

**KECERNAAN NUTRIEN, AKTIVITAS ENZIM PENCERNAAN DAN
PERTUMBUHAN IKAN KELABAU (*Osteichilus melanopleura*) YANG
DIBERI PAKAN DENGAN KADAR KARBOHIDRAT BERBEDA**

**NUTRIENT DIGESTIBILITY, DIGESTIVE ENZYME ACTIVITIES AND
GROWTH OF KELABAU (*Osteichilus melanopleura*) FEEDED WITH
DIFFERENT CARBOHYDRATE CONTENT**

¹⁾Adi Susanto*, ²⁾Yohannes Hutabarat, ²⁾Subandiyono dan ³⁾Sutrisno Anggoro

- ¹⁾ Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science, Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.
- ²⁾ Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University, Tembalang Semarang, Central Java, Indonesia.
- ³⁾ Department of Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University, Tembalang Semarang, Central Java, Indonesia.
- *Corresponding author: Adi Susanto, adisusanto@fpik.unmul.ac.id;
adisusanto73@gmail.com

Abstraks

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pencernaan nutrisi, aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan Kelabau (*Osteichilus melanopleura*) yang diberi pakan dengan kandungan karbohidrat yang berbeda. Tiga pakan percobaan dengan kandungan karbohidrat dan C/P yang berbeda serta kadar protein yang sama. Pakan A, B, dan C mengandung kadar karbohidrat dan C/P berturut-turut 30,50 %;8,30 Kkal, 32,76%;8,57 Kkal, dan 34,82%;8,76 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 dengan ulangan 4 kali. Ikan Kelabau diberi pakan percobaan 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 dibanding dengan 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 : *Enzim, Amilase, Protease, Lipase, Protein*

Abstract

This study was conducted to determine the activity of digestive enzymes and the growth of Kelabau (*Osteochilus melanopleura*) which were fed with different protein content. Four experimental feeds with different protein and C/P content and the same fat content. Feeds A, B, C and D contain protein and C/P levels of 25.14% respectively: 10.64 Kcal, 28.26 %:9.57 Kcal, 31.88%:8.84 Kcal and 34.73%:8.49 Kcal. Kelabau were obtained from the results of cultivation at the Balai Benih Ikan Air Tawar Mandiangin with an initial population weight of an average of 40.91 ± 4.93 g to 45.22 ± 3.07 g with a density of 20 individual reared in a plastic bath measuring 54.3 cm x 38 cm x 31.5 cm and in the volumes 40 litres. Kelabau are given experimental feed 2 times a day on an at satiation basis for 60 days. The activity of digestive enzymes of Kelabau tend increases with an increase in feed protein content up to 31,88% and again decreases to the feed protein content of 34,73%. The highest activity of amylase and protease enzymes was obtained in kelabau consuming C feed (31.88 %) with an average activity of the enzyme amylase and protease respectively 1.55 ± 0.45 IU and 0.038 ± 0.004 IU, while the activity of the enzyme lipase tended to be measured equal to 0.091 ± 0.01 IU. The fish that consuming feed C (31.88 %) showed higher weight growth and specific growth (SGR) compared to other treatments ($P < 0.05$). The highest population weight growth and specific growth rate (SGR) were obtained at treatment C (31.88 %) with an average of 102.53 ± 4.62 g and $2.04 \pm 0.11\%$ per days.

Keywords : *Enzyme, Amylase, Protease, Lipase, At Satiation.*

LATAR BELAKANG

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), melakukan penelitian tentang sumber makanan yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan kelabau. 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 (Abowei & Ekubo, 2011). 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 (Caruso *et al.*, 2009). Kajian aktivitas enzim digesti seperti amilase, protease dan lipase dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu spesies dalam mencerna karbohidrat, protein dan lemak (Hidalgo *et al.*, 1999; Klahan *et al.*, 2009).

