

Pengaruh Perbedaan Dosis Minyak Ikan dan Minyak Jagung Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan dan Pertumbuhan Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*)

Abdul Rahman Hutasuhut, *Adi Susanto, dan Heru Kusdianto

Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman
Jl. Gunung Tabur, Kampus Gn. Kerlu, Samarinda, 75123, Kalimantan Timur, Samarinda
*e-mail korespondensi: adisusanto@fpik.unmul.ac.id

Abstract. The purpose of this study was to examine the effects of two lipid sources dosages on the digestive enzymes activity and growth of Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). In this study, there were five treatments and three replicates in a completely randomised design (CRD). In this investigation, the following dosage ratios of fish oil and corn oil were used as treatments: A (100%:0%), B (75%: 25%), C (50%:50%), D (25%:75%), and E (0%:100%). The experimental fish had initial average length of 5–6 cm and weight of 2.8–3.6 g. Fish were reared for 45 days in plastic tanks measuring 34.3 cm x 38 cm x 31.5 cm using a recirculation system. Each tank was filled with 25 liters of water and the fish stocking density was 20 fish/tank. Fish are fed twice daily on an at-satiation basis, in the morning and the evening. Data analysis was carried out using the analysis of variance (Anova) with a confidence level of 95% and continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT). The findings demonstrated that the activity of digestive enzymes (amylase, lipase, and protease) was significantly ($P<0.05$) impacted by the differences in the content of the two lipid sources, with an increase in the percentage of corn oil causing an increase in the activity of all digestive enzymes. Conversely, neither growth nor specific growth rate were significantly affected ($P>0.05$) by the variation in the percentage of the two lipid sources. But in contrast to the other treatments, treatment A resulted in more growth. The reason for this could be because the ingredients were adequate to meet the fatty acid requirements for Kelabau fish growth, therefore the fatty acid addition was no longer necessary.

Keywords : Digestive Enzyme activity; Kelabau; Fish oil; Corn oil; Growth

Abstrak. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis pengaruh perbedaan dosis sumber lemak pada pakan terhadap aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan perbandingan dosis minyak ikan dan minyak jagung yaitu : A (100%:0%), B (75%:25%), C (50%: 50%), dan D (25%:75%), dan E (0%:100%). Ikan uji dalam penelitian ini memiliki panjang awal 5-6 cm dan berat awal 2,8–3,6 g. Ikan dipelihara selama 45 hari dalam tank plastik berukuran 34,3 cm x 38 cm x 31,5 cm menggunakan sistem resirkulasi. Setiap tank diisi 25 liter air dan padat tebar ikan 20 ekor/bak. Ikan diberi pakan dua kali sehari, pada pagi dan sore hari secara at-satiation. Analisis data dilakukan menggunakan analisis ragam (Anova) dengan tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan komposisi dua sumber lemak berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap aktivitas enzim pencernaan (amilase, lipase, dan protease) dimana aktifitas seluruh enzim pencernaan meningkat seiring dengan peningkatan persentase minyak jagung. Sebaliknya, perbedaan persentase kombinasi 2 sumber lipid tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap pertumbuhan bobot mutlak maupun laju pertumbuhan spesifik. Meskipun demikian, perlakuan A menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini mungkin disebabkan bahan penyusun pakan yang digunakan telah mampu memenuhi kebutuhan asam lemak untuk pertumbuhan ikan Kelabau sehingga penambahan asam lemak dari tidak lagi diperlukan.

Kata Kunci : Aktivitas enzim; Ikan kelabau; Minyak ikan; Minyak jagung; Pertumbuhan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*) merupakan salah satu jenis ikan budidaya air tawar yang masuk ke dalam kelompok *Cyprinidae* dan banyak ditemukan di daerah Kalimantan, Sumatera, negara Singapura dan Malaysia (Aizam *et al.*, 1983 *dalam* Fitriadi *dkk.*, 2022). Nasution dan Nuraini, 2004 *dalam* Susanto *dkk.*, (2022), menyatakan bahwa habitat utama ikan ini adalah air tawar tetapi tidak menutup kemungkinan ditemukan juga di perairan payau. Ikan kelabau lebih banyak ditemukan di perairan sungai seperti Sungai Kapuas di Kalimantan Barat, Sungai Barito di Kalimantan Selatan dan Sungai Mahakam di Kalimantan Timur.

Ikan kelabau memiliki prospek sebagai ikan budidaya karena memiliki nilai ekonomis penting dengan harga relatif mahal di pasaran. Harga ikan kelabau hasil tangkapan masih tinggi dibanding dengan ikan tawar lainnya, kisaran harga ikan kelabau di pasaran berkisar antara Rp. 40.000,- s/d 50.000,-/kg. Harga ini sama dibanding dengan ikan mas (Rp.40.000,- s/d 45.000,-). Usaha pembesaran ikan kelabau belum banyak dilakukan sehingga informasi mengenai pertumbuhan yang optimal belum tersedia. Salah satu kendala dalam budidaya pembesaran ikan

kelabau adalah pertumbuhannya yang lambat. Hal ini disebabkan oleh faktor internal ikan kelabau yaitu rendahnya pemanfaatan energi dalam pakan, sehingga tidak cukup jika dipergunakan untuk pertumbuhan. Salah satu komponen dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangbiakkan ikan dalam budidaya adalah pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang cukup di dalamnya. Fungsi pakan adalah sebagai sumber energi utama dan materi bagi kehidupan, pertumbuhan dan reproduksi ikan (Karimah *et al.*, 2018).

Kebutuhan nutrien di dalam pakan harus lengkap dan berimbang untuk mendukung proses fisiologis dan metabolisme dalam tubuh ikan. Pakan ikan yang baik mempunyai kandungan protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Salah satu upaya untuk mengurangi peranan protein sebagai sumber energi dalam pakan adalah dengan memaksimalkan penggunaan lemak sebagai sumber energi (Marzuqi, 2015).

