



Search: unra



Compose

- Inbox 26
- Starred
- Snoozed
- Important
- Sent
- Drafts
- Categories
- More
- Labels +
- [Imap]/Sent
- [Imap]/Trash
- Notes



### Editor Decision Inbox x

**Jurnal Perikanan** <jurnalperikanan@unram.ac.id> to me

Dec 5, 2022, 3:04 PM

Yth. Penulis

Salam

Terima kasih atas kesediaan anda untuk submit ke jurnal kami, bersamaan dengan email ini kami menginformasikan bahwa masih ada beberapa hal yang perlu diperbaiki (file terlampir) dan setelah kami cek turnitin, hasil turnitin masih >30%, mohon diperbaiki hingga turnitin dibawah 30% (hasil turnitin terlampir).

Kami menunggu perbaikan anda

Terima Kasih

2 Attachments • Scanned by Gmail





Search: unra

Compose

- Inbox 26
- Starred
- Snoozed
- Important
- Sent
- Drafts
- Categories
- More

- Labels +
- [Imap]/Sent
- [Imap]/Trash
- Notes

Navigation icons: back, forward, refresh, print, share, etc.



**Adi Susanto** <adisusanto73@gmail.com>

Dec 12, 2022, 10:15 PM

to Jurnal

Kepada YTH:  
Admin Jurnal Perikanan

Berikut ini, saya sampaikan hasil perbaikan jurnal sesuai dengan hasil review tim Jurnal Perikanan.  
Terima kasih.

Salam,  
Adi Susanto



One attachment - Scanned by Gmail



Compose

- Inbox 26
- Starred
- Snoozed
- Important
- Sent
- Drafts
- Categories
- More

- Labels +
- [imap]/Sent
  - [imap]/Trash
  - Notes

Navigation icons: back, forward, search, archive, trash, mail, clock, refresh, print, share, etc.

### Editor Decision Inbox x



**Jurnal Perikanan** <jurnalperikanan@unram.ac.id>  
to me

Fri, Feb 10, 11:18AM

Yth. Penulis

Salam

Berdasarkan hasil revisi yang sudah dikirimkan, masih terdapat beberapa perbaikan yang harus disesuaikan seperti :

1. Hasil turnitin masih >30%, mohon diperbaiki hingga turnitin dibawah 30% (hasil turnitin terlampir).
2. Jumlah maksimal halaman Jurnal perikanan adalah 12 halaman, harap disesuaikan.
3. Grafik pada hasil penelitian sebaiknya disajikan tidak dalam bentuk jpg, kami sarankan grafik yang ada di excel langsung di copy ke naskah artikel. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan pihak editorial pada saat melayout naskah ketika proses copy-editing.
4. Silahkan menyesuaikan artikel dengan format penulisan jurnal yang dapat diakses via website kami.

Kami menunggu perbaikan anda

Terima Kasih

Editor Decision [Inbox x]

From: Jurnal Perikanan <jurnalperikanan@unram.ac.id>  
To: me  
Date: Feb 10, 2023, 11:18 AM

Yth. Penulis,  
Salam,

- Berdasarkan hasil revisi yang sudah dikirimkan, masih terdapat beberapa perbaikan yang harus disesuaikan seperti :
1. Hasil tumitin mesin >30%, mohon diperbaiki hingga tumitin dibawah 30% (hasil tumitin terlampir).
  2. Jumlah maksimal halaman Jurnal perikanan adalah 12 halaman, harap disesuaikan.
  3. Grafik pada hasil penelitian sebaiknya dsajikan tdk dalam bentuk jpg, kami sarankan grafik yang ada di excel langsung di copy ke naskah artikel. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan pihak editorial pada saat melayout naskah ketika proses copy-editing.
  4. Silahkan menyesuaikan artikel dengan format penulisan jurnal yang dapat diakses via website kami.

Kami menunggu perbaikan anda

Terima Kasih

One attachment • Scanned by Gmail



From: Adi Susanto <adisusanto73@gmail.com>  
To: Jurnal

Kepada Yth:  
Pengelola Jurnal Perikanan UNRAM

Dengan hormat,  
Bersama ini saya sampaikan perbaikan jurnal sesuai dengan saran dan masukan yang ada di email sebelumnya dan hasil uji tumitinya.  
Saya berharap dapat kabar yang baik terkait penerbitan jurnal ini.  
Terima kasih.

Salam,  
Adi Susanto  
\*\*\*

2 Attachments • Scanned by Gmail



**Gmail** Search: unr

**Compose**

**Inbox** 26

- Starred
- Snoozed
- Important
- Sent
- Drafts
- Categories
- More

**Labels** +

- [imap]Sent
- [imap]Trash
- Notes
- Personal
- Unwanted
- More

---

**Jurnal Perikanan** -jurnalperikanan@unram.ac.id  
to me

Salam,

Mohon maaf pak, jumlah maksimal halaman untuk menerbitkan artikel pada jurnal perikanan adalah 12 halaman sesuai dengan asaran yang sudah kami berikan di email sebelumnya, kami tidak bisa menerbitkan jika lebih dari 12 halaman. Berikut kami lampirkan template jurnal, harap untuk disesuaikan

Terima kasih

\*\*\*

**One attachment** - Scanned by Gmail

Template Penulisa...

---

**Adi Susanto** -adisusanto13@gmail.com  
to Juma

Kepada YTH  
Pengelola Jurnal Perikana  
Unram

Dengan hormat,  
Bersama ini saya sampaikan manuskrip anikel yang telah saya format sesuai dengan templei yang disampaikan kepada saya melalui email ini.  
Terima kasih atas koreksinya.

Salam,  
Adi Susanto

\*\*\*

**One attachment** - Scanned by Gmail

Template Penulisa...





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

**ADI SUSANTO**

**Seminar Nasional Akuakultur 2022  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNRAM**

# OUTLINE PRESENTASI

- **PENDAHULUAN**
- **TUJUAN**
- **METODE PENELITIAN**
- **HASIL DAN PEMBAHASAN**
- **KESIMPULAN**

# PENDAHULUAN

- Ikan Kelabau (*Ostiochilus melanopleurus* Bleeker) merupakan ikan air tawar yang memiliki potensi untuk dikembangkan.
- Pertumbuhan yang lambat merupakan salah satu kendalanya selain belum ada formulasi pakan yang sesuai dengan kebutuhannya, juga belum diketahuinya tingkat aktivitas enzim pencernaan
- 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



# METODE PENELITIAN

- **Pemeliharaan Ikan: 20 ikan/Tangki, Pemeliharaan dengan Sistem Silrkulasi Air Semi Tertutup, 60 Hari Pemeliharaan, Pemberian Pakan 2 kali/hari “At Satiatiion”**
- **Formulasi Pakan :**  
**Penelitian Kebutuhan Protein Ikan Kelabau 4 kadar Protein yaitu 25,0 %, 28,00%, 31,0% dan 34,00%, CP Rasio 8,5 – 10,6 dan Iso-lipids (11,0%); 3 Ulangan.**

# **METODE PENELITIAN**

## **MENEJEMEN KUALIATAS AIR**

**Selama Penelitian dilaksanakan, rata-rata termperatur air media pemeliharaan adalah  $28,5 \pm 1,0$  °C, Oksigen Terlarut (DO) adalah 4,50-6,10 mg/L, Kadar pH media berkisar antara 6,80-6,95, Kadar Total Ammonia Nitrogen (TAN) berkisar antara 0,382-0,623 mg/L.**

# METODE PENELITIAN

## Metode Pengumpulan Data dan Analisis Kimia.

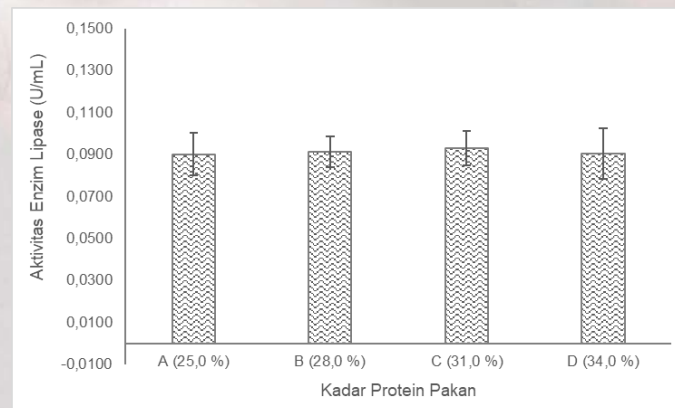
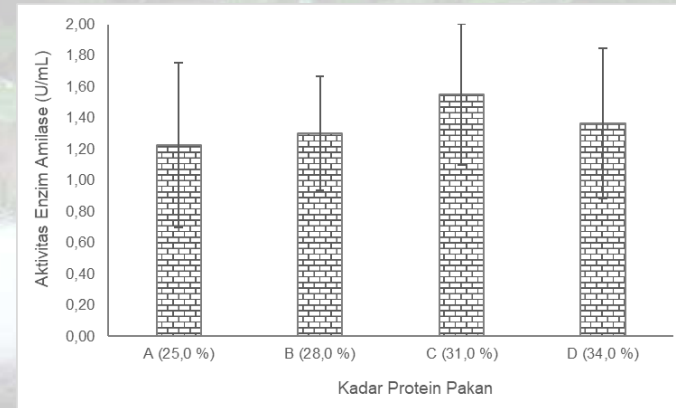
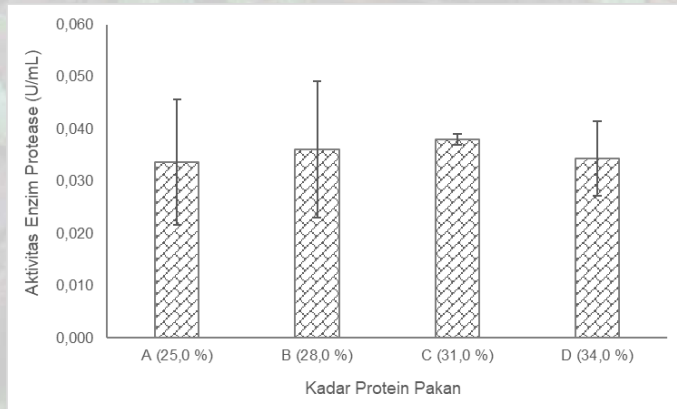
- ❑ **Laju Pertumbuhan Harian (SGR) (De Silva & Anderson 1995).**
- ❑ **Total Konsumsi Pakan (Pereira et al 2007),**
- ❑ **Pengukuran aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase menurut metoda Worthington (1993), pengukuran aktivitas enzim protease menurut metode Bergmeyer and Grassi (1983) dan pengukuran aktivitas enzim lipase menurut Metoda Borlongan (1990).**



# HASIL DAN PEMBAHASAN

## Pemberian Pakan dengan Kadar Protein yang Berbeda Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan dan Pertumbuhan Ikan Kelabau (*O. melanopleurus* Bleeker).

### Aktivitas Enzim Pencernaan Ikan Kelabau (*O. melanopleurus* Bleeker).



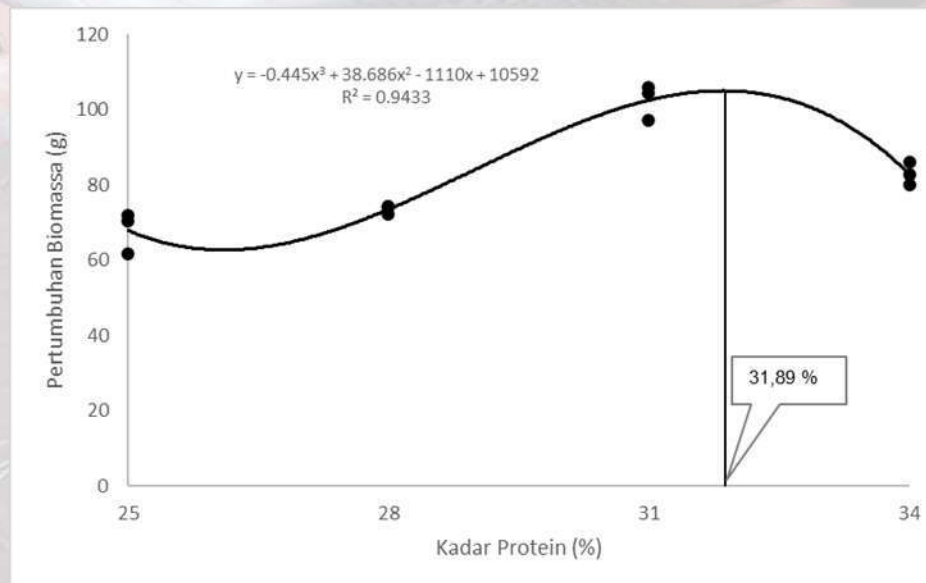


# Pemberian Pakan dengan Kadar Protein yang Berbeda Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan dan Pertumbuhan Ikan Kelabau (*O. melanopleurus* Bleeker).

