemampuan terbatas dalam mencerna protein walaupun jumlah protein yang dikonsumsi lebih banyak. Wu *et al.*, (2020) memperoleh hasil yang sama pada ikan Grass Crap (*C. idellus*). Enzim protease meningkat aktivitasnya sejalan dengan meningkatnya kadar protein pakan sampai dengan 31%, kemudian menurun dengan meningkatnya kadar protein. Pola yang sama juga terjadi pada aktivitas enzim α -amylase. Ikan Kelabau yang mengkonsumsi protein 31% (pakan C) juga lebih tinggi dari ikan yang mengkonsumsi pakan A (25%), B (28%) dan D (34%). Adanya peningkatan protein akan menstimulasi peningkatan aktivitas enzim α -amylase, seperti yang terjadi kelompok ikan C, akan tetapi kembali menurun seiring dengan meningkatnya kadar protein. Aktivitas enzim lipase ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein yang berbeda cenderung sama. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein tidak memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim lipase. Hasil pengukuran aktivitas enzim pencernaan ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambaran aktivitas enzim pencernaan ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein berbeda

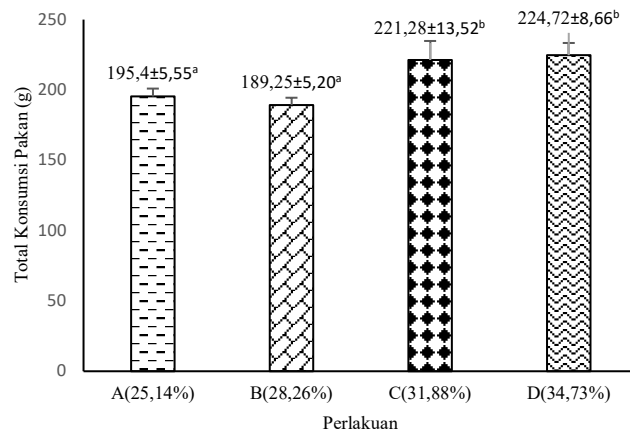
Pertumbuhan Berat, Laju Pertumbuhan Spesifik dan Tingkat Konsumsi Pakan

Hasil pengukuran yang meliputi perolehan bobot dan laju pertumbuhan spesifik dari ikan kelabau yang diberi pakan yang mengandung protein berbeda selama 60 hari disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap berat akhir, pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik dan tingkat konsumsi pakan ($P < 0,05$). Pertumbuhan berat terbaik diperoleh pada perlakuan pakan C (31,88 %) kemudian diikuti oleh ikan yang mengkonsumsi pakan D (34,73%). Pertumbuhan berat terendah diperoleh pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan A (25,14 %) diikuti oleh kelompok ikan B (28,26 %) ($P < 0,05$). Laju pertumbuhan spesifik (SGR) yang terbaik diperoleh pada kelompok ikan yang diberi pakan C (31,88 %) yaitu sebesar 2,04 % per hari sama dengan kelompok ikan D tetapi berbeda nyata dibanding dengan kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan B dan A ($P < 0,05$). Ikan Kelabau yang dipelihara dengan pemberian pakan C dan D menunjukkan tingkat konsumsi pakan lebih banyak dibanding dengan ikan yang dipelihara dengan pemberian pakan A dan B ($P < 0,05$).



Keterangan : (Nilai rata-rata pada setiap grafik yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$))