Penelitian terdahulu mengenai manfaat keberadaan lemak dalam pakan telah dilakukan. Hasil penelitian Guo *et al.*, (2019) menyatakan bahwa ikan kakap hitam (*Micropterus salmoides*) mampu tumbuh dengan baik pada kadar lemak 18%. Abdel-Ghany *et al.*, (2021) menambahkan bahwa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan dengan kadar lemak 7% - 8,5% mampu menghasilkan laju pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan terbaik. Menurut penelitian Kurdiansyah, (2023) bahwa ikan kelabau (*O. melanopleurus*) yang diberi pakan dengan kadar lemak 8% mampu menghasilkan nilai pertumbuhan yang baik.

Pemanfaatan nutrien dalam pakan oleh ikan sangat tergantung pada kemampuan ikan dalam mencerna materi yang dikonsumsinya. Pencernaan nutrien sangat bergantung pada keberadaan enzim yang ada dalam saluran pencernaan. Menurut Bagarinao, (1991) ada keterkaitan antara aktivitas enzim pencernaan dan perkembangan struktur organ pencernaan dan kebiasaan makan dari ikan. Aktivitas enzim pencernaan menggambarkan proses pencernaan terhadap makro nutrien yang dikonsumsi oleh ikan.

Menurut Zonneveld *et al.*, (1991) dalam Al Gadri dkk., (2014) enzim-enzim yang berperan dalam pencernaan adalah amilase, lipase, dan protease. Fungsi dari enzim – enzim tersebut adalah memecah senyawa makromolekul seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi senyawa yang lebih kecil dan memudahkan penyerapan ke dalam tubuh (Supriyatna *et al.*, 2015).

Pertumbuhan ikan kelabau masih bisa dioptimalkan dengan memberikan sumber energi yaitu lemak yang sampai saat ini belum diketahui kebutuhannya pada ikan ini. Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh perbedaan dosis sumber lemak yang berbeda di dalam pakan terhadap aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan kelabau (*O. melanopleurus*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan mulai bulan Januari 2023 sampai dengan Februari 2023 selama 45 hari. Pembuatan pakan penelitian dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda. Pemeliharaan ikan dilakukan di Laboratorium Biologi Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam (P2LH – SDA), Universitas Mulawarman, Samarinda. Pembedahan perut ikan kelabau dilakukan di Laboratorium Toksikologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman. Sementara uji aktivitas enzim pencernaan dilakukan di Laboratorium Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini disimbolkan dengan huruf A, B, C, D dan E. Ulangan disimbolkan dengan huruf U dimulai dari U1-U3. Penelitian ini mengacu dari penelitian sebelumnya oleh Kurdiansyah (2023) bahwa ikan kelabau (*O. melanopleurus*) yang diberi pakan dengan kadar lemak 8% mampu menghasilkan nilai pertumbuhan yang baik. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini yaitu perbedaan dosis penggunaan minyak ikan dan minyak jagung. Adapun perlakuan yang digunakan sebagai berikut

Perlakuan A = Penggunaan 100% minyak ikan + 0% minyak jagung

Perlakuan B = Penggunaan 75% minyak ikan + 25% minyak jagung

Perlakuan C = Penggunaan 50% minyak ikan + 50% minyak jagung

Perlakuan D = Penggunaan 25% minyak ikan + 75% minyak jagung

Perlakuan E = Penggunaan 0% minyak ikan + 100% minyak jagung

Hasil rancangan bahan pakan untuk penelitian yang ditambahkan perbedaan dosis minyak ikan dan minyak jagung pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1.

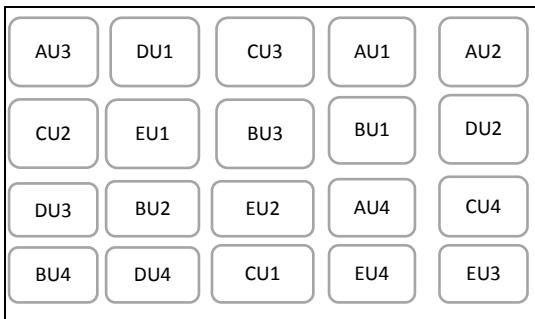
Tabel . Komponen Formulasi Bahan Pakan

| NO. | Sumber Bahan Pakan | Komposisi Bahan Baku (% Berat Kering) | | | | |
|-----|--------------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | A | B | C | D | E |
| 1. | Tepung ikan | 28,25 | 28,25 | 28,25 | 28,25 | 28,25 |
| 2. | Tepung kedelai | 25,70 | 25,70 | 25,70 | 25,70 | 25,70 |
| 3. | Tepung terigu | 14,50 | 14,50 | 14,50 | 14,50 | 14,50 |
| 4. | Tepung dedak | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| 5. | Minyak ikan | 5,00 | 3,75 | 2,50 | 1,25 | 0,00 |
| 6. | Minyak jagung | 0,00 | 1,25 | 2,50 | 3,75 | 5,00 |
| 7. | Vitamin mix | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| 8. | Mineral mix | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| 9. | Coline chlorida | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| 10. | CMC | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| 11. | Suplemen | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| 12. | Filler | 6,37 | 6,37 | 6,37 | 6,37 | 6,37 |
| | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Kadar protein (%) | 31,81 | 31,81 | 31,81 | 31,81 | 31,81 |
| | Kadar lemak (%) | 7,91 | 7,91 | 7,91 | 7,91 | 7,91 |
| | Kadar KH (%) | 32,65 | 32,65 | 32,65 | 32,65 | 32,65 |
| | Energi (Kkal) | 251,11 | 251,11 | 251,11 | 251,11 | 251,11 |
| | C/P | 7,89 | 7,89 | 7,89 | 7,89 | 7,89 |