## Pertumbuhan Berat, Pertumbuhan Spesifik, Total Konsumsi Pakan,

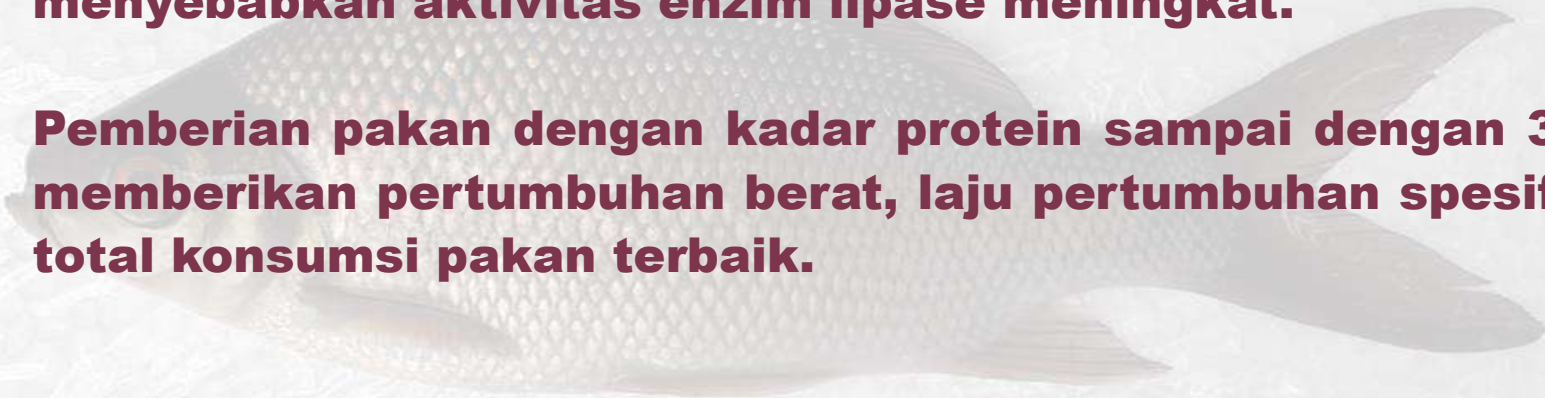
Parameter	Protein Pakan (% Berat Kering)			
	A(25,14)	B(28,26)	C(31,88)	D(34,73)
Berat Awal(g)	40,91 ± 4,93	41,62 ± 0,79	42,93 ± 2,24	45,22 ± 3,07
Berat Akhir(g)	108,88 ± 0,63	115,11 ± 1,14	145,46 ± 2,40	128,19 ± 0,22
Pert.Berat(g)	67,97 ± 2,27 <sup>a</sup>	73,50 ± 1,05 <sup>ab</sup>	102,53 ± 4,62 <sup>c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

Catatan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ ).



# Kesimpulan

- ❑ Ikan Kelabau yang mengkonsumsi pakan mengandung protein **31,89 %** mampu menghasilkan aktivitas enzim amilase dan protease lebih tinggi.
- ❑ Pemberian pakan dengan kadar protein yang berbeda tidak menyebabkan aktivitas enzim lipase meningkat.
- ❑ Pemberian pakan dengan kadar protein sampai dengan **31,89%** memberikan pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik dan total konsumsi pakan terbaik.





**TERIMA KASIH**

**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*) FEEDED WITH DIFFERENT PROTEIN  
CONTENT**

**Adi Susanto**

Departement of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science,  
Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.

Corresponding author: [adisusanto@fpik.unmul.ac.id](mailto:adisusanto@fpik.unmul.ac.id); [adisusanto73@gmail.com](mailto:adisusanto73@gmail.com)

Abstraks

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 A, B, C dan D mengandung kadar protein dan C/P berturut-turut 25,14 % : 10,64 Kkal, 28,26 % : 9,57 Kkal, 31,88% : 8,84 Kkal dan 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. 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  $40.91 \pm 4.93$  g to  $45.22 \pm 3.07$  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  $1.55 \pm 0.45$  IU and  $0.038 \pm 0.004$  IU, while the activity of the enzyme lipase tended to be measured equal to  $0.091 \pm 0.01$  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  $102.53 \pm 4.62$  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 aktivitas 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	29.00	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 <sup>2)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Mineral Mix <sup>3)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Coline Chlorida	2.00	2.00	2.00	2.00
CMC <sup>1)</sup>	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 <sup>-1</sup> ) <sup>4)</sup>	267.40	270.38	281.78	294.71
C/P (KKal g <sup>-1</sup> Protein)	10.64	9.57	8.84	8.49

Keterangan :

**Commented [DL1]:** Metode penelitian meliputi :  
Waktu dan tempat  
Alat dan bahan  
Prosedur penelitian  
Parameter penelitian  
Analisis data

- <sup>0</sup>) : Perhitungan berdasarkan bobot kering.  
<sup>1</sup> : Carboxymethyl cellulose.  
<sup>2</sup> : Dalam mg/kg pakan : vit. B<sub>1</sub> 60; vit. B<sub>2</sub> 100; vit. B<sub>12</sub> 100; vit. C 2000; vit. K<sub>3</sub> 50; vit. A/D<sub>3</sub> 400; vit. E 200; Ca pantotenat 100; inositol 2000; biotin 300; asam folat 15; niasin 400.  
<sup>3</sup> : Dalam mg/kg pakan: MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 7.5; NaCl 0.5; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 12.5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 16.0; CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 6.53; Fe sitrat 1.25; ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.1765; MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 0.081; CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.0155; KIO<sub>3</sub> 0.0015; CoSO<sub>4</sub> 0.0003.  
<sup>4</sup> : Protein = 3.5 kkal/g; Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) = 2.5 kkal/g; Lemak 8.1 kkal/g.

### Pemeliharaan Ikan

Ikan Kelabau yang digunakan 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  $30,0 \pm 1,0$  °C, oksigen terlarut  $4,60-6,20$  mgL<sup>-1</sup>, pH antara 6,70-6,80, total amonia nitrogen antara  $0,398-0,721$  mgL<sup>-1</sup>. 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). Analisa proksimat tubuh dilakukan pada awal dan akhir penelitian yang digunakan untuk mengetahui komposisi nutrisi pada ikan. (Takeuchi, 1988). Pengukuran aktivitas enzim  $\alpha$ -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 4 perlakuan dan 3 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. Uji polinomial ortogonal dilakukan untuk memperoleh kadar optimal protein yang diberikan dan mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 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.

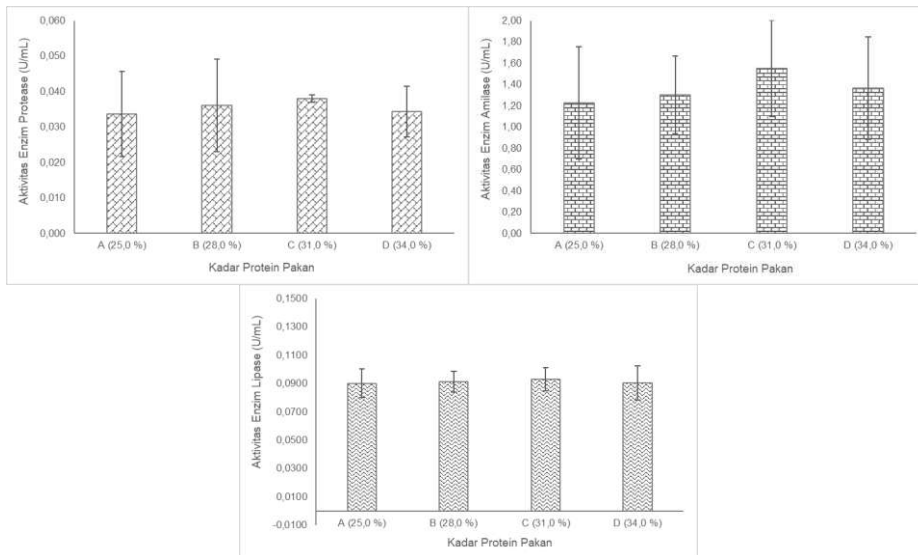
**Commented [DL2]:** Hasil dan pembahasan disajikan secara terpisah

Mohon disesuaikan

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 Crap (*C. idellus*). Aktivitas enzim pencernanya 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  $\alpha$ -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 1.

Commented [AS3]: Silahkan ditampilkan nilai dan standar eror dari data pada grafik



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



Aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase 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  $\alpha$ -amylase, 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  $\alpha$ -amylase 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.

Commented [AS4]: Sebaiknya disajikan dalam bentuk grafik

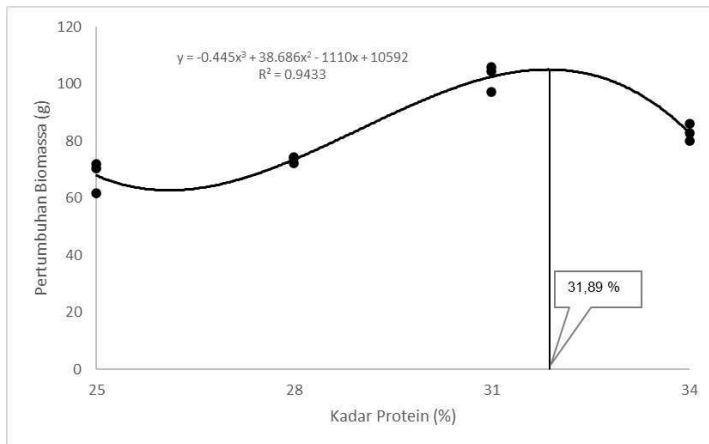
Parameter	Protein Pakan (% Berat Kering)			
	A(25,14)	B(28,26)	C(31,88)	D(34,73)
Berat Awal(g)	40,91 ± 4,93	41,62 ± 0,79	42,93 ± 2,24	45,22 ± 3,07
Berat Akhir(g)	108,88 ± 0,63	115,11 ± 1,14	145,46 ± 2,40	128,19 ± 0,22
Pert.Berat(g)	67,97 ± 2,27 <sup>a</sup>	73,50 ± 1,05 <sup>ab</sup>	102,53 ± 4,62 <sup>c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

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 2.



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%), **disbanding** 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 relative 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. punitora* (Hemilton)) tumbuh dengan baik pada pakan yang mengandung 40% Protein. Ikan Rohu (*L. rohita*) berukuran rata-rata 4,3 ± 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<sup>-1</sup> (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..

**Commented [AS5]:** Silahkan dibahas lebih terperinci

### KESIMPULAN

Ikan Kelabau yang mengkonsumsi pakan mengandung protein 31,89 % mampu menghasilkan 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.
- Abovei, 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. 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

**Commented [DL6]:** Daftar pustaka ditulis menggunakan Mendeley dengan format American Psychological Association Style.

Daftar Pustaka minimal 15 pustaka dan diambil dari 10 tahun terakhir, 80% dari paper jurnal.

- 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. *Aquaculture Indonesia* 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 puitora* (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. *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. 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. Deo<sup>1</sup>, 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 Compotion 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 Responce 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*). *AAFL 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*). *AAFL 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

**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*) FEEDED WITH DIFFERENT PROTEIN  
CONTENT**

**Adi Susanto**

Departement of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science,  
Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.

Corresponding author: [adisusanto@fpik.unmul.ac.id](mailto:adisusanto@fpik.unmul.ac.id); [adisusanto73@gmail.com](mailto:adisusanto73@gmail.com)

**Abstraks**

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 A, B, C dan D mengandung kadar protein dan C/P berturut-turut 25,14 % : 10,64 Kkal, 28,26 %:9,57 Kkal, 31,88%:8,84 Kkal dan 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. 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  $40.91 \pm 4.93$  g to  $45.22 \pm 3.07$  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  $1.55 \pm 0.45$  IU and  $0.038 \pm 0.004$  IU, while the activity of the enzyme lipase tended to be measured equal to  $0.091 \pm 0.01$  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  $102.53 \pm 4.62$  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 (Bhatnagar dan 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 (Goida *et al.*, 2017; 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). Aktivitas enzim protease pada 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). Informasi tentang aktivitas enzim pencernaan pada ikan kelabau sampai saat ini masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, penelitian tentang pengaruh kadar protein dalam pakan terhadap aktivitas enzim pencernaan pada ikan kelabau perlu dilakukan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

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 54,3 cm x 38 cm x 31,5 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 yang digunakan adalah 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	29.00	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 <sup>2)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Mineral Mix <sup>3)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Coline Chlorida	2.00	2.00	2.00	2.00
CMC <sup>1)</sup>	2.00	2.00	2.00	2.00
Piller	19.00	14.00	8.70	2.30
<b>Hasil Uji Proksimat (% Berat Kering)</b>				
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 <sup>-1</sup> ) <sup>4)</sup>	267.40	270.38	281.78	294.71
C/P (KKal g <sup>-1</sup> Protein)	10.64	9.57	8.84	8.49

Keterangan :

<sup>\*)</sup> : Perhitungan berdasarkan berat kering.