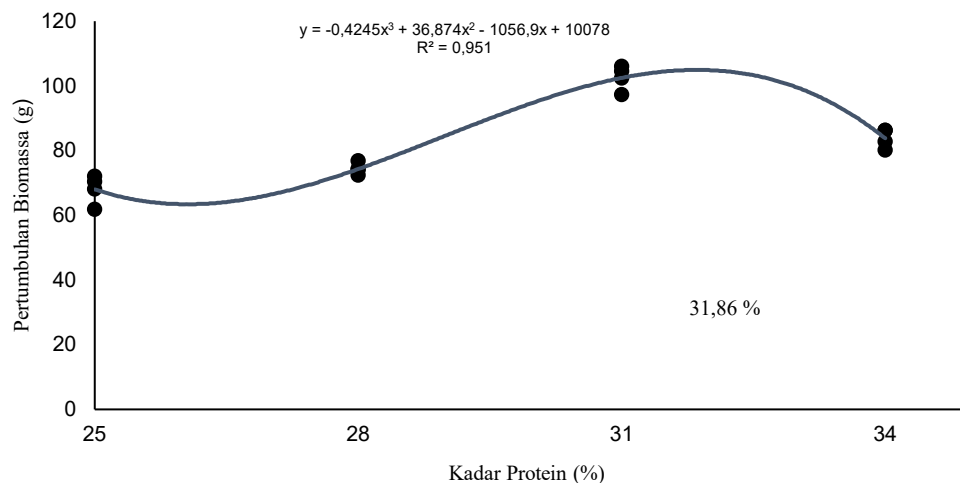
Gambar 2. Grafik berat awal, berat akhir, pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) ikan kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda



Keterangan: (Nilai rata-rata pada setiap grafik yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$))

Gambar 3. Grafik tingkat konsumsi pakan ikan kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda.

Hasil uji polinomial orthogonal pertumbuhan biomassa ikan kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda menunjukkan pola respon yang bersifat kubik dengan persamaan $y = -0,4245x^3 + 36,874x^2 - 1056,9x + 10078$ dan koefisien determinasi (R^2)=0,951. Berdasarkan koefisien determinasi tersebut dapat disimpulkan bahwa pengaruh pemberian protein terhadap pertumbuhan biomassa ikan kelabau sangat besar yaitu 95,10% sedangkan sisanya sebesar 4,90% dipengaruhi oleh faktor lain. Berdasarkan persamaan tersebut di atas maka diperoleh kadar protein optimal sebesar 31,86% yang mampu memberikan pertumbuhan biomassa ikan kelabau secara maksimal. Pola hubungan pemberian pakan dengan kadar protein berbeda terhadap pertumbuhan biomassa ikan kelabau berdasarkan uji polinomial orthogonal disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan antara pertumbuhan biomassa ikan Kelabau dengan kadar protein pakan.

PEMBAHASAN

Ikan Kelabau yang mengkonsumsi pakan C (31,88%) mempunyai kecenderungan kemampuan dalam mencerna pakan lebih baik dibanding dengan kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan lainnya. Tingginya aktivitas enzim α -amilase pada kelompok ikan ini (Gambar 1) menunjukkan bahwa karbohidrat yang ada dalam pakan mampu dicerna dengan baik sehingga mampu menyediakan energi untuk aktivitasnya. Aktivitas enzim protease yang tinggi juga menunjukkan bahwa protein yang dicerna semakin banyak, sehingga potensi untuk pertumbuhannya juga semakin tinggi. Sebaliknya pada kelompok ikan dengan aktivitas enzim protease yang lebih rendah mengindikasikan bahwa ketersediaan protein untuk dicerna sangat rendah dan sebagian dikatabolisme menjadi energi sehingga berdampak terhadap pertumbuhan yang tidak optimal. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Bhatnagar & Dhillon, (2017) pada ikan *L. calbasu* yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda. Ikan yang mengkonsumsi protein 40%, mempunyai aktivitas enzimatis pada saluran pencernaan lebih tinggi dibanding ikan-ikan yang mengkonsumsi protein lebih rendah atau lebih tinggi. Hal yang sama juga diperoleh Wu *et al.*, (2020) pada ikan grass carp (*C. idellus*) yang diberi pakan dengan kadar protein sampai dengan 31% memberikan aktivitas enzim protease yang lebih tinggi dibanding dengan kadar protein yang lebih tinggi ataupun pada kelompok ikan yang lebih rendah. Sahin & Gurkan, (2022) menambahkan bahwa aktivitas enzim proteolitik ikan *Ancistrus cirrhosus* meningkat sampai dengan kadar protein 40% dan kembali menurun dengan meningkatnya kadar protein pakan 45-50%. Ikan Rohu (*Labeo rohita*) yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 18%, lemak 7,98% dan karbohidrat 43,91% menghasilkan aktivitas enzim pencernaan protease, lipase dan amilase tertinggi (Ranjan *et al.*, 2018). Pemberian kadar protein sampai 35% dengan protein 25% secara bergantian pada ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) seperti yang dilakukan oleh Tok *et al.*, (2017), memberikan aktivitas enzim pencernaan yang lebih baik dari ikan yang mengkonsumsi protein yang lebih rendah 30%, 25% dan 20%.