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 aktivitas enzim lipase tertinggi diperoleh pada ikan yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 33% dan karbohidrat 21% (Handayani *et al.*, 2008), sedangkan aktivitas enzim pencernaan pada ikan Kelabau belum dilakukan. Berdasarkan hal tersebut diatas perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh gambaran aktivitas enzim pencernaan pada ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Pakan

Penelitian ini menggunakan 4 macam pakan buatan dengan kandungan protein berbeda yaitu pakan A (25 %), pakan B (28 %), pakan C (31 %) dan pakan D (34 %) dengan isolipid dan CP ratio berkisar 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	29,0	34,0	37,0	39,3
Tepung Kedelai	15,5	15,0	17,0	20,2
Tepung Terigu	6,5	10,0	12,3	13,0
Tepung Dedak	15,0	12,0	10,0	10,2
Minyak Ikan	2,5	2,5	2,5	2,5
Minyak Jagung	2,5	2,5	2,5	2,5
Vitamin Mix ²⁾	3,0	3,0	3,0	3,0
Mineral Mix ³⁾	3,0	3,0	3,0	3,0
Coline Chlorida	2,0	2,0	2,0	2,0
CMC ¹⁾	2,0	2,0	2,0	2,0
Piller	19,0	14,0	8,7	2,3
Hasil Uji Proksimat (%Berat Kering)				
Protein (g 100g ⁻¹)	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 :

*) : Perhitungan berdasarkan bobot kering.

¹ : Carboxymethyl cellulose.

- ² : Kandungan dalam mg/kg pakan : vit. B₁ 60; vit. B₂ 100; vit. B₁₂ 100; vit. C 2000; vit. K₃ 50; vit. A/D₃ 400; vit. E 200; Ca pantotenat 100; inositol 2000; biotin 300; asam folat 15; niasin 400.
- ³ : Kandungan 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 0.0003.
- ⁴ : Protein = 3.5 kkal/g; Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) = 2.5 kkal/g; Lemak 8.1 kkal/g.

Pemeliharaan Ikan

Benih ikan Kelabau yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil pembenihan di Balai Benih Air Tawar Mandiangin, Kalimantan Selatan. Ikan kelabau dipelihara dalam bak plastik berukuran 54,3 cm x 38 cm x 31,5 cm dan diisi air 40 liter. Setiap bak plastik diisi 20 ekor ikan dengan bobot awal populasi rata-rata $40,91 \pm 4,93$ g sampai dengan $45,22 \pm 3,07$ g. Ikan dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan dua kali sehari pada pagi dan sore hari secara *at satiation*. Ikan Kelabau dipelihara pada sistem sirkulasi semi-tertutup. Penyiponan feses dilakukan pada pagi hari. Air yang hilang akibat penyiponan diganti dengan air yang baru hingga volume yang sama. Filter dicuci setiap hari dan bak filter dicuci dan diganti dengan air yang baru setiap 1 minggu. Selama penelitian, suhu air rata-rata 30.0 ± 1.0 °C, oksigen terlarut 4.60-6.20 mgL⁻¹, pH antara 6.70-6.80, total amonia nitrogen antara 0.398-0.721 mgL⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi air selama penelitian berada pada kondisi optimum. (Tebbut, 1992; Effendie, 1997)

Pengumpulan Data dan Analisis Kimia

Penimbangan bobot tubuh dilakukan pada awal dan akhir penelitian dalam keadaan ikan terbius. Ikan dibius dengan menggunakan MS222. Penimbangan dilakukan untuk mengetahui laju pertumbuhan spesifik (De Silva & Anderson, 1995). Pakan yang dikonsumsi selama penelitian dicatat untuk mengetahui Total Konsumsi Pakan (Pereira *et al.*, 2007). Pengukuran pencernaan pakan, kadar nutrisi feses dan kadar Cr₂O₃ pada pakan dan feses (Furukawa and Tsukahara, 1966.) Analisa proksimat tubuh dilakukan pada awal dan akhir penelitian yang digunakan untuk mengetahui komposisi nutrisi pada ikan. (Takeuchi, 1988). Pengukuran aktivitas enzim α -amylase menurut metoda Worthington (1993), pengukuran aktivitas enzim protease menurut metode Bergmeyer and Grassi (1983) dan pengukuran aktivitas enzim lipase menurut Metoda Borlongan (1990).