<sup>1)</sup> : Carboxymethyl cellulose.

<sup>2)</sup> : Dalam mg/kg pakan : vit.B<sub>1</sub> 60; vit. B<sub>2</sub> 100; vit. B<sub>12</sub> 100; vit.C 2000; vit. K<sub>3</sub> 50; vit.A/D<sub>3</sub>400; vit. E 200; Ca pantotenat 100; inositol 2000; biotin 300; asam folat 15; niasin 400.

<sup>3)</sup> : Dalam mg/kg pakan: MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 7.5; NaCl 0.5; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 12.5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 16.0; CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 6.53; Fe sitrat 1.25; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.1765; MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O 0.081; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O 0.0155; KIO<sub>3</sub> 0.0015; CoSO<sub>4</sub> 0.0003.

<sup>4)</sup> : Protein = 3.5 kkal/g; Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) = 2.5 kkal/g; Lemak 8.1 kkal/g.

### Prosedur Penelitian

Ikan Kelabau diadaptasikan terlebih dahulu dalam wadah pemeliharaan berupa bak plastik berukuran 54,3 cm x 38 cm x 31,5 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 dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan perlakuan dua kali sehari pada pagi dan sore hari secara at satiation. Ikan kelabau dipelihara pada sistem sirkulasi semi-tertutup dan penyiponan feses dilakukan setiap 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.

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  $\alpha$ -amylase, protease dan lipase. Pengukuran aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase menurut metoda Worthington (1993), pengukuran aktivitas enzim protease menurut metode Bergmeyer and Grassi (1983) dan pengukuran aktivitas enzim lipase menurut Metoda Borlongan (1990). Laju pertumbuhan spesifik dilakukan dengan menggunakan rumus El-Shenawy *et al.*, (2020) yaitu  $SGR = \frac{(\text{Berat Akhir} - \text{Berat Awal})}{\text{Waktu Pemeliharaan}} \times 100\%$ . Tingkat Konsumsi Pakan diperoleh dengan mencatat konsumsi pakan selama penelitian (El-Shenawy *et al.*, 2020).

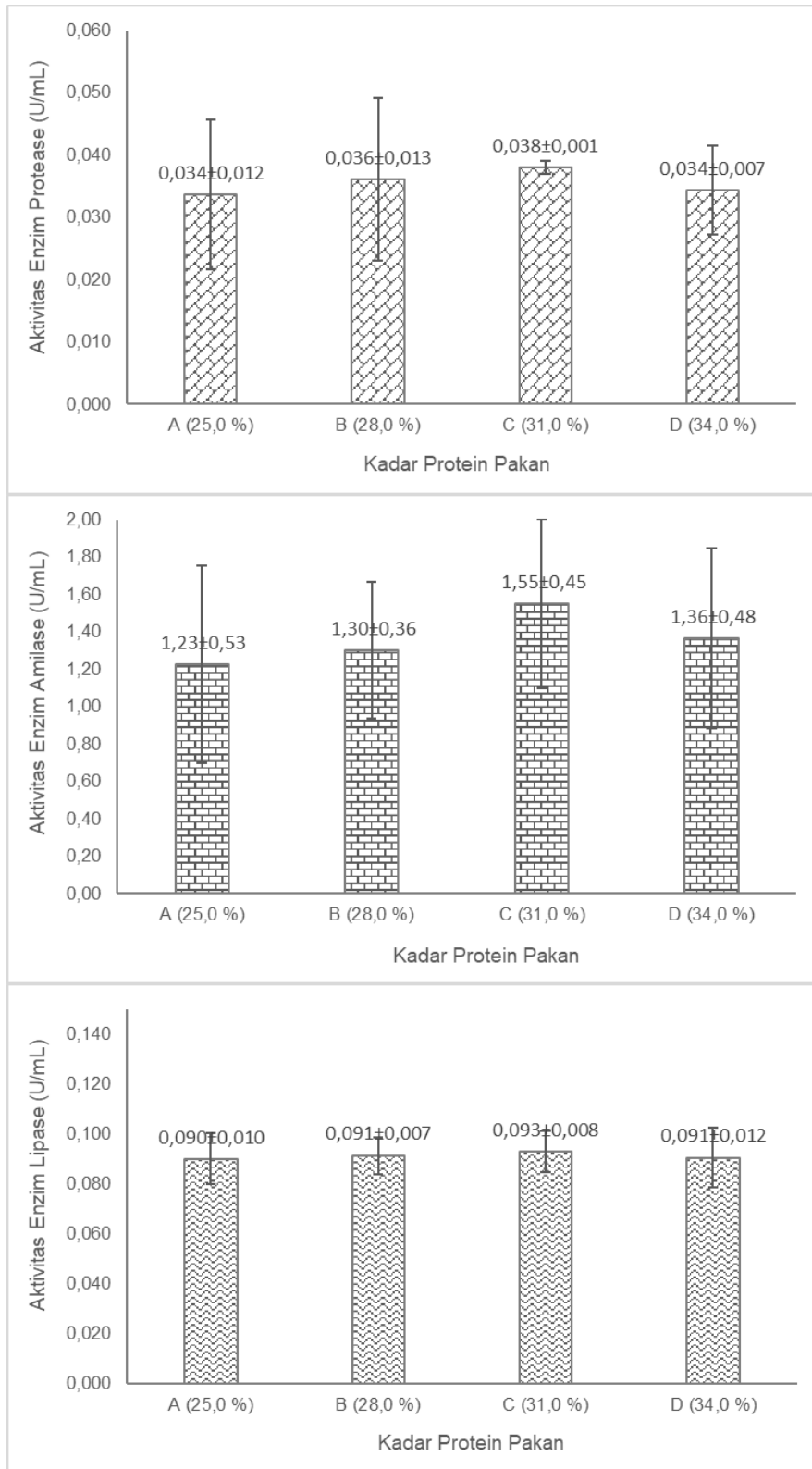
## **Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 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. 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 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 Crap (*C. idellus*). Aktivitas enzim protease meningkat dengan meningkatnya kadar protein pakan sampai dengan 31%, kemudian menurun dengan meningkatnya kadar protein. Pola yang sama juga terjadi pada aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase. 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  $\alpha$ -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.



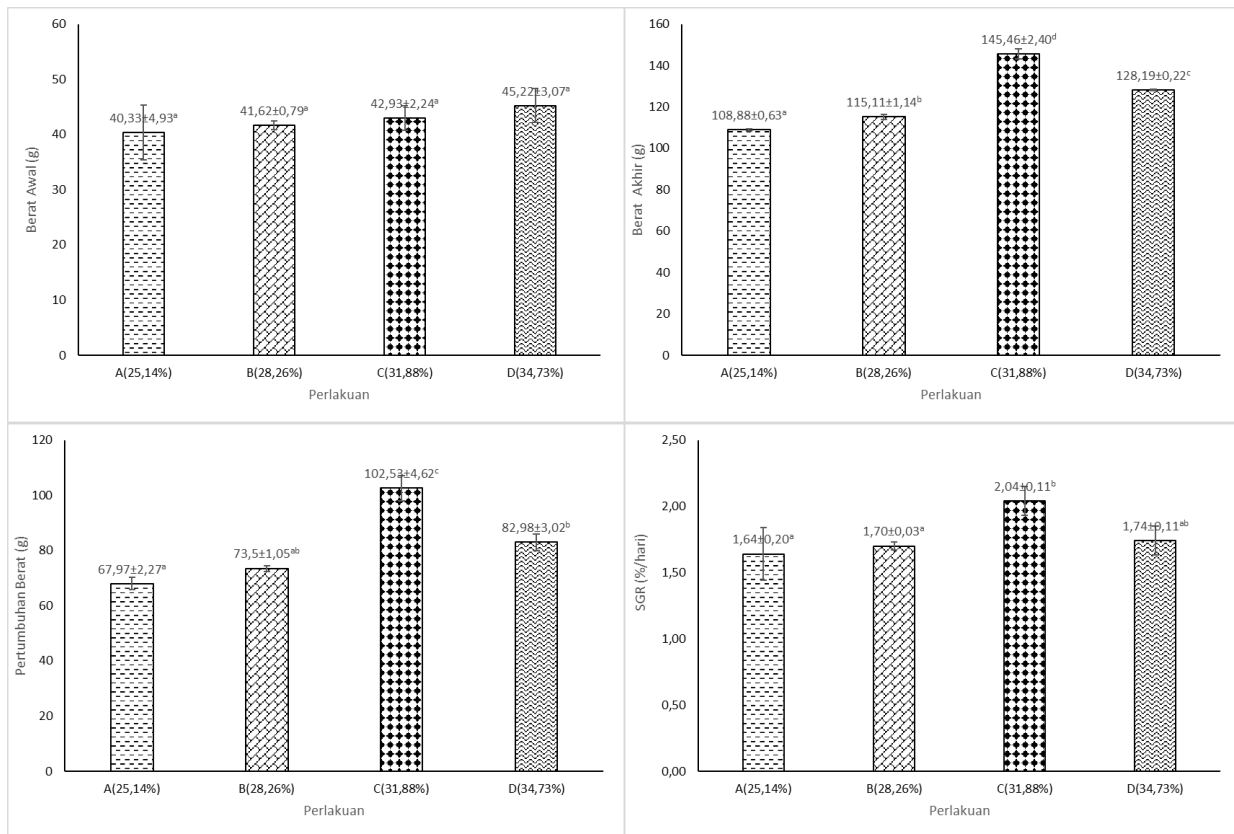
Gambar 1. Aktivitas Enzim Pencernaan pada ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda



## Pertumbuhan Berat, Laju Pertumbuhan Spesifik dan Tingkat Konsumsi Pakan

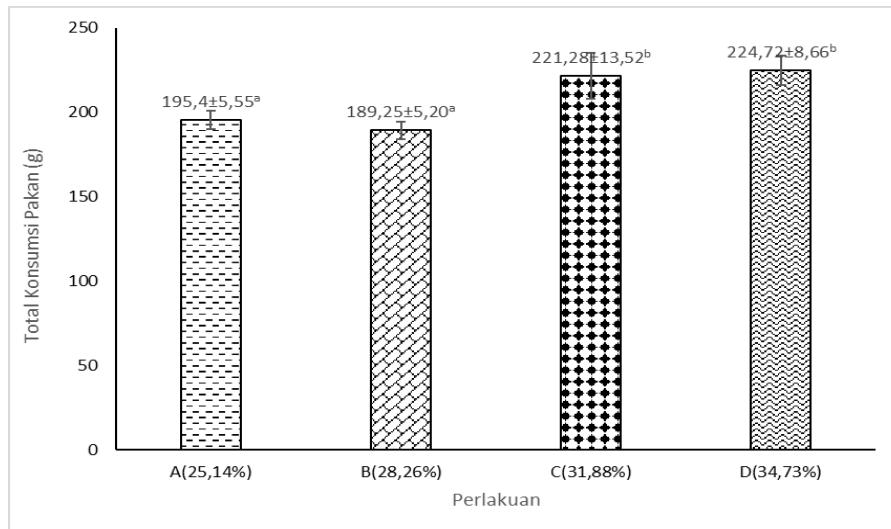
Hasil pengukuran yang meliputi perolehan bobot dan laju pertumbuhan spesifik dari ikan kelabau setelah dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan yang mengandung protein berbeda disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

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

### PEMBAHASAN

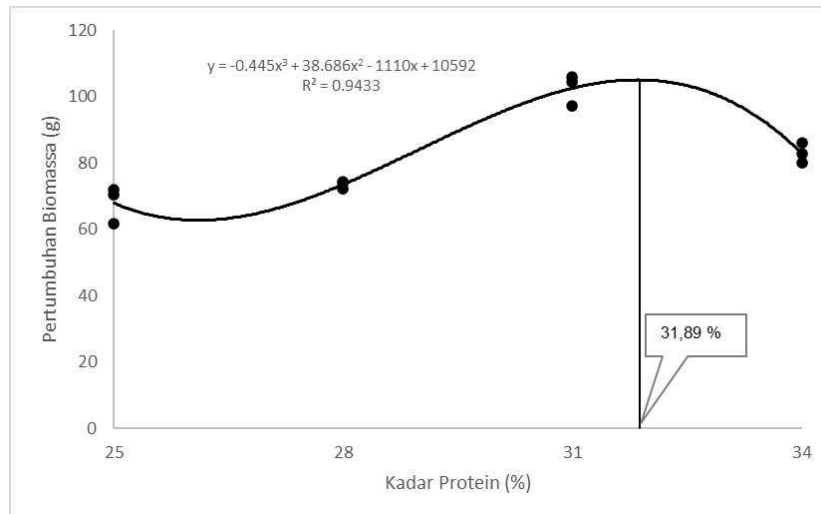
Ikan Kelabau yang mengkonsumsi pakan C (31,88%) mempunyai kecenderungan kemampuan dalam mencerna pakan lebih baik dibanding dengan kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan lainnya. Tingginya aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kelompok ikan ini (Gambar 1) menunjukkan bahwa karbohidrat yang ada dalam 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 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 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 dengan kadar protein yang lebih tinggi ataupun pada kelompok ikan yang lebih rendah. Sahin and 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.*, (2019), memberikan aktivitas enzim pencernaan yang lebih baik dibandingkan dengan 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%) mempunyai aktivitas enzim lipase lebih tinggi dari pada ikan yang mengkonsumsi 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. Hal ini sesuai dengan pendapat Barreto-Curiel *et al.*, (2019), yang menyatakan 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.