Aktivitas enzim lipase yang cenderung sama mungkin berhubungan dengan kadar lemak pakan yang hampir sama pada penelitian ini, yang menggambarkan ketersediaan substrat lemak yang sama pula untuk dicerna (Gambar 1). Pola aktivitas enzim lipase yang berbeda ditemukan oleh Ye *et al.*, (2015) pada ikan Gibel Carp (*Carassius auratus gibelio*) yang diberi pakan dengan kadar protein dan lemak yang berbeda. Ikan Gibel Carp yang mengkonsumsi pakan dengan protein tinggi (50%) dan kadar lemak rendah (9,48%) menghasilkan aktivitas enzim lipase lebih tinggi dari pada ikan diberi pakan protein rendah (25%) dengan kadar lemak lebih tinggi (10,0%).

Protein yang dikandung pada pakan C (31,88%) terlihat memberikan pertumbuhan paling tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan protein pada pakan C (31,88%) mampu memenuhi kebutuhan ikan secara optimal dalam pertumbuhannya, sedangkan pada perlakuan A (25,14%) dan B (28,26%), proteinnya belum secara optimal dimanfaatkan dalam pertumbuhan karena sebagian porsi protein dikatabolisme untuk mencukupi energi untuk aktivitasnya disebabkan energi pakan rendah. Pendapat ini sesuai dengan pendapat Barreto-Curiel *et al.*, (2019), yang berpendapat bahwa peningkatan kadar protein harus diimbangi dengan kandungan energi yang diperoleh dari lemak dan karbohidrat agar memperoleh pertumbuhan yang optimal.

Kelebihan protein pada ikan kelompok D (34,73%) juga tidak serta merta memberikan pertumbuhan yang terbaik, hal ini ada hubungannya dengan ketersediaan energi pada pakan yang dikonsumsi. Apabila energi pakan yang dikonsumsi tinggi, ikan cenderung membatasi jumlah pakan yang dimakan sehingga protein dalam pakan yang dikonsumsi juga terbatas. Mokoginta *et al.*, (1995) menyatakan bahwa apabila energi dalam pakan rendah akan

menyebabkan protein pakan dikatabolisme untuk memenuhi kebutuhan energi sehingga ikan banyak mengkonsumsi pakan untuk memenuhi kebutuhannya, dan apabila pakan energinya terlalu tinggi maka ikan akan membatasi jumlah konsumsi pakan karena kebutuhan energi pokok telah terpenuhi.

Pertumbuhan yang tinggi ini mungkin juga karena efek dari rasio P/E diet pada pemanfaatan nutrisi atau energi yang ada. Hal ini terlihat dari aktivitas enzim amilase yang lebih tinggi pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan C (31,88%), dibanding dengan kelompok ikan lainnya. Rasio P/E diet memiliki efek yang signifikan pada pemanfaatan nutrisi, sehingga ikan-ikan yang mengkonsumsi pakan C mempunyai pertumbuhan tertinggi dibanding dengan kelompok pakan lainnya. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa adanya peningkatan kadar protein tidak akan mendukung pertumbuhan lebih lanjut dan bahkan mungkin akan menurunkan pertumbuhan disebabkan oleh ketersediaan energi yang tidak cukup. Hal ini mungkin dapat menjelaskan bahwa proporsi protein akan terdegradasi, dimana kerangka karbon digunakan sebagai sumber energi pada tingkat protein diet tinggi (Kumar *et al.*, 2018).