Analisis Statistik

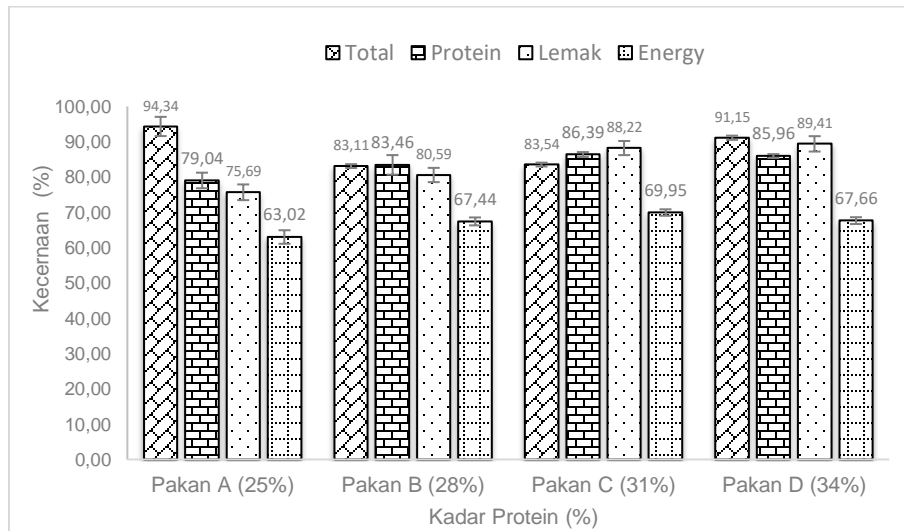
Desain dari penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 4 ulangan. Data pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) dianalisis keragamannya dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada selang kepercayaan 95% menggunakan program SPSS versi 11.5 sedangkan aktivitas enzim pencernaan dianalisis secara diskriptif dalam bentuk grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecernaan Pakan

Kecernaan adalah bagian pakan yang dikonsumsi dan tidak dikeluarkan menjadi feses (Affandi dan Tang, 2002). Nilai kecernaan menyatakan banyaknya komposisi nutrisi suatu bahan maupun energi yang dapat diserap dan digunakan oleh ikan dan kecernaan merupakan suatu evaluasi kuantitatif dari pemanfaatan pakan maupun komponen nutrisi (NRC, 1993).

Kecernaan total pakan yang diberikan kepada ikan kelabau cukup tinggi dengan kisaran antara 83,11% sampai dengan 94,34%. Kecernaan protein tertinggi terdapat pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan C (31%) dengan nilai kecernaan protein $86,39 \pm 0,69\%$, yang diikuti oleh kelompok ikan D (34%) dengan nilai kecernaan protein sebesar $85,96 \pm 0,55\%$, setelah itu pakan B (28%) dengan nilai kecernaan sebesar $83,46 \pm 2,77\%$ dan pakan A (25%) dengan nilai kecernaan protein sebesar $79,04 \pm 2,21\%$. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, terlihat bahwa jumlah protein yang dapat dicerna berkisar antara 79-86% dari protein yang dikonsumsi sedang sisanya 14-16% terbuang ke dalam air dan feses. Nilai kecernaan ini tergolong baik dan normal serta menunjukkan bahwa nutrisi pakan yang diberikan mampu dicerna dengan baik. Hal ini sejalan dengan pendapat NRC (1993) yang menyatakan kecernaan protein yang normal berkisar antara 75-95%. Nilai kecernaan protein meningkat dengan meningkatnya kadar protein pakan sampai dengan kadar protein 31% dan kembali menurun dengan meningkatnya kadar protein pakan. Hasil pengukuran kecernaan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai kecernaan nutrisi dan energi pakan pada ikan kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda.

Nilai kecernaan lemak tertinggi diperoleh pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan D (34%) dengan nilai kecernaan lemak sebesar $89,41 \pm 2,17\%$, diikuti oleh kelompok ikan C (31%) dan B (28%) yang berturut-turut sebesar $88,22 \pm 2,00\%$ dan $80,59 \pm 2,02\%$. Nilai kecernaan lemak terendah diperoleh pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan A (25%) sebesar $75,69 \pm 2,23\%$. Nilai kecernaan lemak yang tinggi menggambarkan bahwa lemak juga berperan penting sebagai sumber energi utama setelah karbohidrat. Asam lemak esensial yang menyusun lemak memberikan energi yang baik untuk proses metabolisme nutrisi lainnya seperti protein