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 4.



Gambar 4. 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. Rasio P/E diet memiliki efek yang signifikan pada pemanfaatan nutrisi, sehingga kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan C mempunyai pertumbuhan yang tinggi 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 31,89%. Hasil ini lebih rendah dari yang dilaporkan pada ikan lain, seperti ikan trout coklat *Salmo trutta fario* (45%) oleh Wang *et al.*, (2018a), ikan Yellow Drum *Nibea albiflora* (Richardson) (54,0 %) (Wang *et al.*, 2018b), 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 dan Gurkan (2022) pada ikan *Ancistrus cirrhosus* yang mampu tumbuh baik pada kadar protein optimal 40%. Hal yang sama juga diperoleh 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.*, 2019) 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 *et al.*, 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 31,89% mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik.

### KESIMPULAN

Ikan Kelabau yang mengkonsumsi pakan mengandung protein 31,89 % mampu menghasilkan 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., A. Abedian-Kenari, M. Hedayati & M.A. Yazdani-Sadati. 2017. 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., U. Focken, L.R. D'Abramo, J. Mata-Sotres & M.T. Viana. 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., & 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 & O. Dhillon. 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., M.S.A. El-Keredy, E.T. Alsokary & D.M. Gad. 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.



- Gioda, C.R., A. Preto, C.D.S Freitas, J. Leitemperger, V.L. Loro, R. Lazzari, L.A. Lissner, B. Baldisserotto & J. Salbego. 2017. Different feeding habits influence the activity of digestive enzymes in freshwater fish. *Cienc. Rural* 47(3),82-88
- Handayani, S., M. Zairin. Jr., I. Mokoginta, M. Bintang & 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. *Aquaculturea Indonesiana* 9(1), 25 – 29
- Hua, K., W. Koppe & R. Fontanilla. 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 & S. Wirjoatmodjo, 1993. Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus Editions, Hong Kong. 221 p.
- Kumar, S., N.P. Sahu, & A. Ranjan. 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., M. Idris, N.M. Noor & S.K. Das. 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)
- Mokoginta, I., M.A. Suprayudi, & M. Setiawati. 1995. Nutritional Requirements of Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 4, 82-94. (In Indonesia)
- Radona, D., J. Subagja & I.I. Kusmini. 2017. Kinerja Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan *Tor tombroides* yang diberi Pakan Komersil dengan Kandungan Protein Berbeda. *Media Akuakultur* 12(1), 27-33.
- 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.
- Sahin, T and M. Gurkan. 2022. Effects of dietary protein level on growth, histology and digestive enzyme activities of ornamental fish *Ancistrus cirrhosus*. *Aquacult Reserch*. 53 (18): 6419-6934.
- Sankar, H.H.S, J. Jose, R. Varadarajan, S.V. Bhanub, S. Joy & B. Philip. 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, Z., S. Khosravi, Y.O. Kim & S.M. Lee. 2017. Effect of dietary protein and lipid level on growth, feed utilization, and muscle composition in golden mandarin fish *Siniperca scherzeri*. *Fish Aquat Sci* 2017;20:7.

- Susanto A., J. Hutabarat, S. Anggoro & Subandiyono. 2019. The Effects of Dietary Protein Level on the Growth, Protein Efficiency Ratio and Body Composition of Juvenile Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). *AAFL Bioflux* 12(1):320 – 326.
- Susanto, A., J. Hutabarat, S. Anggoro & Subandiyono. 2020. The Effects of Dietary Carbohydrate Level on the Growth Performance, Body Composition and Feed Utilization of Juvenile Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). *AAFL Bioflux* 13(4):2061 – 2070.
- Susilo, U., E. Yuwono, F.N. Rachmawati, S. Priyanto & Hana. 2015. Karakteristik Enzim Digesti, Protease dan Amilase, Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) pada Fase Pertumbuhan. *Biosfera* 32(2), 134-142.
- Tahapari, E & J. Darmawan. 2018. Kebutuhan Protein Pakan untuk Performa Optimal Benih Ikan Patin Pasopati (Pangasiid). *Jurnal Riset Akuakultur* 13(1), 47-56.
- Tok, N.C., K. K. Jain, D.L. Prabu, N.P. Suhu, S. M. Kumar, A. K. Pal, G. M. Siddiah & P. Kumar. 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, & H. Liu. 2018a. 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., S. Hu, B. Lou, D. Chen, W. Zhan, R. Chen, F. Liu, & D. Xu. 2018b. 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, US. 399 p.
- Wu, W., H. Ji, H. Yu, J. Sun & J. Zhou. 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., D. Han, X. Zhu, Y. Yang, J. Jin & 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

# 411 Rev 1

*by* Dudi Lesmana

---

**Submission date:** 09-Feb-2023 09:09PM (UTC-0600)

**Submission ID:** 2010597657

**File name:** S\_ENZIM\_PENCERNAAN\_DAN\_PERTUMBUHAN\_IKAN\_KELABAU-Revisi\_1\_2.docx (194.9K)

**Word count:** 4393

**Character count:** 26206

13  
**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*) FEEDED WITH DIFFERENT PROTEIN  
CONTENT**

Adi Susanto

15  
Departement of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science,  
Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.

Corresponding author: [adisusanto@fpik.unmul.ac.id](mailto:adisusanto@fpik.unmul.ac.id); [adisusanto73@gmail.com](mailto:adisusanto73@gmail.com)

Abstraks

38  
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan Kelabau (*Osteichilus melanopleura*) yang diberi pakan dengan kandungan protein yang berbeda. Empat percobaan dengan kandungan protein dan C/P yang berbeda serta kadar lemak yang sama. Pakan A, B, C dan D mengandung kadar protein dan C/P berturut-turut 25,14 % : 10,64 Kkal, 28,26 %:9,57 Kkal, 31,88%:8,84 Kkal dan 34,73%:8,49 Kkal. Ikan Kelabau diperoleh dari hasil budidaya di Balai Benih Air Tawar Mandiangin dengan bobot awal populasi rata-rata  $40,91 \pm 4,93$  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. 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  $40.91 \pm 4.93$  g to  $45.22 \pm 3.07$  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 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  $1.55 \pm 0.45$  IU and  $0.038 \pm 0.004$  IU, while the activity of the enzyme lipase tended to be measured equal to  $0.091 \pm 0.01$  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  $102.53 \pm 4.62$  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 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 kecernaannya. 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 dan 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 (Goida *et al.*, 2017; Sulo *et al.*, 2015).

Penelitian tentang aktivitas 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). Aktivitas enzim protease pada 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). Informasi tentang aktivitas enzim pencernaan pada ikan kelabau sampai saat ini masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, penelitian tentang pengaruh kadar protein dalam pakan terhadap aktivitas enzim pencernaan pada ikan kelabau perlu dilakukan.

9

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian 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 54,3 cm x 38 cm x 31,5 cm dan diisi air 40 liter. Pompa air, batu aerasi dan selang aerasi, ember plastik volume 360-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 ± 4,93 g sampai dengan 45,22±3,07 g yang berjumlah 400 ekor yang berasal dari Balai Benih Air Tawar Mandiangin, Kalimantan Selatan. Pakan yang digunakan adalah pakan buatan dengan kandungan protein berbeda yaitu pakan A (25 %), pakan B (28 %), pakan C (31 %) dan pakan D (34 %) dengan isolasi 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 %)
3 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 <sup>2)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Mineral Mix <sup>3)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Coline Chlorida	2.00	2.00	2.00	2.00
CMC <sup>1)</sup>	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 <sup>-1</sup> ) <sup>4)</sup>	267.40	270.38	281.78	294.71
1 C/P (KKal g <sup>-1</sup> Protein)	10.64	9.57	8.84	8.49

Keterangan :

<sup>1)</sup> : Perhitungan berdasarkan berat kering.

<sup>1</sup> : Carboxymethyl cellulose.

<sup>2</sup> : Dalam mg/kg pakan : vit. B<sub>1</sub> 60; vit. B<sub>2</sub> 100; vit. B<sub>12</sub> 100; vit. C 2000; vit. K<sub>3</sub> 50; vit. A/D<sub>3</sub> 400;

<sup>6</sup> vit. E 200; Ca pantotenat 100; inositol 2000; biotin 300; asam folat 15; niasin 400.

<sup>3</sup> : Dalam mg/kg pakan: MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 7.5; NaCl 0.5; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 12.5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 16.0; CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 6.53; Fe sitrat 1.25; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.1765; MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O 0.081; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O 0.0155; K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.0015; CoSO<sub>4</sub> 0.0003.

<sup>4</sup> : Protein = 3.5 kkal/g; Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) = 2.5 kkal/g; Lemak 8.1 kkal/g.

### Prosedur Penelitian

Ikan kelabau diadaptasikan terlebih dahulu dalam wadah pemeliharaan berupa bak plastik berukuran 54,3 cm x 38 cm x 31,5 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 dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan perlakuan dua kali sehari pada pagi dan sore hari secara at satiation. Ikan kelabau dipelihara pada sistem sirkulasi semi-tertutup dan penyiponan feses dilakukan setiap 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.

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  $\alpha$ -amylase, protease dan lipase. Pengukuran aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase menurut metoda Worthington (1993), pengukuran aktivitas enzim protease menurut metode Bergmeyer and Grassi (1983) dan pengukuran aktivitas enzim lipase menurut Metoda Borlongan (1990). Laju pertumbuhan spesifik dilakukan dengan menggunakan rumus El-Shenawy *et al.*, (2020) yaitu  $SGR = \frac{(\text{Berat Akhir} - \text{Berat Awal})}{\text{Waktu Pemeliharaan}} \times 100\%$ . Tingkat Konsumsi Pakan diperoleh dengan mencatat konsumsi pakan selama penelitian (El-Shenawy *et al.*, 2020).