Keterangan : Hasil perhitungan rancangan bahan pakan penelitian

Sumber : Data primer, 2022

Penempatan bak plastik sebagai wadah penelitian dilakukan secara acak melalui pengundian. Layout unit percobaan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata Letak Tempat Penelitian

Prosedur Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, diantaranya sebagai berikut :

1. Persiapan Alat
 - a. Bak penelitian dan bak penampungan ikan dibersihkan.
 - b. Bak penelitian yang telah dibersihkan diletakkan sesuai dengan tata letak yang sebelumnya telah diberi label sesuai dengan perlakuan dan ulangan.
 - c. Bak penelitian dan penampungan ikan diisi dengan air yang telah diaerasi sebanyak 25 liter.
2. Persiapan Bahan
 - a. Air penelitian diaerasi terlebih dahulu di dalam bak penampungan ikan selama 1 minggu.
 - b. Ikan kelabau diaklimatisasi di dalam bak penampungan ikan selama 3 hari sebelum dimasukkan ke dalam bak penelitian.
3. Pembuatan Pakan
 - a. Semua bahan yang digunakan dipersiapkan dalam formulasi pembuatan pakan sesuai dengan dosis dari masing-masing bahan yang ditentukan.
 - b. Semua bahan kering seperti tepung ikan, tepung kedelai, tepung terigu, tepung dedak, choline clorida, filler, vitamin, mineral, dan carboxy Methyl Cellulose (CMC) dicampur hingga merata.
 - c. Minyak ikan dan minyak jagung dengan dosis yang telah ditentukan dimasukkan ke dalam bahan kering lalu diaduk kembali hingga merata. Komposisi bahan setiap perlakuan dapat dilihat pada (Tabel 1).
 - d. Semua bahan yang telah tercampur dicetak menjadi pellet dengan ukuran 1mm.
 - e. Bahan yang telah dicetak kemudian dikeringkan dengan cara dijemur.
 - f. Pakan yang telah kering dimasukkan ke dalam plastik klip dan diberi kode sesuai perlakuan.

4. Pelaksanaan penelitian

- a. Ikan diadaptasikan terhadap media pemeliharaan terlebih dahulu selama 7 hari
- b. Ikan ditimbang terlebih dahulu berat awal, kemudian ikan dimasukkan ke dalam bak sebanyak 20 ekor per bak penelitian.
- c. Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari, pada waktu pagi dan sore hari secara *ad-satiation* (sampai kenyang).
- d. Penyipiran dilakukan selama 5 hari sekali pada pagi hari sebelum ikan diberi makan. Proses pergantian dan penambahan air dilakukan apabila kondisi air mulai kotor dengan mengganti 50% dari volume air.
- e. Pengukuran kualitas air dilakukan 7 hari sekali untuk parameter DO, pH, dan ammonia. Pengukuran kualitas air untuk parameter suhu dilakukan setiap pagi dan sore hari.
- f. Pengambilan data pertumbuhan ikan dilakukan pada awal penelitian hingga akhir penelitian (45 hari).

5. Pengukuran Aktivitas Enzim

Pengukuran uji aktivitas enzim dilakukan pada akhir pemeliharaan untuk menganalisis aktivitas enzim pencernaan terbaik setelah diberi pakan dengan perbedaan dosis sumber lemak terhadap ikan kelabau. Pada akhir pemeliharaan, sampel ikan diambil sebanyak 5 ekor per ulangan, kemudian dilakukan pembedahan perut ikan untuk diambil organ dalam berupa usus ikan kelabau secara berhati-hati dan disimpan di freezer yang selanjutnya dibawa ke Laboratorium Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat untuk disiapkan analisis pengukuran aktivitas enzimnya.

Metode Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Utama

Pengumpulan data ikan dilakukan pada awal dan akhir penelitian, meliputi :

a. Aktivitas Enzim Amilase

Pengamatan aktivitas enzim α -amilase berpedoman pada metode Worthington (1993) *dalam* Susanto (2021). Aktivitas enzim α -amilase diukur dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas } \alpha\text{-amilase} = \left\{ \frac{\text{Ass-Abl}}{\text{Ast-Abl}} \times \frac{P}{T} \right\}$$

b. Aktivitas Enzim Lipase

Pengamatan aktivitas enzim lipase dideterminasi dengan menggunakan metode Tietz dan Friedreck *dalam* Borlongan (1990) *dalam* Susanto 2021. Aktivitas enzim lipase diukur dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas lipase} = (A-B) \times N \text{ NaOH} \times 1000$$
$$\times \frac{P}{T}$$

c. Aktivitas Enzim Protease

Aktivitas enzim protease mengikuti metode Bergmeyer dan Grassi (1983), *dalam* Susanto 2021. Aktivitas protease dihitung sesuai persamaan :

$$U = \frac{\text{Act-Abl}}{\text{Ast-Abl}} \times \frac{P}{T}$$

2. Pengumpulan Data Penunjang

Pengumpulan data ikan dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu sebagai berikut :

a. Pertumbuhan Berat Mutlak

Pengumpulan data pertumbuhan berat mutlak pada berat ikan dilakukan dengan cara menimbang berat total ikan yang dilakukan diawal dan diakhir penelitian. Perhitungan yang digunakan dalam pertumbuhan berat mutlak menggunakan rumus Effendie (1997) *dalam* Nasir dan Munawar, 2016 yaitu sebagai berikut :

$$W = W_t - W_0$$

b. Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik merupakan persen (%) dari pertumbuhan setelah berat akhir dan berat awal, dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan. Laju pertumbuhan spesifik (SGR) dihitung dengan menggunakan rumus Zonneveld *et al.*, *dalam* Susanto dkk., 2022 yaitu sebagai berikut :

$$SGR = \left(\frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \right) \times 100\%$$

c. Parameter Kualitas Air

Data penunjang yang diamati selama penelitian berlangsung yaitu data pengukuran kualitas air pada media pemeliharaan. Pengukuran kualitas air dilakukan seminggu sekali (DO, pH, dan ammonia), sedangkan untuk pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pagi dan sore.