Berdasarkan pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik, tingkat protein pakan optimum untuk ikan Kelabau adalah 31,86%. Hasil ini lebih rendah dari yang dilaporkan pada ikan lain, seperti ikan trout coklat *Salmo trutta fario* (45%) oleh Wang *et al.*, (2018), ikan Yellow Drum *Nibea albiflora* (Richardson) (54,0 %) Wang *et al.*, (2018), ikan gabus *Channa striata* (51,6% dan 47,2%) (Hua *et al.*, 2019). Tingkat protein diet optimum 31,89 % dalam penelitian ini juga lebih rendah dari hasil penelitian Sahin & Gurkan, (2022) pada ikan *Ancistrus cirrhosus* yang mampu tumbuh baik pada kadar protein optimal 40%. Hasil penelitian yang sama juga diperoleh oleh Sankian *et al.*, (2017) pada juvenil ikan mandarin (*Siniperca scherzeri*) yang mampu tumbuh dengan baik pada kadar protein optimal 61,44% dan Ye *et al.*, (2015) pada ikan Gibel Carp (*C. auratus gibelio*) dengan kadar protein optimal adalah 40,2 – 42,7% serta pada ikan Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) yang mampu tumbuh dengan baik pada kadar protein 44% dengan kadar karbohidrat 30% Babaei *et al.*, (2016) dan pada ikan Tengadak (*B. schwanenfeldii*) (32%) Mansour *et al.*, (2017) dan kadar protein 35% dengan C/P 10 Kkal/g protein pada ikan Tengadak (*B. schwanenfeldii*) Dewantoro *et al.*, (2018); ikan patin pasopati (Pangasiid) 40% Tahapari & Darmawan, (2018) dan ikan Dewa (*Tor tambroides*) (35% dan 50%) (Radona *et al.*, 2017).

Hasil yang lebih rendah ditemukan pada ikan grass carp (*C. idellus*) yang mampu tumbuh dengan baik pada kadar protein antara 30,32% sampai dengan 30,41% Wu *et al.*, (2020) dan pada ikan Rohu (*Labeo rohita*) mampu tumbuh maksimal pada kadar protein 26% dan lemak 7% (Kumar *et al.*, 2018). Rendahnya kadar protein yang dibutuhkan oleh ikan ternyata dipengaruhi oleh kebiasaan makan dari ikan tersebut. Ikan-ikan jenis karnivora dan omnivora seperti ikan trout coklat *Salmo trutta fario*, ikan Yellow Drum *Nibea albiflora*, ikan gabus *Channa striata* membutuhkan protein lebih tinggi dibanding pada ikan kelabau (*O. melanopleura*), grass carp (*C. idellus*) dan ikan Rohu (*Labeo rohita*) yang tergolong ikan herbivora. Berdasarkan hasil uji polinomial ortogonal dan aktivitas enzim pencernaan, ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 31,86% mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik.