1

### Analisis Data

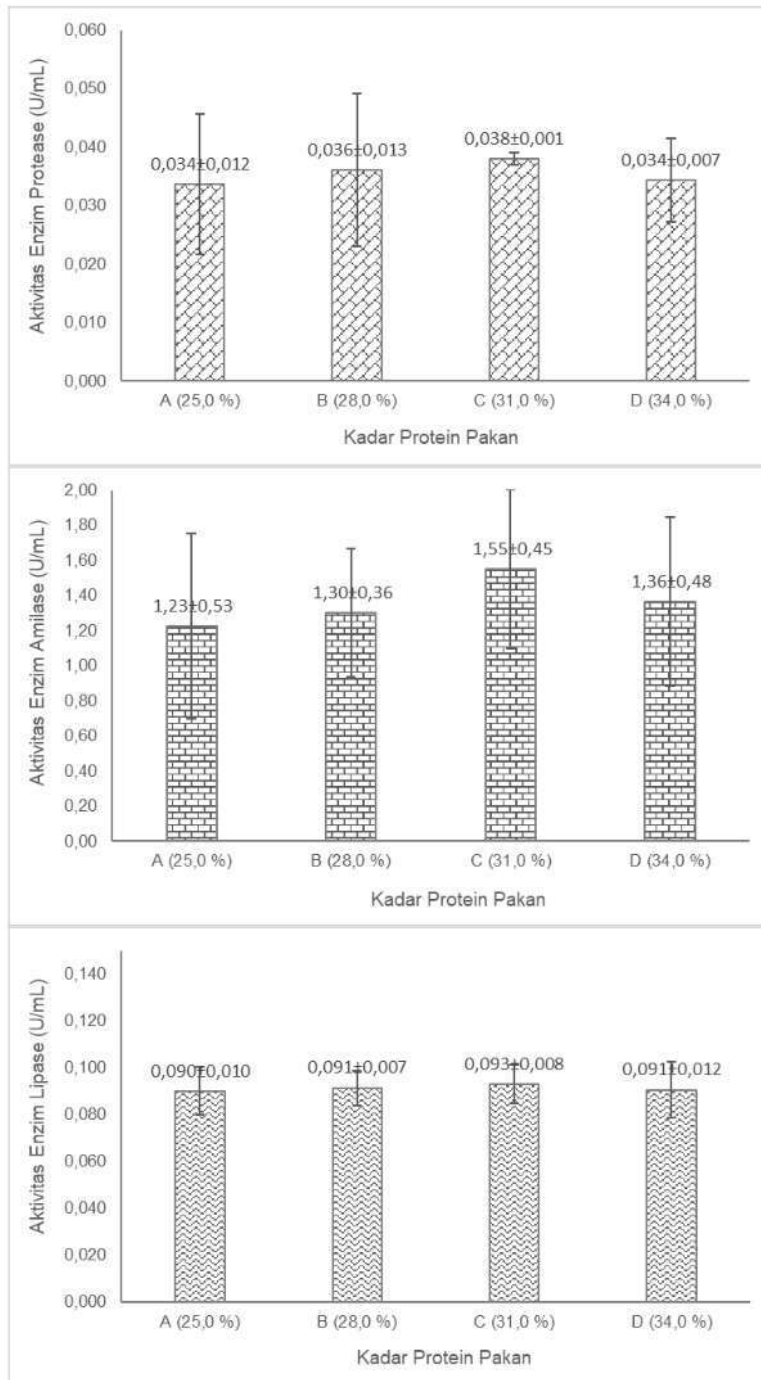
Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan. Data pertumbuhan berat dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) dianalisis keragamannya dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada selang kepercayaan 95% menggunakan program SPSS versi 11.5 sedangkan aktivitas enzim pencernaan dianalisis secara diskriptif dalam bentuk grafik. Uji polinomial ortogonal dilakukan untuk memperoleh kadar optimal protein yang diberikan dan mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik.

## HASIL

### Aktivitas Enzim Pencernaan

30

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 protease meningkat dengan meningkatnya kadar protein pakan sampai dengan 31%, kemudian menurun dengan meningkatnya kadar protein. Pola yang sama juga terjadi pada aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase. 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  $\alpha$ -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.

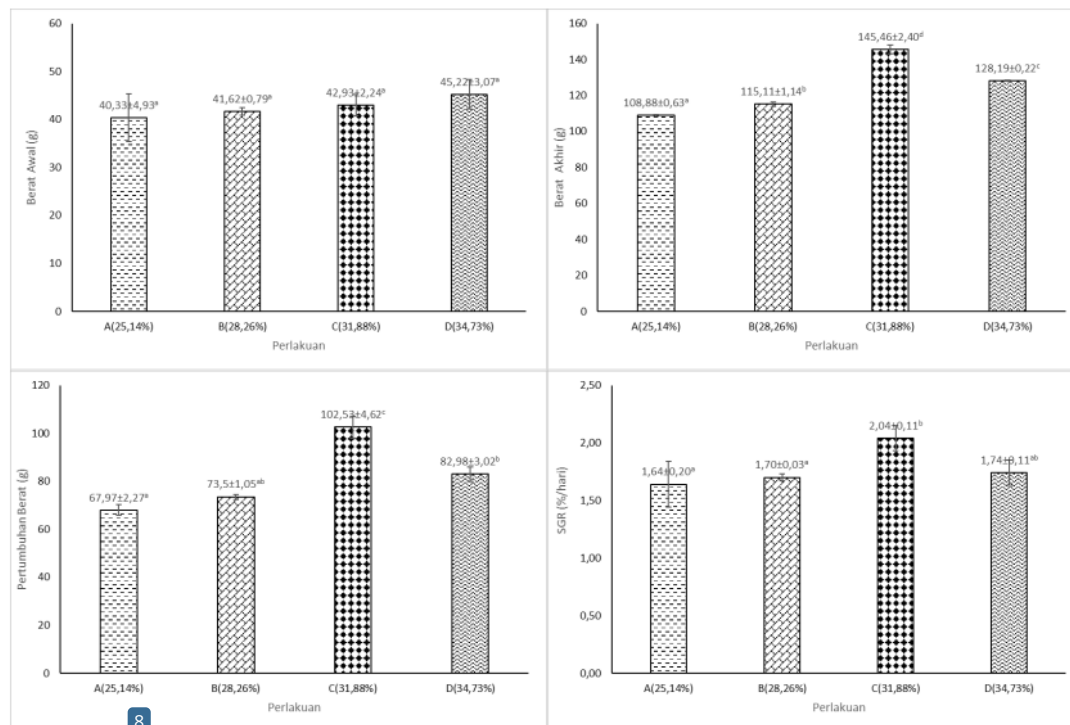


Gambar 1. Aktivitas Enzim Pencernaan pada ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda

## Pertumbuhan Berat, Laju Pertumbuhan Spesifik dan Tingkat Konsumsi Pakan

Hasil pengukuran yang meliputi perolehan bobot dan laju pertumbuhan spesifik dari ikan kelabau setelah dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan yang mengandung protein berbeda disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

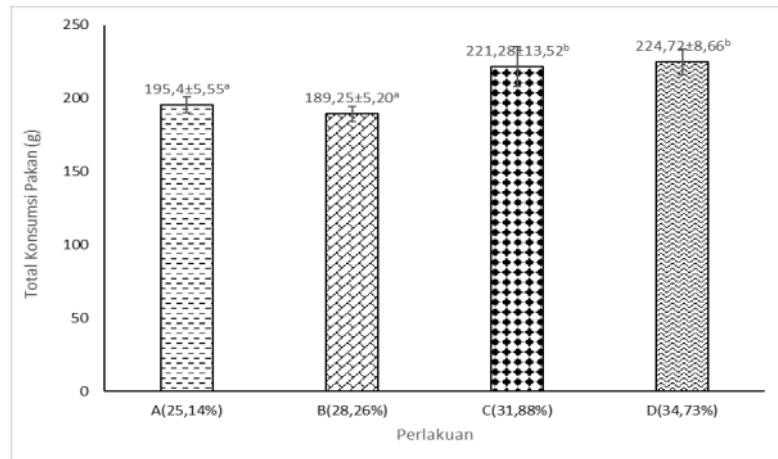
Ikan Kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap berat akhir, pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik dan tingkat konsumsi pakan ( $P < 0,05$ ). Pertumbuhan berat terbaik diperoleh pada perlakuan pakan C (31,88 %) kemudian diikuti oleh ikan yang mengkonsumsi 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





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

5 Gambar 5. Grafik tingkat konsumsi pakan ikan kelabau yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda.

### 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  $\alpha$ -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 dan Dhillon (2017) pada ikan *L. calbasu* yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda. Ikan yang mengkonsumsi protein 40%, mempunyai aktivitas enzimatik pada saluran pencernaan lebih tinggi dibanding dengan kelompok 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 dengan kadar protein yang lebih tinggi ataupun pada kelompok ikan yang lebih rendah. Sahin and 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 pophthalmus* (Sauvage, 1878) seperti yang dilakukan oleh Tok *et al.*, (2019), memberikan aktivitas enzim pencernaan yang lebih baik dibandingkan dengan ikan yang mengkonsumsi protein yang lebih rendah 30%, 25% dan 20%.

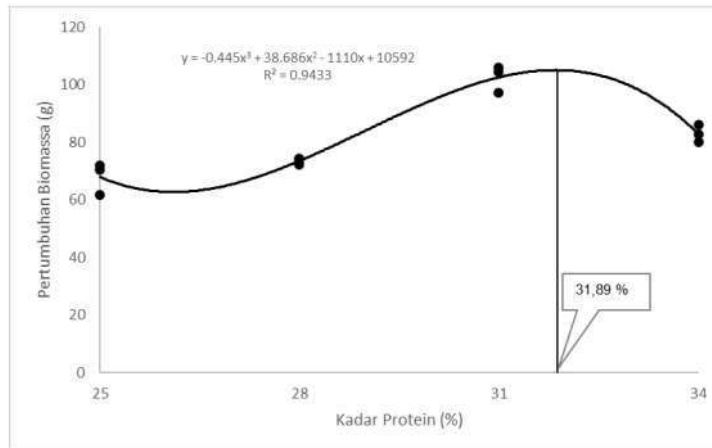


Aktivitas enzim lipase yang cenderung sama mungkin berhubungan dengan kadar lemak pakan yang hampir sama pada penelitian ini, yang menggambarkan ketersediaan substrat lemak yang sama pula untuk dicerna (Gambar 1). Pola aktivitas enzim lipase yang berbeda ditemukan oleh Ye *et al.*, (2015) pada ikan Gibel 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%) mempunyai aktivitas enzim lipase lebih tinggi dari pada ikan yang mengkonsumsi 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. Hal ini sesuai dengan pendapat Barreto-Curiel *et al.*, (2019), yang menyatakan 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. Mokoenta *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.

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 4.



Gambar 4. 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. Rasio P/E diet memiliki efek yang signifikan pada pemanfaatan nutrisi, sehingga kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan C mempunyai pertumbuhan yang tinggi 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 31,89%. Hasil ini lebih rendah dari yang dilaporkan pada ikan lain, seperti ikan trout coklat *Salmo trutta fario* (45%) oleh Wang *et al.*, (2018a), ikan Yellow Drum *Nibea albiflora* (Richardson) (54,0 %) (Wang *et al.*, 2018b), ikan gaung *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 dan Gurkan (2021) pada ikan *Ancistrus cirrhosus* yang mampu tumbuh baik pada kadar protein optimal 40%. Hal yang sama juga diperoleh 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.*, 2019) dan pada ikan Tengadak (*B. schwanefeldii*) (32%) (Mansour *et al.*, 2017) dan kadar protein 35% dengan C/P 10 Kkal/g protein pada ikan Tengadak (*B. schwanefeldii*) (Dewantoro *et al.*, 2018); ikan patin pasopati (Pangasiid) 40% (Tahapari *et al.*, 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 Ro<sup>3</sup> (*Labeo rohita*) yang tergolong ikan herbivora. Berdasarkan hasil uji polinomial ortogonal dan aktivitas enzim pencernaan, ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein 31,89% mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik.

### KESIMPULAN

Ikan Kelabau<sup>3</sup> yang mengkonsumsi pakan mengandung protein 31,89 % mampu meningkatkan aktivitas enzim amilase dan protease lebih tinggi, serta memberikan pertumbuhan berat, laju pertumbuhan spesifik dan total konsumsi pakan terbaik dibanding perlakuan lainnya.

19

### 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., A. Abedian-Kenari, M. Hedayati & M.A. Yazdani-Sadati. 2017. 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., U. Focken, L.R. D'Abramo, J. Mata-Sotres & M.T. Viana. 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., & 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 & O. Dhillon. 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 tin foil barb (*Barbonymus schwanenfeldii*) fed with different protein levels and energy/protein ratios on diet. *AAFL Bioflux* 11(4):1300-1310.
- El-Shenawy, A.M., M.S.A. El-Keredy, E.T. Alsokary & D.M. Gad. 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.



- Gioda, C.R., A. Preto, C.D.S Freitas, J. Leitemperger, V.L. Loro, R. Lazzari, L.A. Lissner, B. Baldisserotto & J. Salbego. 2017. Different feeding habits influence the activity of digestive enzymes in freshwater fish. *Cienc. Rural* 47(3),82-88
- Handayani, S., M. Zairin, Jr., I. Mokoginta, M. Bintang & 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
- Hua, K., W. Koppe & R. Fontanilla. 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 & S. Wirjoatmodjo, 1993. Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus Editions, Hong Kong. 221 p.
- Kumar, S., N.P. Sahu, & A. Ranjan. 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., M. Idris, N.M. Noor & S.K. Das. 2017 Growth performance of tinfoil barb (*Barbonymus schwanefeldii*) 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)
- Mokoginta, I., M.A. Suprayudi, & M. Setiawati. 1995. Nutritional Requirements of Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 4, 82-94. (In Indonesia)
- Radona, D., J. Subagja & I.I. Kusmini. 2017. Kinerja Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Tor tombroides yang diberi Pakan Komersil dengan Kandungan Protein Berbeda. *Media Akuakultur* 12(1), 27-33.
- 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.
- Sahin, T and M. Gurkan. 2022. Effects of dietary protein level on growth, histology and digestive enzyme activities of ornamental fish *Ancistrus cirrhosus*. *Aquacult Reserch*. 53 (18): 6419-6934.
- Sankar, H.H.S, J. Jose, R. Varadarajan, S.V. Bhanub, S. Joy & B. Philip. 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, Z., S. Khosravi, Y.O. Kim & S.M. Lee. 2017. Effect of dietary protein and lipid level on growth, feed utilization, and muscle composition in golden mandarin fish *Siniperca scherzeri*. *Fish Aquat Sci* 2017;20:7.