3. Analisis Data

Data yang diperoleh berupa aktivitas enzim pencernaan meliputi (amilase, lipase, dan protease), pertumbuhan berat mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik. Perhitungan data dianalisis menggunakan Microsoft Excel 2019 dan SPSS versi 25. Data dianalisis homogenitasnya dan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan Anova (*single factor*) pada tingkat kepercayaan 95%. Jika perlakuan menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$), analisis dilanjutkan menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) dilakukan untuk mengetahui tingkat perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

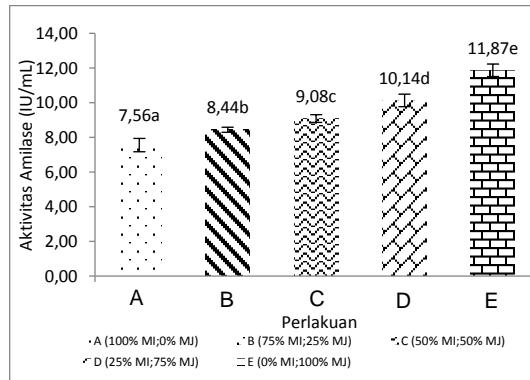
Berdasarkan hasil penelitian pemberian perbedaan komposisi dosis dua sumber lemak pada pakan buatan terhadap benih ikan kelabau yang dipelihara selama 45 hari, maka diperoleh data aktivitas enzim pencernaan ikan kelabau seperti amilase, lipase, protease, serta pertumbuhan benih ikan kelabau.

Aktivitas Enzim Pencernaan

Enzim yang dikenal luas perannya dalam pencernaan adalah enzim amilase, lipase, dan protease. Hasil pengamatan terhadap aktivitas enzim pencernaan menunjukkan kecenderungan peningkatan aktivitas seiring dengan persentase minyak jagung. Hal ini menggambarkan bahwa ikan kelabau mempunyai kemampuan yang baik dalam mencerna pakan yang mengandung minyak jagung dibandingkan dengan minyak ikan dalam jumlah besar. Hal ini sejalan dengan pendapat Elavarasan (2018) menyatakan bahwa ikan air tawar lebih banyak mengandung ω 3 dibanding dengan ikan air laut, dan sebaliknya ikan laut lebih banyak mengandung ω 6, sehingga untuk menjaga keseimbangan asam lemak dalam tubuhnya maka ikan air tawar cenderung membutuhkan asam lemak ω 6 lebih banyak dibanding dengan asam lemak ω 3.

1. Aktivitas Enzim Amilase

Enzim amilase merupakan enzim yang mampu mengkatalis proses hidrolisis pati untuk menghasilkan molekul lebih sederhana seperti glukosa, maltose dan dekstrin (Nangin dan Sutrisno, 2015). Berdasarkan analisis ragam (Anova) hasil pengukuran terhadap aktivitas enzim amilase pada ikan kelabau setelah diberi pakan buatan dengan perbedaan dosis sumber lemak pada masing-masing perlakuan selama penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap aktivitas enzim amilase ikan kelabau ($P < 0,05$). Pola peningkatan aktivitas enzim amilase disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola Peningkatan Aktivitas Enzim Amilase

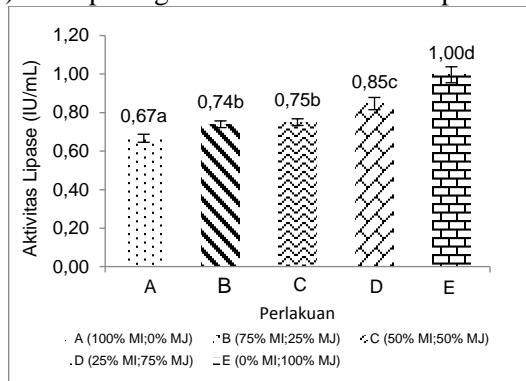
Pada hasil perhitungan lanjutan menggunakan analisis metode Duncan. Aktivitas enzim amilase menunjukkan hasil terendah teramati pada perlakuan A (100% minyak ikan) dengan nilai 7,56, diikuti secara berturut-turut pada perlakuan B, C, D, hingga pada perlakuan amilase tertinggi dihasilkan pada perlakuan E (100% minyak jagung) dengan nilai 11,87.

Tingginya aktivitas enzim amilase pada perlakuan pakan E dengan komposisi (100% minyak jagung) menunjukkan bahwa pada kelompok ikan ini mampu mencerna karbohidrat dengan baik sehingga dapat menyediakan energi untuk aktivitasnya. Ketersediaan minyak jagung yang merupakan sumber ω 6 walaupun mampu mendorong meningkatnya aktivitas enzim amilase akan tetapi tidak mampu dimanfaatkan oleh ikan karena tidak diikuti dengan kerja hormon insulin yang optimal, sehingga karbohidrat yang dicerna tidak dapat dimanfaatkan dengan baik.

Pola aktivitas enzim amilase yang serupa juga ditinjau pada penelitian Susanto dkk., (2022) pada ikan kelabau (*O. melanopleurus*) yang diberi pakan dengan kadar lemak yang berbeda. Ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan dengan lemak 5% menghasilkan aktivitas amilase lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang mengkonsumsi pakan dengan lemak 11%. Hal ini diduga karena adanya protein yang optimal di dalam pakan sehingga akan menstimulasi peningkatan aktivitas enzim amilase pada saluran pencernaan ikan.