KESIMPULAN

Ikan kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein 31,86 % menunjukkan aktivitas enzim amilase dan protease lebih tinggi, serta memberikan pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik dan total konsumsi pakan terbaik dibanding perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah membiayai penelitian ini melalui skema BOPTN Tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Babaei, S., Abedian-Kenari, A., Hedayati, M., & Yazdani-Sadati, M. A. (2016). Growth Response, Body Composition, Plasma Metabolites, Digestive and Antioxidant Enzymes Activities of Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) Fed Different Dietary Protein and Carbohydrate: Lipid Ratio. *Aquaculture Research*, 48(6), 2642–2654.
- Barreto-Curiel, F., Focken, L. R. U., D’Abramo, J., Mata-Sotres, & Viana, M. T. (2019). Assessment of Amino Acid Requirements for Totoaba Macdonaldi at Different Levels of Protein Using Stable Isotopes and a Non-Digestible Protein Source as a Filler. *Aquaculture*, 503, 550–561.
- Bergmeyer, H. U., & Grassi, M. (1983). Reagents for Enzymatic Analysis: Enzymes-a-Glucosidase. *Methods of Enzymatic Analysis*, 2, 205–206.
- Bhatnagar, A., & Dhillon, O. (2017). Evaluatiion of Optimum Protein Requirement and Cost-Effective Eco-Friendly Source for *Labeo calbasu* (Hamilto, 1922). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 12, 273–283.
- Borlongan, I. G. (1990). Studies on the Digestive Lipases of Milkfish, *Chanos chanos*. *Aquaculture*, 89, 315 – 325.
- Dewantoro, E., Dhahiyat, Y., Rostika, R., Zahidah, & Iskandar. (2018). Growth Performance of Tinfoil Barb (*Barbonymus schwanenfeldii*) Fed With Different Protein Levels and Energy/Protein Ratios on Diet. *AAFL Bioflux*, 11(4), 1300-1310.
- El-Shenawy, A. M., Abeer, E. K. M., Alsokary, E. T., & Gad, D. M. (2020). Impact of Carbohydrate to Lipid Ratio and Bile Salts Supplementation on Performance, Body Gain and Body Composition of Nile Tilapia Fish. *International Journal Fisheries and Aquatic Studi*, 8(3), 88–97.
- Handayani, S. J., Zairin, M., Mokoginta, M. I., Bintang, & Sudrajat, A. O. (2008). Perubahan Enzim-Enzim Pencernaan Pada Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) sebagai Respon terhadap Pakan yang Mengandung Kadar Protein dan Karbohidrat yang Berbeda. *Aquaculturea Indonesiana*, 9(1), 25 – 29.
- Hua, K., Koppe, W., & Fontanilla, R. (2019). Effects of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth, Body Composition and Nutrient Utilization of *Channa striata*. *Aquaculture*, 501(2019), 368–373.
- Kottelat, M., A. J., Whitten, S. N., Kartikasari, & Wirjoatmodjo, S. (1993). *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions: Hongkong.
- Kumar, S., Sahu, N. P., & Ranjan, A. (2018). Feeding De-Oiled Rice Bran (DORB) to Rohu, *Labeo Rohita*: Effect of Varying Dietary Protein and Lipid Level on Growth, Body Composition, and Insulin Like Growth Factor (IGF) Expression. *Aquaculture*, 492, 59–66.
- Mansour, O., Idris, N. M., Das, M., & Noor, S. K. (2017). Growth Performance of Tinfoil Barb (*Barbonymus schwanenfeldii*) Fry Feeding with Different Protein Content Diets. *AAFL Bioflux*, 10(3), 475–479.
- Mardani. (2014). The Effect of Different Food Sources on the Growth of Rice Crab Fish (*Osteochilus melanopleura*) Maintained in Hapa in Ponds. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 3(1).