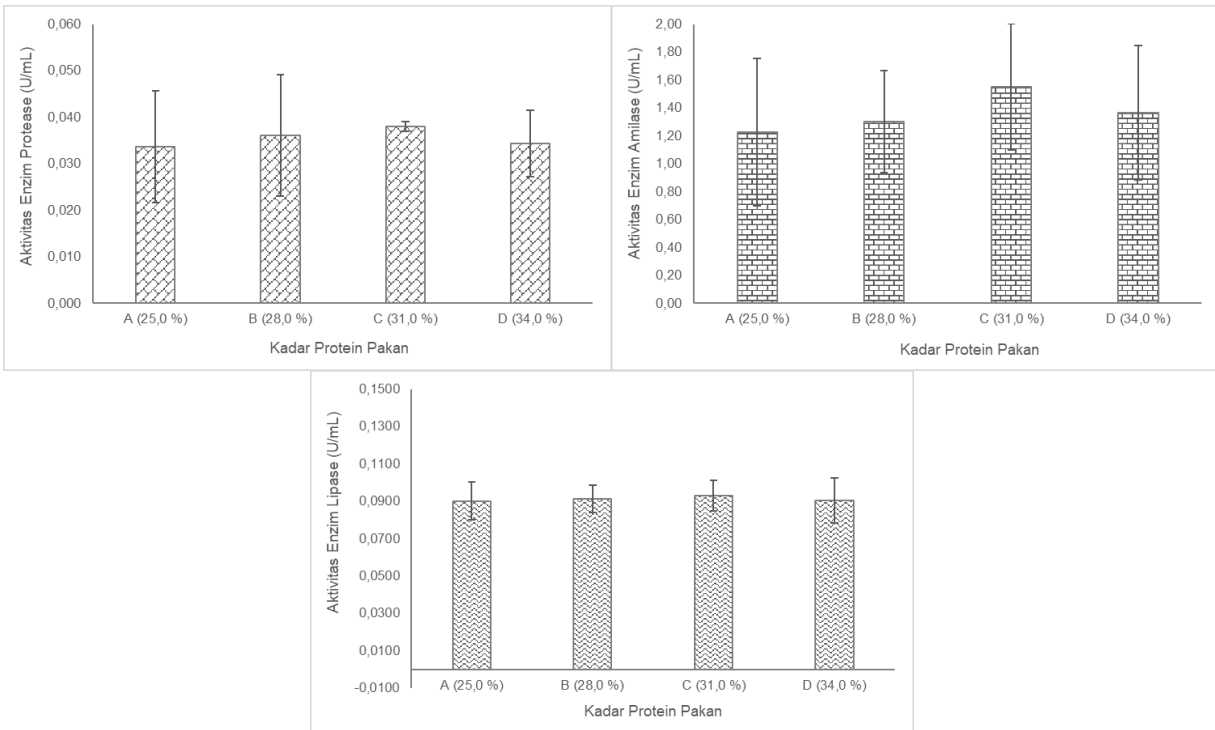
sehingga meningkatkan pencernaan protein. Tingginya nilai pencernaan lemak menunjukkan bahwa ikan kelabau sebagai jenis ikan herbivora mampu memanfaatkan lemak yang dikonsumsi untuk sumber energi khususnya sebagai sumber energi cadangan yang disimpan pada jaringan adipose. Hal ini tergambar dari tingginya nilai retensi lemak pada ikan yang mengkonsumsi pakan C (31%) dan D (34%).

Nilai pencernaan energi tertinggi diperoleh pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan C (31%) dengan nilai pencernaan energi sebesar $69,95 \pm 0,92\%$, diikuti oleh kelompok ikan D (34%) dan B (28%) yang berturut-turut sebesar $67,66 \pm 0,97\%$ dan $67,44 \pm 1,12\%$. Nilai pencernaan energi terendah diperoleh pada kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan A (25%) sebesar $63,02 \pm 1,92\%$. Berdasarkan nilai pencernaan energi tersebut, terlihat bahwa ikan kelabau pada kelompok C mampu mencerna energi yang dikonsumsi dengan lebih baik dibanding dengan kelompok lainnya dan memanfaatkannya untuk berbagai aktivitas serta mampu menekan penggunaan protein untuk energi. Pencernaan energi yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dari hasil penelitian Janah *et al.* (2016) terhadap ikan nila (*O. niloticus*) yang diberi pakan kontrol, silase dan spray drayed. Rendahnya pencernaan energi disebabkan oleh rendahnya kemampuan ikan dalam mencerna karbohidrat yang merupakan komponen energi utama selain lemak.