2. Aktivitas Enzim Lipase

Enzim lipase adalah enzim yang bekerja untuk menghidrolisis lemak dan minyak menjadi asam lemak dan gliserol yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Berdasarkan analisis sidik ragam (Anova) hasil pengukuran terhadap aktivitas enzim lipase pada ikan kelabau setelah diberi pakan buatan dengan perbedaan dosis sumber lemak pada masing-masing perlakuan selama penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap aktivitas enzim lipase ikan kelabau ($P < 0,05$). Pola peningkatan aktivitas enzim lipase disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola Peningkatan Aktivitas Enzim Lipase

Pada hasil perhitungan lanjutan menggunakan DMRT. Aktivitas enzim lipase menunjukkan hasil terendah teramat pada perlakuan A (100% minyak ikan) dengan nilai 0,67, diikuti secara berturut-turut pada perlakuan B, C, D, hingga pada perlakuan amilase tertinggi dihasilkan pada perlakuan E (100% minyak jagung) dengan nilai 1. Berdasarkan hasil analisis tersebut semakin tinggi pemberian dosis minyak jagung akan meningkatkan aktivitas enzim amilase pada saluran pencernaan ikan kelabau.

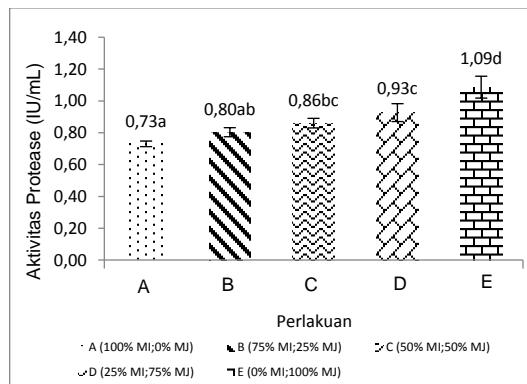
Aktivitas enzim lipase yang tinggi juga menunjukkan bahwa lipid yang dicerna semakin banyak, sehingga aktivitas lipase pada ikan kelabau semakin meningkat. Data hasil perhitungan aktivitas enzim lipase yang diperoleh selama penelitian terhadap ikan kelabau memiliki nilai yang tidak jauh berbeda yaitu antara 0,68 hingga 1. Hal ini dikarenakan umur ikan yang masih muda sehingga sistem pencernaan belum optimal. Aktivitas enzim pencernaan secara umum bervariasi menurut umur ikan, faktor fisiologis dan musim (Hepher, 1988 dalam Al Jawad, 2019).

Menurut Gawlicka *et al.*, (2004) dalam Al Jawad, 2019, menyatakan bahwa ikan herbivora memiliki lipase yang lebih tinggi karena untuk menyerap lipid dari pakan yang dimakannya agar lebih maksimal. Berbeda dengan ikan karnivora kandungan lipid di makanannya lebih banyak jadi tidak perlu mengekspresikan enzim lipase terlalu tinggi karena lemak sudah terpenuhi. Sejalan dengan penelitian Susanto dkk., (2022) terhadap ikan kelabau (*O. melanopleurus*) yang diberi pakan dengan kadar lemak yang berbeda. Ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan dengan lemak 11% menghasilkan aktivitas lipase lebih tinggi dibandingkan kelompok ikan yang mengkonsumsi pakan 5%, 7%, dan 9%.

3. Aktivitas Enzim Protease

Selain enzim amilase dan lipase, enzim protease juga dihitung aktivitas enzimnya. Enzim protease berfungsi menghidrolisis ikatan peptida pada protein menjadi oligopeptida dan asam amino (Choliq, 2018).

Berdasarkan analisis sidik ragam (Anova) hasil pengukuran terhadap aktivitas enzim lipase pada ikan kelabau setelah diberi pakan buatan dengan perbedaan dosis sumber lemak pada masing-masing perlakuan selama penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap aktivitas enzim lipase ikan kelabau ($P < 0,05$). Pola peningkatan aktivitas enzim protease disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola Peningkatan Aktivitas Enzim Protease

Pada hasil perhitungan lanjutan menggunakan analisis metode Duncan. Aktivitas enzim protease menunjukkan hasil terendah teramati pada perlakuan A (100% minyak ikan) dengan nilai 0,73, diikuti secara berturut-turut pada perlakuan B, C, D, hingga pada perlakuan protease tertinggi dihasilkan pada perlakuan E (100% minyak jagung) dengan nilai 1,09. Berdasarkan hasil analisis tersebut semakin tinggi pemberian dosis minyak jagung akan meningkatkan aktivitas enzim protease pada saluran pencernaan ikan kelabau.

Data hasil perhitungan aktivitas enzim protease yang diperoleh selama penelitian pemeliharaan ikan kelabau memiliki nilai yang tidak jauh berbeda yaitu antara 0,73 hingga 1,09. Hal ini dikarenakan umur ikan yang masih muda sehingga sistem pencernaan belum optimal. Aktivitas enzim protease yang tinggi juga menunjukkan bahwa protein yang dicerna semakin banyak, sehingga potensi untuk pertumbuhannya juga semakin tinggi.

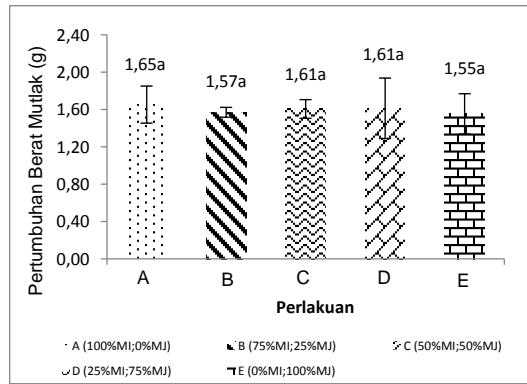
Berdasarkan Utomo *et al.*, (2006), ikan air tawar lebih banyak membutuhkan asam lemak ω 6 (linoleat) dari pada asam lemak ω 3 (linolenat) atau campuran asam lemak ω 6 dan ω 3. Selain itu, salah satu fungsi dari enzim protease ialah membangun sistem kekebalan tubuh dalam proses pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Armain, 2023 penambahan sumber minyak jagung pada pakan buatan memperoleh hasil kelangsungan hidup hingga 100%.