- Mokoginta, I., Suprayudi, M. A., & Setiawati, M. (1995). Nutritional Requirements of Gurame (*Osphronemus gouramy Lac*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 4, 82–94.
- Radona, D., Subagja, J., & Kusmini, I. I. (2017). Kinerja Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Tor tombroides yang diberi Pakan Komersil dengan Kandungan Protein Berbeda. *Media Akuakultur*, 12(1), 27–33.
- Ramadhani, S. (2021). Aktivitas Penghambatan Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Biskuit Berbasis Tepung Tempe Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*). In *Repository.Uinjkt.Ac.Id*.
<https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/58080>
[https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/58080/1/SAFIRA RAMADHANI-FST.pdf](https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/58080/1/SAFIRA_RAMADHANI-FST.pdf)
- Ranjan, A. P. S., Narottam, A. D., Deo1, & Kumar, S. (2018). Comparative Growth Performance, in Vivo Digestibility and Enzyme Activities of Labeo rohita Fed with DORB Based Formulated Diet and Commercial Carp Feed. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 1025–1036.
- Sankar, H., Jose, J., Varadarajan, R., Bhanu, S. V., Joy, S., & Philip, B. (2014). Functional Zonation of Different Digestive Enzymes in *Etroplus suratensis* and *Oreochromis mossambicus*. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(5), 1–10.
- Sankian, T., & Gurkan, M. (2022). Effects of Dietary Protein Level on Growth, Histology and Digestive Enzyme Activities of Ornamental Fish *Ancistrus cirrhosus*. *Aquacultr Reserch*, 53(18), 6419–6934.
- Sankian, Z., Khosravi, S., Kim, Y. O., & Lee, S. M. (2017). Effect of Dietary Protein and Lipid Level on Growth, Feed Utilization, and Muscle Composition in Golden Mandarin Fish *Siniperca scherzeri*. *Fish Aquat Sci*, 20, 1–6.
- Susanto, A., Hutabarat, J., Anggoro, S., & Subandiyono. (2019). The Effects of Dietary Protein Level on the Growth, Protein Efficiency Ratio and Body Composition of Juvenile Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). *AACL Bioflux*, 12(1), 320–326.
- Susanto, A., Hutabarat, S. J., Anggoro, & Subandiyono. (2020). The Effects of Dietary Carbohydrate Level on the Growth Performance, Body Composition and Feed Utilization of Juvenile Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). *AACL Bioflux*, 13(4), 2061–2070.
- Susilo, U., Yuwono, E., Rachmawati, F. N., Priyanto, S., & Hana, H. (2015). Karakteristik Enzim Digesti, Protease dan Amilase, Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy Lac*.) pada Fase Pertumbuhan. *Biosfera*, 32(2), 134. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2015.32.2.305>
- Tahapari, E., & Darmawan, J. (2018). Kebutuhan Protein Pakan untuk Performa Optimal Benih Ikan Patin Pasopati (*Pangasiid*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 47–56.
- Tok, N. C., Jain, K. K., Prabu, D. L., Suhu, N. P., Kumar, S. M., Pal, A. K., Siddiah, G. M., & Kumar, P. (2017). Metabolic and Digestive Enzyme Activity of *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) Fingerlings in Response to Alternate Feeding of Different Protein Levels in the Diet. *Aquaculture Research*, 48(6), 2895–2911.
- Wang, C. G., Hu, P., Sun, W., Gu, B., Wang, Q., Xu, & Liu, H. (2018). Effects of Dietary Protein at Two Lipid Levels on Growth, Gonadal Development, Body Composition and Liver Metabolic Enzymes of Brown Trout (*Salmo trutta fario*) Broodstock. *Aquac. Nutr*, 24, 1587–1598.
- Wang, L., Hu, S., Lou, B., Chen, D., Zhan, W., Chen, R., Liu, F., & Xu, D. (2018). Effect of Different Dietary Protein and Lipid Levels on the Growth, Body Composition, and Intestinal Digestive Enzyme Activities of Juvenile Yellow Drum *Nibea albiflora* (Richardson). *J. Ocean Univ. China*, 17, 1261–1267.
- Worthington, V. (1993). *Worthington Enzyme Manual. Enzymes and Related Biochemicals Worthington Chemical, New Jersey*. Worthington Chemical, New Jersey, US.
- Wu, W., Ji, H., Yu, H., Sun, J., & Zhou, J. (2020). Effect of Refeeding Dietary Containing

Different Protein and Lipid Levels on Growth Performance, Body Composition, Digestive Enzyme Activities and Metabolic Related Gene Expression of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) After Overwinter Starvation. *Aquaculture*, 523(735196).

Ye, W., Han, D., Zhu, X., Yang, Y., Jin, J., & Xie., S. (2015). Comparative Studies on Dietary Protein Requirements of Juvenile and On-Growing Gibel Carp (*Carassius auratus Gibelio*) Based on Fishmeal-Free Diets. *Aquacult. Nutr*, 21, 286 – 299.