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 enzimatis 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. Hasil yang sama juga diperoleh oleh Wu *et al.*, (2020), pada ikan Grass Carp (*C. idellus*). Aktivitas enzim pencernannya meningkat dengan meningkatnya kadar protein pakan sampai dengan 31%, kemudian menurun dengan meningkatnya kadar protein.

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 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 dan dimanfaatkan dalam pertumbuhan rendah dan dikatabolisme menjadi energi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Bhatnagar dan 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 dengan kelompok ikan yang mengkonsumsi protein lebih rendah atau lebih tinggi. Hal yang sama juga diperoleh Debnath *et al.*, (2007) pada ikan Rohu (*L. rohita*) dengan semakin tinggi protein pakan semakin tinggi aktivitas enzim protease. Hasil pengukuran aktivitas enzim pencernaan ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Aktivitas Enzim Pencernaan pada ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda

Aktivitas enzim α -amilase ikan Kelabau yang mengkonsumsi protein 31% (pakan C) juga lebih tinggi dari kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan A (25%), B (28%) dan D (34%). Adanya peningkatan protein akan menstimulasi peningkatan aktivitas enzim α -amilase, seperti yang terjadi kelompok ikan C, akan tetapi kembali menurun seiring dengan meningkatnya kadar protein. Hasil yang sama juga diperoleh Handayani (2008) pada ikan Gurame yang diberi pakan protein 32% lebih tinggi aktivitas enzim α -amilase dibanding dengan ikan gurame yang mengkonsumsi protein 28%, 29% dan 33% serta oleh Debnath et al., (2007) pada ikan Rohu (*L. rohita*).

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. Aktivitas enzim lipase yang cenderung sama mungkin berhubungan dengan kadar lemak pakan yang hampir sama pada penelitian ini. 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%) mempunyai aktivitas enzim lipase lebih tinggi dari pada ikan yang mengkonsumsi protein rendah (25%) dengan kadar lemak lebih tinggi (10,0%). Hal yang berbeda ditemukan oleh Debnath et al., (2007) pada ikan Rohu (*L. rohita*), aktivitas enzim lipase meningkat dengan meningkatnya kadar protein sampai pada 35% dan 40%.

Pertumbuhan Berat, Laju Pertumbuhan Spesifik dan Tingkat Konsumsi Pakan

Nilai berbagai parameter penggunaan pakan yang meliputi perolehan bobot dan laju pertumbuhan spesifik dari ikan kelabau setelah dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan yang mengandung protein berbeda disajikan pada Tabel 2 .

Ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap 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 ($P < 0,05$).

Tabel 2. Nilai rata-rata bobot awal biomassa, bobot akhir, pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik (SGR), total konsumsi pakan (TKP), yang diperoleh pada Ikan Kelabau (*O. melanopleura Bleeker*) yang dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan yang mengandung protein berbeda.

Parameter	Protein Pakan (% Berat Kering)			
	A(25,14)	B(28,26)	C(31,88)	D(34,73)
Berat Awal(g)	40,91 ± 4,93	41,62 ± 0,79	42,93 ± 2,24	45,22 ± 3,07
Berat Akhir(g)	108,88 ± 0,63	115,11 ± 1,14	145,46 ± 2,40	128,19 ± 0,22
Pert.Berat(g)	67,97 ± 2,27 ^a	73,50 ± 1,05 ^{ab}	102,53 ± 4,62 ^c	82,98 ± 3,02 ^b
SGR(%)	1,64 ± 0,20 ^a	1,70 ± 0,03 ^a	2,04 ± 0,11 ^b	1,74 ± 0,11 ^{ab}
TKP(%)	195,40 ± 5,55 ^a	189,25 ± 5,20 ^a	221,28 ± 13,52 ^b	224,72 ± 8,66 ^b