Penelitian serupa oleh Susanto *dkk.*, (2022) terhadap ikan kelabau (*O. melanopleurus*) dengan memberikan kadar lemak menghasilkan tingginya aktivitas enzim protease seiring dengan bertambahnya dosis kadar lemak pada pakan. Salem *et al.*, (2021), juga berpendapat bahwa aktivitas enzim protease ikan baronang meningkat seiring dengan meningkatnya kadar lemak pakan dari 6% ke 12%.

Pertumbuhan Berat Benih Ikan Kelabau

1. Pertumbuhan Berat Mutlak

Rata-rata pertumbuhan berat mutlak adalah jumlah dari selisih berat ikan pada akhir penelitian dan berat pada saat awal penebaran (Zonneveld *et al.*, (1991) Berdasarkan analisis sidik ragam (Anova) hasil pengukuran terhadap pertumbuhan berat mutlak pada ikan kelabau setelah diberi pakan buatan dengan penambahan dosis sumber lemak berbeda pada masing-masing perlakuan selama penelitian menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak ikan kelabau ($p > 0,05$). Pertumbuhan berat mutlak pada ikan kelabau pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pertumbuhan Berat Mutlak Benih Ikan Kelabau

Berdasarkan Gambar 5 pertumbuhan berat mutlak pada ikan kelabau menunjukkan bahwa pertumbuhan berat tertinggi terdapat pada perlakuan 100% minyak ikan dengan nilai berat rata-rata 1,65 gram, diikuti secara berturut-turut pada perlakuan C (50% minyak ikan dan 50% minyak jagung) dan perlakuan D (25% minyak ikan dan

75% minyak jagung) dengan nilai 1,61 gram, perlakuan B (75% minyak ikan dan 25% minyak jagung) dengan nilai rata-rata 1,57 gram, serta pertumbuhan berat yang terendah terdapat pada perlakuan E (0% minyak ikan dan 100% minyak jagung) dengan nilai berat rata-rata 1,55 gram.

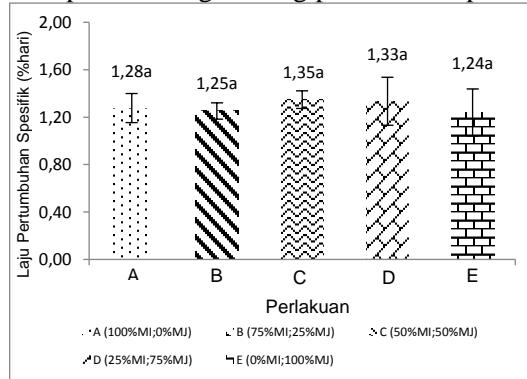
Hasil analisis Anova telah menunjukkan bahwa ikan kelabau tidak memberikan pengaruh nyata setelah diberi pakan buatan dengan perbedaan dosis sumber lemak yang berbeda-beda. Berdasarkan grafik laju pertumbuhan berat mutlak dapat diketahui bahwa benih ikan kelabau yang diberi perlakuan pakan dengan tambahan (100% minyak ikan) memiliki laju pertumbuhan berat mutlak yang tertinggi sebesar 1,65 gr dibandingkan dengan perlakuan E (100% minyak jagung) dengan hasil 1,55 gr. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan pakan A (100% minyak ikan) mampu memenuhi kebutuhan ikan untuk energinya dan memanfaatkan protein secara optimal dalam proses pertumbuhan, sedangkan pada perlakuan pakan E (100% minyak jagung) lemak dalam pakan belum optimal dimanfaatkan, seingga porsi protein dikatabolisme untuk mencukupi energi pada ikan yang kurang dalam menunjang aktivitas ikan kelabau.

Zonneveld *et al.*, (1991) menyatakan bahwa daya cerna ikan terhadap karbohidrat sangat rendah, tergantung pada spesies ikannya. Pakan yang berasal dari bahan nabati biasanya lebih sedikit dicerna dibandingkan dengan bahan hewani. Hal ini dikarenakan bahan nabati memiliki serat kasar yang sulit dicerna dan mempunyai dinding sel kuat yang sulit dipecahkan (Hepher, 1990 dalam Susanto, 2021). Selain itu, kemampuan ikan untuk memanfaatkan karbohidrat tergantung pada kemampuannya dalam menghasilkan enzim amilase (pemecah karbohidrat). Minyak ikan juga memiliki fungsi sebagai atraktan yang dapat menimbulkan bau pada pakan sehingga membuat ikan nafsu untuk memakannya. Komariyah (2009), menyatakan bahwa minyak ikan mengandung ω 3 lebih tinggi yang dapat menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian (Oktavia, 2015 dalam Armain, 2023) yang menyatakan bahwa penambahan sumber lemak ke dalam pakan tidak berpengaruh nyata baik terhadap efisiensi pakan, rasio konversi pakan, maupun pertumbuhan

2. Laju Pertumbuhan Spesifik

Menurut Sukarman dan Ramadhan (2015), laju pertumbuhan spesifik merupakan laju pertumbuhan bobot ikan per hari yang dinyatakan dalam persen. Nilai laju pertumbuhan spesifik dalam pengukurannya dipengaruhi oleh peningkatan bobot. Berdasarkan analisis sidik ragam (Anova) hasil pengukuran terhadap laju pertumbuhan spesifik pada ikan kelabau setelah diberi pakan buatan dengan perbedaan dosis sumber lemak pada masing-masing perlakuan selama penelitian menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan kelabau ($p > 0,05$). Laju pertumbuhan spesifik pada ikan kelabau pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Kelabau (% hari)