- Susanto A., J. Hutabarat, S. Anggoro & 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 & 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., E. Yuwono, F.N. Rachmawati, S. Priyanto & Hana. 2015. Karakteristik Enzim Digesti, Protease dan Amilase, Ikan Gurami (*Osporonemus gouramy* Lac.) pada Fase Pertumbuhan. *Biosfera* 32(2), 134-142.
- Tahapari, E & J. Darmawan. 2018. Kebutuhan Protein Pakan untuk Performa Optimal Benih Ikan Patin Pasopati (Pangasiid). *Jurnal Riset Akuakultur* 13(1), 47-56.
- Tok, N.C., K. K. Jain, D.L. Prabu, N.P. Suhu, S. M. Kumar, A. K. Pal, G. M. Siddiah & P. Kumar. 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, & H. Liu. 2018a. 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., S. Hu, B. Lou, D. Chen, W. Zhan, R. Chen, F. Liu, & D. Xu. 2018b. 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, US. 399 p.
- Wu, W., H. Ji, H. Yu, J. Sun & J. Zhou. 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., D. Han, X. Zhu, Y. Yang, J. Jin & 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

## ORIGINALITY REPORT

---

**31** %  
SIMILARITY INDEX

**30** %  
INTERNET SOURCES

**15** %  
PUBLICATIONS

**3** %  
STUDENT PAPERS

---

## PRIMARY SOURCES

---

**1** [jai.aquaculture-mai.org](http://jai.aquaculture-mai.org) 7 %  
Internet Source

---

**2** [doc-pak.undip.ac.id](http://doc-pak.undip.ac.id) 2 %  
Internet Source

---

**3** [adoc.pub](http://adoc.pub) 2 %  
Internet Source

---

**4** [media.neliti.com](http://media.neliti.com) 2 %  
Internet Source

---

**5** [123dok.com](http://123dok.com) 2 %  
Internet Source

---

**6** [documents.mx](http://documents.mx) 1 %  
Internet Source

---

**7** [download.garuda.kemdikbud.go.id](http://download.garuda.kemdikbud.go.id) 1 %  
Internet Source

---

**8** [core.ac.uk](http://core.ac.uk) 1 %  
Internet Source

---

**9** [docplayer.info](http://docplayer.info) 1 %  
Internet Source

---



10	<a href="http://zombiedoc.com">zombiedoc.com</a> Internet Source	1 %
11	<a href="http://docobook.com">docobook.com</a> Internet Source	1 %
12	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	1 %
13	<a href="http://jurnal-iktiologi.org">jurnal-iktiologi.org</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://romastac.blogspot.com">romastac.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://www.bioflux.com.ro">www.bioflux.com.ro</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://jfisheries.ut.ac.ir">jfisheries.ut.ac.ir</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://jurnal.fp.unila.ac.id">jurnal.fp.unila.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://eprints.undip.ac.id">eprints.undip.ac.id</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://www.jurnal-iktiologi.org">www.jurnal-iktiologi.org</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://ejournal2.undip.ac.id">ejournal2.undip.ac.id</a> Internet Source	<1 %

22

[nanopdf.com](https://nanopdf.com)

Internet Source

&lt;1 %

23

[seputarinformasiperikanan.blogspot.com](https://seputarinformasiperikanan.blogspot.com)

Internet Source

&lt;1 %

24

[onlinelibrary.wiley.com](https://onlinelibrary.wiley.com)

Internet Source

&lt;1 %

25

[www.unkripjournal.com](https://www.unkripjournal.com)

Internet Source

&lt;1 %

26

Wenyi Wu, Hong Ji, Haibo Yu, Jian Sun, Jishu Zhou. "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*, 2020

Publication

&lt;1 %

27

Denny Alfiyan, Fia Sri Mumpuni, Mulyana Mulyana. "KELIMPAHAN DAN KERAGAMAN BAKTERI PADA BUDIDAYA IKAN NILEM (*Osteochilus hasselti*) SISTEM BIOFLOK DENGAN RASIO C/N YANG BERBEDA", *JURNAL MINA SAINS*, 2021

Publication

&lt;1 %

28

[es.scribd.com](https://es.scribd.com)

Internet Source

&lt;1 %

29

[id.scribd.com](https://id.scribd.com)

Internet Source

&lt;1 %

30

[journal.bio.unsoed.ac.id](https://journal.bio.unsoed.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

31

Hidayat Suryanto Suwoyo, Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum, Rachman Syah.

"PERTUMBUHAN, SINTASAN DAN PRODUKSI IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*) YANG DIBERI KOMBINASI PAKAN KOMERSIL DAN AMPAS TAHU HASIL FERMENTASI", BERITA BIOLOGI, 2018

Publication

&lt;1 %

32

Usman Usman, Kamaruddin Kamaruddin, Asda Laining. "PENGARUH KADAR TRIPTOPAN PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SINTASAN KRABLET KEPITING BAKAU, *Scylla serrata* SELAMA MASA PENDEDERAN", Jurnal Riset Akuakultur, 2017

Publication

&lt;1 %

33

[adoc.tips](https://adoc.tips)

Internet Source

&lt;1 %

34

[evols.library.manoa.hawaii.edu](https://evols.library.manoa.hawaii.edu)

Internet Source

&lt;1 %

35

[id.123dok.com](https://id.123dok.com)

Internet Source

&lt;1 %

36

[pt.scribd.com](https://pt.scribd.com)

Internet Source

<1 %

37

[repository.unair.ac.id](https://repository.unair.ac.id)

Internet Source

<1 %

38

[worldwidescience.org](https://worldwidescience.org)

Internet Source

<1 %

39

Debnarayan Chowdhury, Baidyanath Paul, Koushik Ghosh. " Optimization of dietary protein and lipid levels for butter catfish, (Bloch, 1794) fingerlings: An appraisal on growth, body composition, digestive enzymes, and metabolic function ", Journal of Applied Aquaculture, 2022

Publication

<1 %

40

Evi Tahapari, Jadmiko Darmawan. "KEBUTUHAN PROTEIN PAKAN UNTUK PERFORMA OPTIMAL BENIH IKAN PATIN PASUPATI (PANGASIID)", Jurnal Riset Akuakultur, 2018

Publication

<1 %

41

Usman Usman, Neltje Nobertine Palinggi, Kamaruddin Kamaruddin, Makmur Makmur, Rachmansyah Rachmansyah. "PENGARUH KADAR PROTEIN DAN LEMAK PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KOMPOSISI BADAN IKAN KERAPU MACAN, *Epinephelus fuscoguttatus*", Jurnal Riset Akuakultur, 2016

Publication

<1 %

---

42

[ojs.unimal.ac.id](https://ojs.unimal.ac.id)

Internet Source

<1 %

---

---

Exclude quotes      Off

Exclude matches      < 5 words

Exclude bibliography      On

# 411

*by* Dudi Lesmana

---

**Submission date:** 05-Dec-2022 12:31PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1971683983

**File name:** 411-Article\_Text-1809-1-2-20221121.docx (107.15K)

**Word count:** 4289

**Character count:** 25689



16  
**AKTIVITAS ENZIM PENCERNAAN DAN PERTUMBUHAN IKAN  
KELABAU (*Ostechilus melanopleura*) YANG DIBERI PAKAN DENGAN  
KANDUNGAN PROTEIN BERBEDA**

**DIGESTIVE ENZYME ACTIVITIES AND GROWTH OF KELABAU  
(*Ostechilus melanopleura*) FEEDED WITH DIFFERENT PROTEIN  
CONTENT**

Adi Susanto

11  
Departement of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science,  
Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.

30  
Corresponding author: [adisusanto@fpik.unmul.ac.id](mailto:adisusanto@fpik.unmul.ac.id); [adisusanto73@gmail.com](mailto:adisusanto73@gmail.com)

Abstraks

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan Kelabau (*Ostechilus 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 A, B, C dan D mengandung kadar protein dan C/P berturut-turut 25,14 % : 10,64 Kkal, 28,26 %:9,57 Kkal, 31,88%:8,84 Kkal dan 34,73%:8,49 Kkal. Ikan Kelabau diperoleh dari hasil budidaya di Balai Benih Air Tawar Mandiangin dengan bobot awal populasi rata-rata  $40,91 \pm 4,93$  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. 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  $40.91 \pm 4.93$  g to  $45.22 \pm 3.07$  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 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  $1.55 \pm 0.45$  IU and  $0.038 \pm 0.004$  IU, while the activity of the enzyme lipase tended to be measured equal to  $0.091 \pm 0.01$  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  $102.53 \pm 4.62$  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 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 kecernaannya. 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 aktivitas 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 isokalori 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	29.00	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 <sup>2)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Mineral Mix <sup>3)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Coline Chlorida	2.00	2.00	2.00	2.00
CMC <sup>1)</sup>	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 <sup>-1</sup> ) <sup>4)</sup>	267.40	270.38	281.78	294.71
C/P (KKal g <sup>-1</sup> Protein)	10.64	9.57	8.84	8.49

Keterangan :

<sup>2)</sup> : Perhitungan berdasarkan bobot kering.

<sup>1)</sup> : Carboxymethyl cellulose.

- <sup>2</sup> : Dalam mg/kg pakan : vit. B<sub>1</sub> 60; vit. B<sub>2</sub> 100; vit. B<sub>12</sub> 100; vit. C 2000; vit. K<sub>3</sub> 50; vit. A/D<sub>3</sub> 400; vit. E 200; Ca pantotenat 100; inositol 2000; biotin 300; asam folat 15; niasin 400.
- <sup>3</sup> : Dalam mg/kg pakan: MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 7.5; NaCl 0.5; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 12.5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 16.0; CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 6.53; Fe sitrat 1.25; ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.1765; MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 0.081; CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.0155; K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.0015; CoSO<sub>4</sub> 0.0003.
- <sup>4</sup> : Protein = 3.5 kkal/g; Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) = 2.5 kkal/g; Lemak 8.1 kkal/g.

## Pemeliharaan Ikan

Ikan Kelabau yang digunakan berasal dari hasil pembenihan di Balai Benih 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 2 ekor ikan dengan bobot awal populasi rata-rata 40,91 ± 4,93 g sampai dengan 45,22 ± 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<sup>-1</sup>, pH antara 6.70-6.80, total amonia nitrogen antara 0.398-0.721 mgL<sup>-1</sup>. 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). Analisa proksimat tubuh dilakukan pada awal dan akhir penelitian yang digunakan untuk mengetahui komposisi nutrisi pada ikan. (Takeuchi, 1988). Pengukuran aktivitas enzim  $\alpha$ -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 4 perlakuan dan 3 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. Uji polinomial ortogonal dilakukan untuk memperoleh kadar optimal protein yang diberikan dan mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

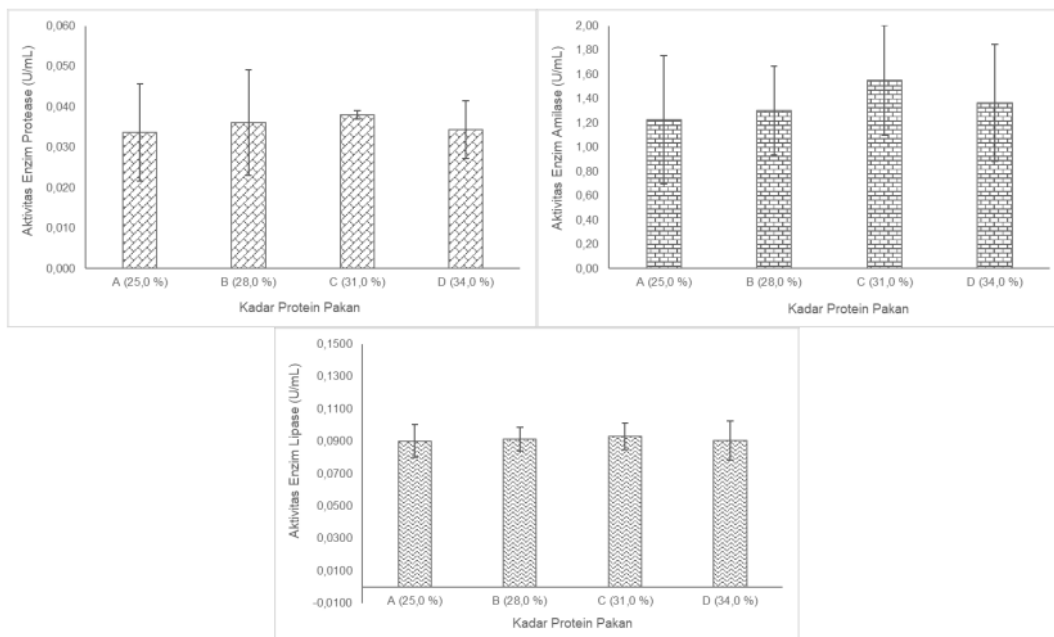
### Aktivitas Enzim Pencernaan

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 Crap (*C. idellus*). <sup>8</sup> Aktivitas enzim pencernanya 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  $\alpha$ -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 <sup>33</sup> untuk dicerna dan dimanfaatkan dalam pertumbuhan rendah dan dikatabolisme menjadi energi. <sup>18</sup> 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 1.