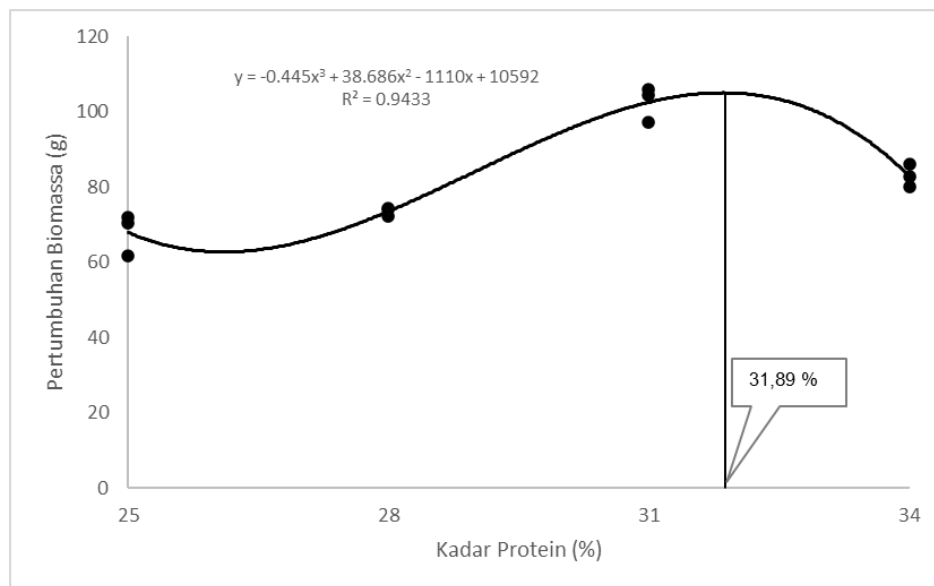
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada lajur yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

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. Hal ini sesuai dengan pendapat Ensminger, *et al.* (1990) yang menyatakan bahwa jika energi dalam pakan belum cukup maka organisme akan mengkatabolisme protein menjadi energi untuk dibelanjakan pada aktivitasnya.

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) menjelaskan bahwa bila kandungan energi pakan terlalu rendah, maka sebagian besar protein pakan akan dikatabolisme untuk memenuhi kebutuhan energi sehingga ikan banyak mengkonsumsi pakan untuk memenuhi kebutuhannya, sebaliknya ketika pakan mengandung

energi terlalu tinggi maka ikan akan membatasi jumlah konsumsi pakan karena kebutuhan energi pokok telah terpenuhi.

Hasil uji polinomial orthogonal pertumbuhan biomassa ikan kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda menunjukkan pola respon yang bersifat kubik dengan persamaan $y = -0,445x^3 + 38,686x^2 - 1110x + 10592$ dan koefisien determinasi (R^2)=0,9433. Berdasarkan koefisien determinasi tersebut dapat disimpulkan bahwa pengaruh pemberian protein terhadap pertumbuhan biomassa ikan kelabau sangat besar yaitu 94,33% sedangkan sisanya sebesar 5,67% dipengaruhi oleh faktor lain. Berdasarkan persamaan tersebut di atas maka diperoleh kadar protein optimal sebesar 31,89% 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 3.



Gambar 2. Grafik hubungan antara pertumbuhan biomassa ikan Kelabau dengan kadar protein pakan.

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. Telah diketahui bahwa rasio P/E diet memiliki efek yang signifikan pada pemanfaatan nutrisi. Kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan C mempunyai pertumbuhan yang tinggi dibanding dengan kelompok pakan lainnya. Banyak penulis telah melaporkan bahwa ada peningkatan kadar protein tidak akan mendukung pertumbuhan lebih lanjut dan bahkan mungkin mempengaruhi menurunkan pertumbuhan disebabkan oleh ketersediaan energi yang tidak cukup (McGoogan & Gatlin 1999). Hal ini mungkin dapat menjelaskan bahwa proporsi protein akan terdegradasi, dimana kerangka karbon digunakan sebagai sumber energi pada tingkat protein diet tinggi. Nitrogen amonia yang diekskresi menyebabkan kerusakan kualitas air, sehingga peningkatan kadar protein makanan tidak meningkatkan produksi sehingga harus dihindari (El-Sayed & Kawanna 2008).

Berdasarkan pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik, tingkat protein pakan optimum untuk ikan Kelabau adalah 31,31%. Hasil ini lebih rendah dari yang dilaporkan pada ikan lain, seperti *Oncorhynchus nerka* (45,0%) (NRC,1993) dan ikan Salmon Pasifik

Oncorhynchus spp (55,0 %) (NRC, 2011). Tingkat protein diet optimum 31,31 % dalam penelitian ini juga lebih rendah dari nilai 48,0 % protein diet dengan 20,0 ~ 25,0 % lipid untuk larva ikan Trout Manchurian (0,15 g) seperti yang dilaporkan oleh Zhang *et al.*, (2009). Perbedaan antara dua studi dapat dijelaskan oleh ukuran ikan yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan protein menurun seiring peningkatan ukuran ikan (NRC, 2011).