Berdasarkan Gambar 6 teramati bahwa laju pertumbuhan spesifik pada ikan kelabau setelah diberi pakan buatan dengan penambahan dosis sumber lemak yang berbeda menunjukkan bahwa perlakuan C (50% minyak ikan dan 50% minyak jagung) memiliki laju pertumbuhan spesifik tertinggi dengan nilai 1,35%/hari, diikuti perlakuan D (25% minyak ikan dan 75% minyak jagung) dengan nilai 1,33%/hari, perlakuan A (100% minyak ikan dan 0% minyak jagung) dengan nilai 1,28%/hari, perlakuan B (75% minyak ikan dan 25% minyak jagung) dengan nilai 1,25%/hari, hingga laju pertumbuhan spesifik terendah pada perlakuan E (0% minyak ikan dan 100% minyak jagung) dengan nilai 1,24%/hari.

Hasil analisis Anova telah menunjukkan bahwa ikan kelabau tidak memberikan pengaruh nyata setelah diberi pakan buatan dengan perbedaan dosis sumber lemak yang berbeda-beda. Berdasarkan grafik laju pertumbuhan spesifik ikan kelabau pemberian pakan dengan komposisi 50% minyak ikan dan minyak jagung pada perlakuan C menghasilkan laju pertumbuhan spesifik ikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hepher (1990)

dalam Susanto (2021) berpendapat bahwa ikan air tawar memerlukan asam lemak ω 6 atau asam lemak kombinasi ω 3 ω 6 dalam proses pertumbuhan serta dapat mempertahankan kesehatan ikan.

Effendie (1997) dalam Armain (2023), menyatakan bahwa pertumbuhan terjadi apabila terdapat kelebihan energi hasil metabolisme setelah digunakan untuk pemeliharaan tubuh dan aktivitas.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Khan dan Abidi (2012), bahwa pemanfaatan protein tergantung pada ketersediaan sumber energi non-protein dalam pakan yang akan mempengaruhi pertumbuhan, konversi pakan, efisiensi retensi nutrisi dan komposisi tubuh. Apabila energi yang berasal dari non-protein tersebut cukup tersedia, maka sebagian besar protein akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Apabila sebaliknya maka sebagian besar protein akan digunakan sebagai sumber energi sehingga fungsi protein sebagai pembangun tubuh akan berkurang.

Hasil serupa diperoleh dalam penelitian (Liang *et al.*, 2022), ketika menggunakan perbandingan antara minyak hewani dan nabati berupa minyak kelapa (CO), minyak lobak (RO), minyak biji rami (LO) dan minyak ikan (FO) digunakan sebagai sumber lipid, tidak ada perbedaan yang signifikan pada FBW, SGR, FE, tingkat kelangsungan hidup, HIS dan VSI ikan di antara semua kelompok. Hal ini mungkin disebabkan karena LO kaya akan (C18:3n-3) yang dapat digunakan dengan baik oleh ikan air tawar, RO kaya akan asam lemak esensial (18:1n-9 dan 18:2n-6) yang dibutuhkan oleh ikan air tawar, dan CO kaya akan asam lemak rantai menengah (C10:0, C12:0 dan C14:0) yang dapat mengatur metabolisme lipid.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian adalah suhu, pH, DO, dan ammonia. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air

| No. | Parameter | Hasil | Acuan |
|-----|-----------------------|-----------------|------------|
| 1. | Suhu | 26,08 – 28,14°C | 25 – 32°C |
| 2. | Derajat keasaman (pH) | 4,64 – 6,79 | 5 - 7 |
| 3. | Oksigen terlarut (DO) | 6,3 – 8 mg/L | > 5 (mg/L) |
| 4. | Ammonia | 0,02 – 0,33 | < 1 (mg/L) |

Keterangan : Parameter kualitas air dalam penelitian ini mengacu pada baku mutu SNI

1. Suhu

Hasil pengukuran suhu air selama penelitian berkisar antara 26,08°C - 28,14°C, suhu pada pagi hari yaitu berkisar 26,08°C – 27,84°C dan suhu pada sore hari berkisar 27,9°C – 28,14°C. Nilai kualitas air selama penelitian masih berada pada kisaran toleransi yang dapat mendukung pertumbuhan ikan kelabau. Suhu ini termasuk dalam kondisi optimal untuk kehidupan organisme perairan umum. Menurut Cholik *et al.*, (1986) dalam Nasution *dkk.*, (2006), bahwa temperatur yang baik untuk kehidupan organisme perairan berkisar antara 25 - 32°C.

2. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH yang didapat pada wadah pemeliharaan berkisar 4,64 - 6,79. Menurut Nugroho *dkk.*, (2007) dalam Asiah *dkk.*, (2018) menyatakan ikan kalabau hidup di perairan dengan pH 5 - 7. Kisaran nilai pH saat penelitian masih batas toleransi untuk ikan budidaya sesuai dengan pendapat Ekubo dan Abowi (2011), bahwa nilai pH di bawah 4 akan merugikan bagi kehidupan akuatik.

3. Oksigen Terlarut (DO)

Selama masa pemeliharaan benih ikan kelabau pada wadah pemeliharaan didapatkan nilai oksigen terlarut berkisar 6,3 - 8,0 mg/L. Hasil ini masih dapat dikatakan layak karena selama penelitian menggunakan aerasi untuk membantu menjaga kandungan DO dalam air, hal ini sesuai dengan pendapat Mardani (2014), dalam Muhtarom (2018), bahwa kadar DO 1,0 – 5,0 ppm ikan masih dapat bertahan hidup tetapi pertumbuhannya akan terganggu, sedangkan kadar DO > 5,0 ppm kondisi tersebut disukai oleh ikan.