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

Aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase 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  $\alpha$ -amylase, 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  $\alpha$ -amylase 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 mirip 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 pengganaan 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 ( $P < 0,05$ ).



1 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. 14

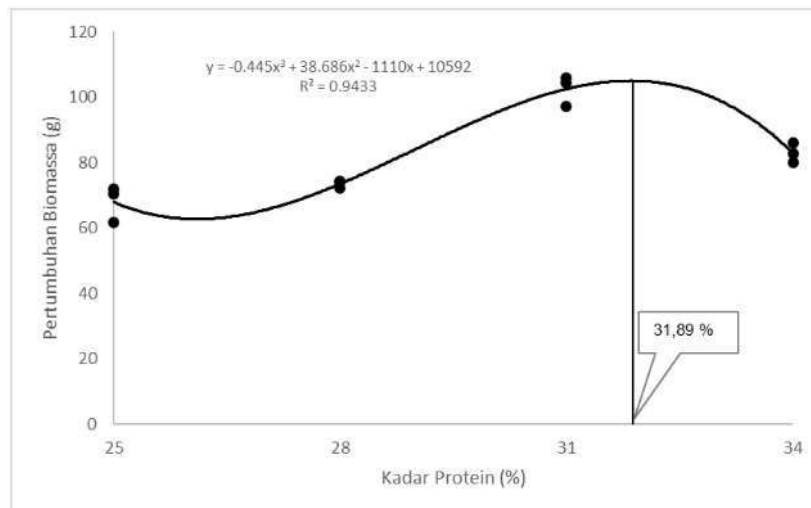
Parameter	Protein Pakan (% Berat Kering)			
	A(25,14)	B(28,26)	C(31,88)	D(34,73)
Berat Awal(g)	40,91 ± 4,93	41,62 ± 0,79	42,93 ± 2,24	45,22 ± 3,07
Berat Akhir(g)	108,88 ± 0,63	115,11 ± 1,14	145,46 ± 2,40	128,19 ± 0,22
Pert.Berat(g)	67,97 ± 2,27 <sup>a</sup>	73,50 ± 1,05 <sup>ab</sup>	102,53 ± 4,62 <sup>c</sup>	82,98 ± 3,02 <sup>b</sup>
SGR(%)	1,64 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,70 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,04 ± 0,11 <sup>b</sup>	1,74 ± 0,11 <sup>ab</sup>
9TKP(%)	195,40 ± 5,55 <sup>a</sup>	189,25 ± 5,20 <sup>a</sup>	221,28 ± 13,52 <sup>b</sup>	224,72 ± 8,66 <sup>b</sup>

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.

8 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 2.



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 mengonsumsi pakan C (31,88%), dibandingkan dengan kelompok ikan lainnya. <sup>1</sup>Telah diketahui bahwa rasio P/E diet memiliki efek yang signifikan pada pemanfaatan nutrisi. Kelompok ikan yang mengonsumsi pakan C mempunyai pertumbuhan relative 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 diekresi 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 <sup>3</sup>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). <sup>7</sup>

Hasil yang lebih tinggi juga ditemukan pada ikan Nila (*O. <sup>7</sup>loticus*) yang berukuran fingerling/juvenil membutuhkan protein 35,0 % (Tawwab *et al.*, 2010), ikan Gurame (*O. <sup>4</sup>uramy*) 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 <sup>20</sup>a pakan yang mengandung 40% Protein. Ikan Rohu (*L. rohita*) berukuran rata-rata 4,3 ± 0,02 g yang mengonsumsi 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 35,7 % dengan rasio P/E 21,1 g protein MJ<sup>-1</sup> (Mohanta et al., 2008). Selanjutnya Mansour et al., (2017), menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan Tengadak (*B. schwanefeldii*) 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 mengonsumsi pakan mengandung protein 31,89 % mampu menghasilkan 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. *Aquaculturea 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. *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. 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. Deo<sup>1</sup>, 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 Compton 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 Responce 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*). *AAFL 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



## ORIGINALITY REPORT

**35%**  
SIMILARITY INDEX

**34%**  
INTERNET SOURCES

**14%**  
PUBLICATIONS

**2%**  
STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://jai.aquaculture-mai.org">jai.aquaculture-mai.org</a> Internet Source	11%
2	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	3%
3	<a href="http://doc-pak.undip.ac.id">doc-pak.undip.ac.id</a> Internet Source	2%
4	<a href="http://adoc.pub">adoc.pub</a> Internet Source	2%
5	<a href="http://download.garuda.kemdikbud.go.id">download.garuda.kemdikbud.go.id</a> Internet Source	2%
6	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Internet Source	2%
7	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	2%
8	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://nanopdf.com">nanopdf.com</a> Internet Source	1%

10	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	1 %
11	<a href="http://www.bioflux.com.ro">www.bioflux.com.ro</a> Internet Source	1 %
12	<a href="http://repository.ipb.ac.id">repository.ipb.ac.id</a> Internet Source	1 %
13	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	1 %
14	<a href="http://ejournal2.undip.ac.id">ejournal2.undip.ac.id</a> Internet Source	1 %
15	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	1 %
16	<a href="http://jurnal-iktiologi.org">jurnal-iktiologi.org</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://romastac.blogspot.com">romastac.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://zombiedoc.com">zombiedoc.com</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://jfisheries.ut.ac.ir">jfisheries.ut.ac.ir</a> Internet Source	<1 %
20	Evi Tahapari, Jadmiko Darmawan. "KEBUTUHAN PROTEIN PAKAN UNTUK PERFORMA OPTIMAL BENIH IKAN PATIN	<1 %

PASUPATI (PANGASIID)", Jurnal Riset  
Akuakultur, 2018

Publication

21

[publikasi.unitri.ac.id](http://publikasi.unitri.ac.id)

Internet Source

<1 %

22

[www.unkripjournal.com](http://www.unkripjournal.com)

Internet Source

<1 %

23

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Internet Source

<1 %

24

[docobook.com](http://docobook.com)

Internet Source

<1 %

25

[jurnal.fp.unila.ac.id](http://jurnal.fp.unila.ac.id)

Internet Source

<1 %

26

[prosidingseminakel.hangtuah.ac.id](http://prosidingseminakel.hangtuah.ac.id)

Internet Source

<1 %

27

Hidayat Suryanto Suwoyo, Sri Redjeki Hesti  
Mulyaningrum, Rachman Syah.

"PERTUMBUHAN, SINTASAN DAN PRODUKSI  
IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*)  
YANG DIBERI KOMBINASI PAKAN KOMERSIL  
DAN AMPAS TAHU HASIL FERMENTASI",  
BERITA BIOLOGI, 2018

Publication

<1 %

28

[fr.scribd.com](http://fr.scribd.com)

Internet Source

<1 %

29

Internet Source

<1 %

30

pt.scribd.com

Internet Source

<1 %

31

researcherslinks.com

Internet Source

<1 %

32

www.jurnal-iktiologi.org

Internet Source

<1 %

33

Hendry Yanto. "PENGARUH PEMBERIAN PAKAN DENGAN KADAR DEDAK HALUS DAN JAGUNG KUNING FERMENTASI BERBEDATERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN IKAN JELAWAT (*Leptobarbus hoevenii* Bleeker)", Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan, 2019

Publication

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 5 words

Exclude bibliography On

# **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*) FEEDED WITH DIFFERENT PROTEIN CONTENT**

**Adi Susanto**

Departement of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Science,  
Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia.

Corresponding author: [adisusanto@fpik.unmul.ac.id](mailto:adisusanto@fpik.unmul.ac.id); [adisusanto73@gmail.com](mailto:adisusanto73@gmail.com)

### **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 experiment was conducted to determine the digestive enzyme activity and growth of Kelabau fish (*Osteichilus melanopleura*) fed with diets with different protein content. Four experimental feeds with different protein content and C/P and the same fat content. The feeds containing different protein and C/P were 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). The Kelabau fish were obtained from cultivation at the Mandiangin Freshwater Seed Center with an average initial population weight of  $40.91 \pm 4.93$  g to  $45.22 \pm 3.07$  g with a density of 20 fish kept 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 twice a day at satiation for 60 days. The digestive enzyme activity of Kelabau fish tended to increase with increasing feed protein content up to 31.88% and decreased again at 34.73% feed protein content. The highest amylase and protease enzyme activities were obtained in Kelabau fish consuming feed C (31.88%) with an average amylase and protease enzyme activity of 1.55

$\pm 0.45$  IU and  $0.038 \pm 0.004$  IU, respectively, while lipase enzyme activity tended to be measured as  $0.091 \pm 0.01$  IU. Kelabau fish consuming feed C (31.88%) showed higher weight growth and specific growth (SGR) than other treatments ( $P < 0.05$ ). The highest population weight growth and specific weight growth (SGR) were obtained in treatment C (31.88%) with an average of  $102.53 \pm 4.62$  g and  $2.04 \pm 0.11\%$  per day.

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

## 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), 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 dan 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 (Goida *et al.*, 2017; Susilo *et al.*, 2015).

Penelitian tentang aktivitas 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.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

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 <sup>2)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Mineral Mix <sup>3)</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00
Coline Chlorida	2.00	2.00	2.00	2.00
CMC <sup>1)</sup>	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 <sup>-1</sup> ) <sup>4)</sup>	267.40	270.38	281.78	294.71
C/P (KKal g <sup>-1</sup> Protein)	10.64	9.57	8.84	8.49

Keterangan :

<sup>\*)</sup> : Hasil uji berdasarkan berat kering.

<sup>1)</sup> : Carboxymethyl cellulose.

<sup>2)</sup> : Dalam mg/kg pakan : vit. B<sub>1</sub> 60; vit. B<sub>2</sub> 100; vit. B<sub>12</sub> 100; vit. C 2000; vit. K<sub>3</sub> 50; vit. A/D<sub>3</sub> 400; vit. E 200; Ca pantotenat 100; inositol 2000; biotin 300; asam folat 15; niasin 400.

<sup>3)</sup> : Dalam mg/kg pakan: MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 7.5; NaCl 0.5; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 12.5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 16.0; CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 6.53; Fe sitrat 1.25; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.1765; MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O 0.081; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O 0.0155; KIO<sub>3</sub> 0.0015; CoSO<sub>4</sub> 0.0003.

<sup>4)</sup> : 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  $40,91 \pm 4,93$  g sampai dengan  $45,22 \pm 3,07$  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  $\alpha$ -amylase, protease dan lipase. Pengukuran aktivitas enzim  $\alpha$ -amylase menurut metoda Worthington (1993), pengukuran aktivitas enzim protease menurut metode Bergmeyer and Grassi (1983) dan pengukuran aktivitas enzim lipase menurut Metoda Borlongan (1990). Laju pertumbuhan spesifik dilakukan dengan menggunakan rumus El-Shenawy *et al.*, (2020) yaitu  $SGR = \frac{(\text{Berat Akhir} - \text{Berat Awal})}{\text{Waktu Pemeliharaan}} \times 100\%$ . Tingkat Konsumsi Pakan diperoleh dengan mencatat konsumsi pakan selama penelitian (El-Shenawy *et al.*, 2020).