Hasil yang lebih tinggi juga ditemukan pada ikan Nila (*O. niloticus*) yang berukuran fingerling/juvenil membutuhkan protein 35,0 % (Tawwab *et al.*, 2010), ikan Gurame (*O. gouramy*) yang berukuran 0,27 g membutuhkan 43,29 % protein dengan rasio energi protein (C/P) 8 kkal DE/gram (Mokoginta *et al.*, 1995). Hossain *et al.*, (2002), menyatakan bahwa benih ikan Mashseer (*T. putitora* (Hemilton)) tumbuh dengan baik pada pakan yang mengandung 40% Protein. Ikan Rohu (*L. rohita*) berukuran rata-rata $4,3 \pm 0,02$ g yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 45,0 % dan kadar lemak 10 % atau 15 % memberikan pertumbuhan terbaik (Satpathy *et al.*, 2003). Hasil yang hampir sama ditemukan pada ikan mas (*C. carpio*) yang berukuran 121 g membutuhkan 31,6 % protein dan 11,9 % lemak (Shimeno *et al.*, 1995). Pada Ikan Silver Barb (*P. gonionotus*) tumbuh dengan baik pada kadar protein 31,77 % dengan rasio P/E 21,1 g protein MJ⁻¹ (Mohanta *et al.*, 2008). Selanjutnya Mansour *et al.*, (2017), menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan Tengadak (*B. schwanenfeldii*) yang terbaik diberi pakan dengan kadar protein 32%. Dewantoro *et al.*, (2018) memperoleh kebutuhan protein yang lebih rendah pada kadar protein 30% dan C/P Rasio 10 Kkal/g protein, mampu meningkatkan laju pertumbuhan spesifik (SGR), retensi protein dan retensi lemak pada ikan yang sama.

KESIMPULAN

Ikan Kelabau yang mengkonsumsi pakan mengandung protein 31,89 % mampu menghasilkan pencernaan protein, aktivitas enzim amilase dan protease lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, serta memberikan pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik dan total konsumsi pakan terbaik dibanding perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Kemenbudristekdikti Tahun 2018 yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Khattab, Y.A.E., Shalaby, A.M.E. 2010. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) Aquaculture. Volume 298. Issue 3-4; Pages 267-274.
- Abowei, J.F.N., A.T. Ekubo. 2011. Some principles and requirements in fish nutrition. British Journal of Pharmacology and Toxicology. 2(4):163-178
- Babaei, S., A. Abedian-Kenari, M.Hedayati & M.A.Yazdani-Sadati. 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*, 2016, 1–13.
- Bergmeyer, H. U., and M. Grassi. 1983. Reagents for Enzymatic Analysis: Enzymes--Glucosidase, p. 205-206. In H. U. Bergmeyer (ed.), *Methods of Enzymatic Analysis*, 3rd ed., vol. 2. Verlag Chemie, Weinheim, Federal Republic of Germany.
- Bhatnagar, A and O. Dhillon. 2017. Evaluation of Optimum Protein Requirement and Cost-Effective Eco-Friendly Source for *Labeo Calbasu* (Hamilton, 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.
- Caruso G., M.G. Denaro, L. Genovese. 2009. Digestive enzymes in some teleost species of interest for mediterranean aquaculture. *The Open Fish Science Journal*. 2(1):74-86
- Debnath, D., A.K. Pal, N.P. Sahu, S. Yengkokpam, K. Baruah, D. Choudhury, G. Venkateshwarlu. 2007. Digestive enzymes and metabolic profile of *Labeo rohita* fingerlings fed diets with different crude protein levels. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 146:107–114
- De Silva S. S. & Anderson T., 1995 *Fish nutrition in Aquaculture*. Springer Science & Business Media. ISBN: 9780412550300.
- 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.
- Effendie M. I., 1997 *Fisheries biology methods*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta, Indonesia, 258 pp. [in Indonesian].
- El-Sayed, A.-F.M., and Kawanna M. 2008. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. *Aquaculture* 280, 179–184.
- Ensminger ME. JG. Oldfield, dan WW. Eeinmann. 1990. *Feed and Nutrition*. Ensminger Publishing Co. California USA
- Handayani, S., M. Zairin. Jr., I. Mokoginta, M. Bintang and A.O. Sudrajat. 2008. Perubahan Enzim-Enzim Pencernaan Pada Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) sebagai Respon terhadap Pakan yang Mengandung Kadar Protein dan Karbohidrat yang berbeda. *Aquacultura Indonesiana* 9 (1): 25 – 29
- Hidalgo, M.C., E. Urea, A. Sanz. 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits: proteolytic and amylase activities. *Aquaculture*. 170:267-283.

- Hossain M. A., Hasan N., Shah A. K. M. A., Hussain M. G., 2002 Optimum dietary protein requirement of mahseer, *Tor putitora* (Hamilton) fingerlings. *Asian Fisheries Science* 15:203-214.
- Klahan, R., N. Areechon, R. Yoonpundh, A. Engkagul. 2009. Characterization and activity of digestive enzymes in different sizes of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)*. 43:143-153.
- Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari and S. Wirjoatmodjo, 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions, Hong Kong. 221 p.
- Mansour O., Idris M., Noor N. M., Das S. K., 2017 Growth performance of tinfoil barb (*Barbonymus schwanenfeldii*) fry feeding with different protein content diets. *AACL 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. *Jur. Ilmu Hewani Tropika* Vol 3. No.1. (In Indonesia)
- McGoogan BB, Gatlin DM. 1999. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenops ocellatus*: I. Effects of dietary protein and energy levels. *Aquaculture* 178:333–348.
- Mohanta K. N., Mohanty S. N., Jena J. K., Sahu N. P., 2008. Protein requirement of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 14:143-152.
- Mokoginta, I., Suprayudi, M.A. dan Setiawati, M. 1995. Nutritional Requirements of Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 4, 82-94. (In Indonesia)
- NRC, National Research Council. 1993. *Nutrient Requirements of Fish*. Washington. 112 pp
- NRC, National Research Council. 2011. *Nutrient requirements of fish and shrimp* Animal Nutrition Series, National Research Council of the National Academies. The National Academies Press, Washington, D.C., USA (376 pp.)
- Peirera, L., T. Riquelme, and H. Hosokawa. 2007. Effect of There Photoperiod Regimes on the Growth and Mortality of the Japanese Abalone (*Haliotis discus hanaino*). *Journal of Shellfish Research*, 26: 763 – 767
- Ranjan, A., P.S. Narottam, A.D. Deo1, S. Kumar. 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.

- Satpathy, B.B., D. Mukherjee and A.K., Ray. 2003. Effect of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth, Feed Conversion and Body Composition in Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), Fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 9:17 – 24.
- Sankar HHS, Jose J, Varadarajan R, Bhanub SV, 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.
- Shimeno SD, Kheyyali, and Shikata T. 1995. Metabolic Response to Dietary Lipid to Protein Ratios in Common Carp. *Fisheries Science*, 61(6): 977- 980.
- Susanto A., J. Hutabarat, S. Anggoro and 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., J. Hutabarat, S. Anggoro and 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.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients, p. 179-225. in *Fish Nutrition and mariculture*. Watanabe, T. (ed.), Departement of aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA.
- Tawwab, M.A., H.A. Mohammad, A.E.K. Yassir and M.E.S. Adel. 2010. Effect of Dietary Protein Level, Initial Body Weight, and Their Interaction on The Growth, Feed Utilization, and Physiological Alterations of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture*. 298:267 – 274.
- Tebbut, T.H.Y. 1992. *Principles of Water Qualit Control*. Fourth Edition. Pergamon Press, Oxford. 251 p.
- Worthington, V. 1993. *Worthington Enzyme Manual*. Enzymes and Related Biochemicals Worthington Chemical, New Jersey, US. 399 p.
- Ye, W., D. Han, X. Zhu, Y. Yang, J. Jin and S. Xie. 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
- Zhang, H., Z. Mu, L.M. Xu, G. Xu.M. Liu, A. Shan. 2009. Dietary Lipid Level Induced Antioxidant Response in Manchurian Trout, *Brachymystax lenok* (Pallas) Larvae. *Lipids* 44 (7), 643-654