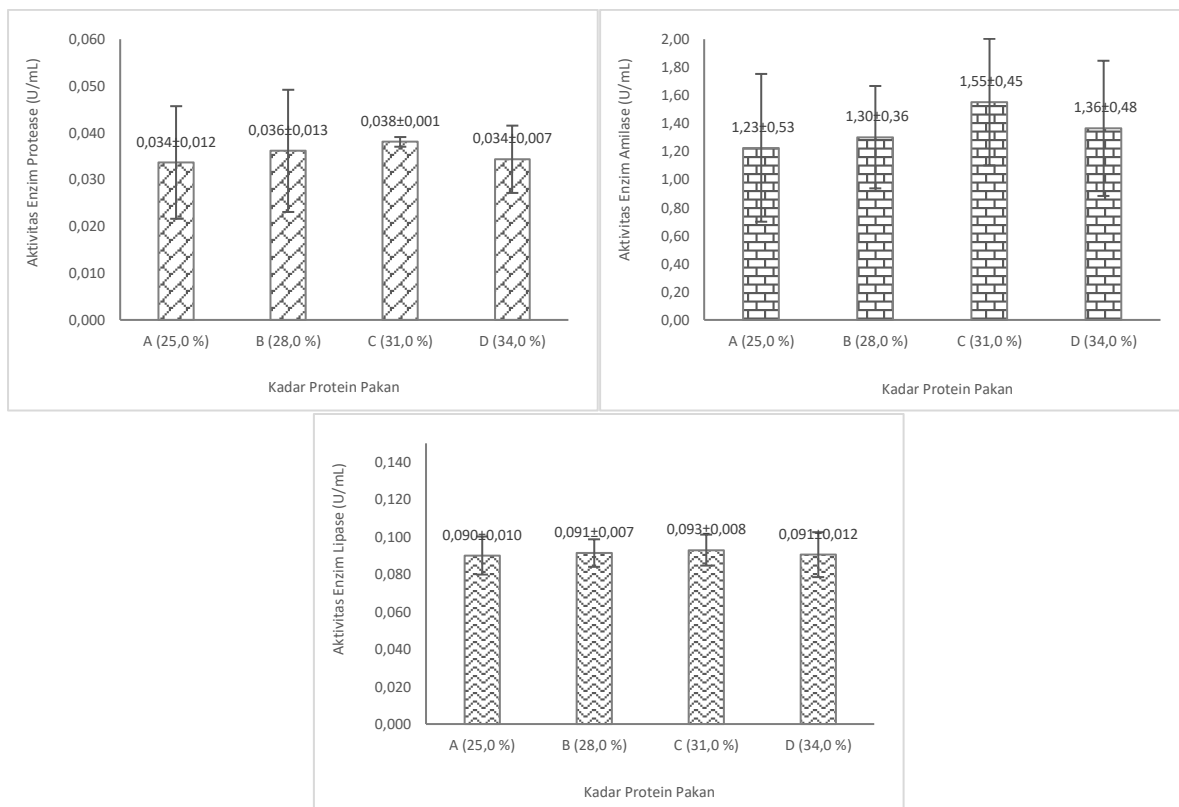
### **Analisis Data**

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 Carp (*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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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.

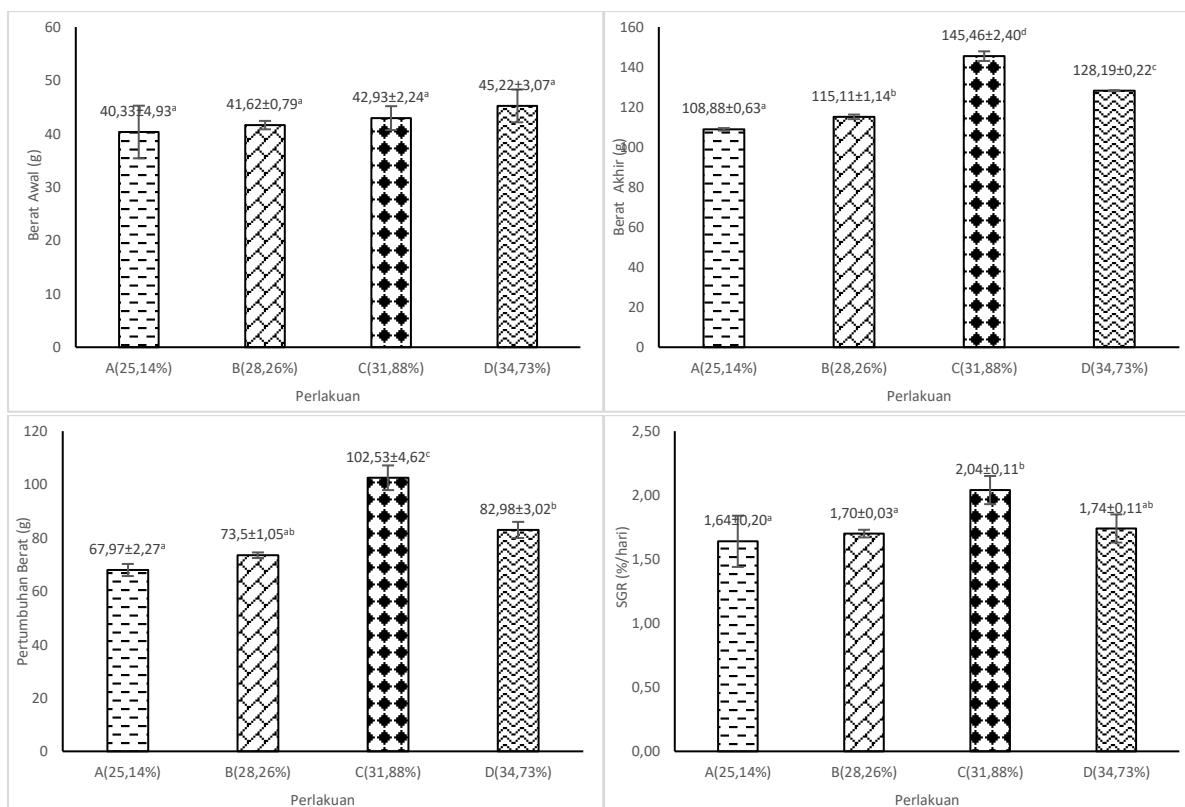


Gambar 1. Gambaran aktivitas enzim pencernaan ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan dengan kadar protein berbeda

### Pertumbuhan Berat, Laju Pertumbuhan Spesifik dan Tingkat Konsumsi Pakan

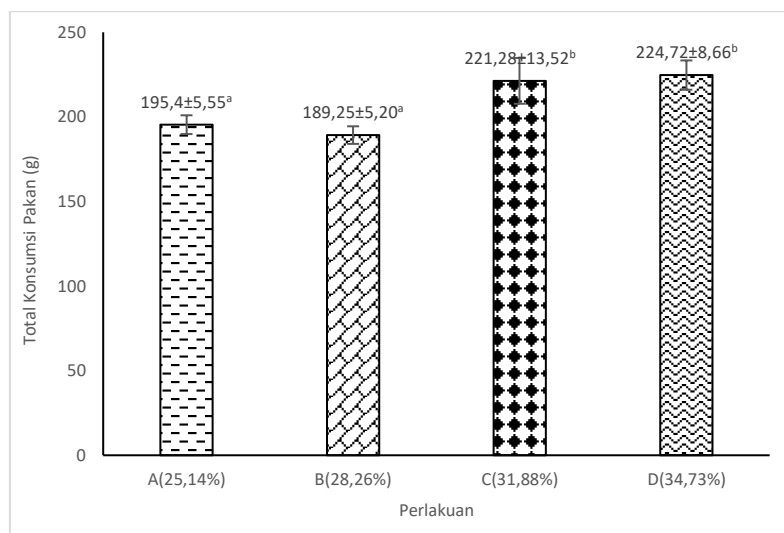
Hasil pengukuran yang meliputi perolehan bobot dan laju pertumbuhan spesifik dari ikan kelabau yang diberi pakan yang mengandung protein berbeda selama 60 hari disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3 .

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.

## 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  $\alpha$ -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 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 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 and 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.*, (2019), memberikan aktivitas enzim pencernaan yang lebih baik dari ikan yang mengkonsumsi protein yang lebih rendah 30%, 25% dan 20%.

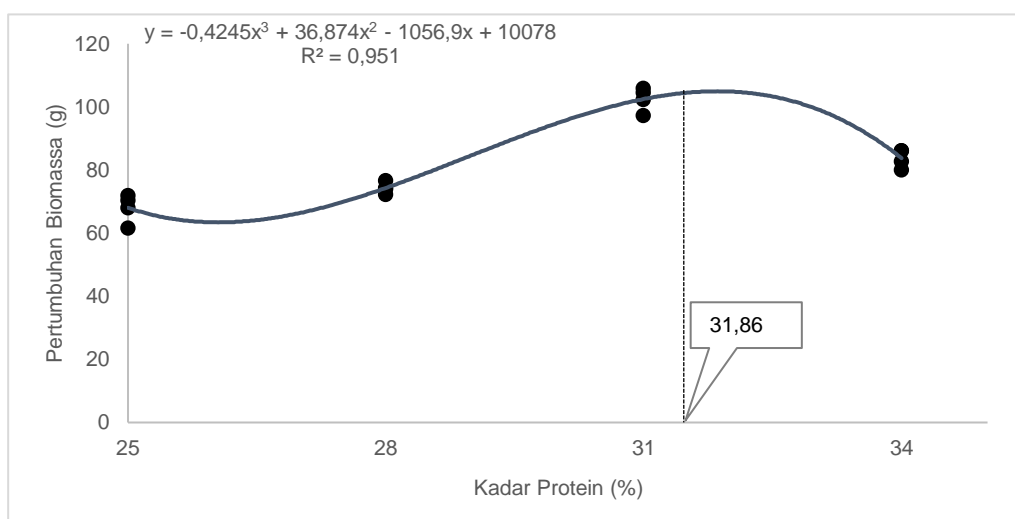
Aktivitas enzim lipase yang cenderung sama mungkin berhubungan dengan kadar lemak pakan yang hampir sama pada penelitian ini, yang menggambarkan ketersediaan substrat lemak yang sama pula untuk dicerna (Gambar 1). Pola aktivitas enzim lipase yang berbeda ditemukan oleh Ye *et al.*, (2015) pada ikan Gibel 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.

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.

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.*, (2018a), ikan Yellow Drum *Nibea albiflora* (Richardson) (54,0 %) (Wang *et al.*, 2018b), 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 dan 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



(*Sineperca 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.*, 2019) 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 *et al.*, 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., A. Abedian-Kenari, M. Hedayati & M.A. Yazdani-Sadati. 2017. 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., U. Focken, L.R. D'Abramo, J. Mata-Sotres & M.T. Viana. 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., & 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 & O. Dhillon. 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., M.S.A. El-Keredy, E.T. Alsokary & D.M. Gad. 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.
- Gioda, C.R., A. Preto, C.D.S Freitas, J. Leitemperger, V.L. Loro, R. Lazzari, L.A. Lissner, B. Baldisserotto & J. Salbego. 2017. Different feeding habits influence the activity of digestive enzymes in freshwater fish. *Cienc. Rural* 47(3),82-88
- Handayani, S., M. Zairin. Jr., I. Mokoginta, M. Bintang & 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 Indonesia* 9(1), 25 – 29
- Hua, K., W. Koppe & R. Fontanilla. 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 & S. Wirjoatmodjo, 1993. Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus Editions, Hong Kong. 221 p.
- Kumar, S., N.P. Sahu, & A. Ranjan. 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., M. Idris, N.M. Noor & S.K. Das. 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. *Jur. Ilmu Hewani Tropika* Vol 3. No.1. (In Indonesia)
- Mokoginta, I., M.A. Suprayudi, & M. Setiawati. 1995. Nutritional Requirements of Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 4, 82-94. (In Indonesia)
- Radona, D., J. Subagja & I.I. Kusmini. 2017. Kinerja Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan *Tor tombroides* yang diberi Pakan Komersil dengan Kandungan Protein Berbeda. *Media Akuakultur* 12(1), 27-33.
- 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.
- Sahin, T and M. Gurkan. 2022. Effects of dietary protein level on growth, histology and digestive enzyme activities of ornamental fish *Ancistrus cirrhosus*. *Aquacultr Reserch.* 53 (18): 6419-6934.
- Sankar, H.H.S, J. Jose, R. Varadarajan, S.V. Bhanub, S. Joy & B. Philip. 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, Z., S. Khosravi, Y.O. Kim & S.M. Lee. 2017. Effect of dietary protein and lipid level on growth, feed utilization, and muscle composition in golden mandarin fish *Siniperca scherzeri*. *Fish Aquat Sci* 2017;20:7.
- Susanto A., J. Hutabarat, S. Anggoro & 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 & 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., E. Yuwono, F.N. Rachmawati, S. Priyanto & Hana. 2015. Karakteristik Enzim Digesti, Protease dan Amilase, Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) pada Fase Pertumbuhan. *Biosfera* 32(2), 134-142.
- Tahapari, E & J. Darmawan. 2018. Kebutuhan Protein Pakan untuk Performa Optimal Benih Ikan Patin Pasopati (Pangasiid). *Jurnal Riset Akuakultur* 13(1), 47-56.
- Tok, N.C., K. K. Jain, D.L. Prabu, N.P. Suhu, S. M. Kumar, A. K. Pal, G. M. Siddiah & P. Kumar. 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, & H. Liu. 2018a. 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., S. Hu, B. Lou, D. Chen, W. Zhan, R. Chen, F. Liu, & D. Xu. 2018b. 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, US. 399 p.
- Wu, W., H. Ji, H. Yu, J. Sun & J. Zhou. 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., D. Han, X. Zhu, Y. Yang, J. Jin & 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