4. Ammonia (NH₃)

Pengukuran ammonia selama penelitian yang dilakukan setiap seminggu sekali didapatkan nilai berkisar antara 0,02 – 0,332 mg/L. Konsentrasi ammonia yang optimal dalam budidaya adalah tidak lebih dari 1 ppm (Soetomo, 2000) dalam Armain, 2023. Sedangkan menurut Prihartono (2006) dalam Armain (2023), menyatakan bahwa kritis ikan terhadap kandungan ammonia adalah 0,6 mg/L.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pemberian dosis sumber lemak yang berbeda pada pakan buatan terhadap aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan ikan kelabau, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian sumber lemak yang berbeda terhadap aktivitas enzim pencernaan (amilase, lipase, dan protease) pada ikan kelabau memberikan pengaruh yang nyata (signifikan). Seiring bertambahnya komposisi minyak jagung di dalam pakan cenderung meningkatkan aktivitas enzimatis pencernaan ikan kelabau.
2. Pemberian sumber lemak yang berbeda terhadap pertumbuhan pada ikan kelabau tidak memberikan pengaruh nyata. Ikan kelabau yang mengkonsumsi pakan A (100% minyak ikan) memberikan nilai tertinggi pada pertumbuhan berat mutlak dan nilai tertinggi pada laju pertumbuhan spesifik untuk ikan yang mengkonsumsi pakan C (50% minyak ikan dan jagung). Tetapi, nilai terendah diperoleh pada pertumbuhan berupa (pertumbuhan berat mutlak dan pertumbuhan spesifik) terhadap perlakuan E (100% minyak jagung).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel - Ghany, H. M., M. E. S. Salem., A. A. Ezzat., M. A. Essa., A. M. Helal., R. F. Ismail dan F. M. El-Sayed. 2021. Effects of different levels of dietary lipids on growth performance, liver histology and cold tolerance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Thermal Biology* 96:102833
- Aizam, Z.A., S.C. Roos and K.J. Ang. 1983. Some aspect of the Biology of Ikan Kelabau *Osteochilus melanopleurus* (Bleeker). *Pertanika* 6(3) : 99 – 106.
- Al Gadri, S. F., U. Susilo dan S. Priyanto. 2014. Aktivitas Protease dan Amilase Pada Hepatopankreas dan Intestine Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*). *Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*. Vol. 1 : 43-48.
- Al Jawad, E. M. 2019. Kajian Fisiologis Sistem Pencernaan Pada Ikan Brek Tawar (*Puntius orphoides*) Dalam Upaya Konservasi di Kabupaten Pasuruan : Tesis. *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang*.
- Armain, N. N. 2023. Pengaruh Sumber Lemak Yang Berbeda Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*): Skripsi. *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Samarinda*.
- Asiah, N., A. Yustiati dan Sukendi. 2018. Morfometrik dan Meristik Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*) dari Sungai Kampar, Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 23 (1); 47-56.
- Bagarinao, T.U. 1991. Biology of Milkfish (*Chanos chanos* *Forskal*). *Aquaculture Department. Southeast Asian Fisheries Development Center. Tigbauan. Iloilo. Philippines*. 94 p.
- Bergmeyer, H .V dan M. G. Grassl. 1983. Determi- nation with glucose oxidize and peroxidese: Methods of enzymatic analy- sis. 2nd edition. *verlag chemie weinhem*, p. 1,205-1,202.
- Borlongan, I. G. 1990. Studies on the Digestive Lipases of Milkfish, *Chanos chanos*. *Aquaculture* 89:315-325.
- Cholik. F., Artati dan R.Arifudin., 1986. Pengelolaan kualitas air kolam. *INFIS Manual seri nomor 26. Dirjen Perikanan. Jakarta*. 52 hal.
- Choliq, A. 2018. Aktivitas Enzim Protease dari *Mucor javanicus* yang Ditumbuhkan Pada Media Tepung Singkong (*Mannihot utilissima*). *Jurnal Penelitian. Bogor: Bidang Mikrobiologi. Pusat Penelitian Biologi. LIPI*. 37-56 p.
- Elavarasan K. 2018. Importance of Fish in Human Nutrition. *Training Manual On Seafood Value Addition. ICARCentral Institute of Fisheries Technology*.
- Effendie, M. I. 1997. Biologi perikanan. *Yayasan Pustaka Nusantara.Yogyakarta*. 105. Hal
- Ekubo, A. A., and J. F. N. Abowi., 2011. Review of Some Water Quality Management Principles in Culture Fisheries. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering Technology*, 3(12), 1342–1357.
- Fitriadi, A., K. Sukarti dan Sumoharjo. 2022. Pemberian Pakan Dengan Kadar Karbohidrat Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). *Jurnal Aquawarman*. Vol. 8 (2) ; 103-110.
- German, D.P., Horn, M.H., & Gawlicka, A. 2004. Digestive Enzyme Activities in Herbivorous and Carnivorous Prickleback Fishes (*Teleostei: Stichaeidae*): Ontogenetic, Dietary and Phylogenetic Effects. *Physiological and Biochemical Zoology*, 77(5), pp. 789-804.
- Guo, J.J., Y. L. Zhou., H. Zhao., W. Y. Chen., Y. J. Chen and S. M. Lin. 2019. Effect of dietary lipid level on growth, lipid metabolism and oxidative status of largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture* 506:394-400.
- Hepher, B. 1988. *Nutrition on Pond Fish*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hepher, B. 1990. *Nutrition of Pond Fishes*. Cambridge Univercity Press. Cambridge, New York. 388 pp.
- Karimah, U., I. Samidjan dan Pinandoyo. 2018. Performa Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) Yang Diberi Jumlah Pakan Yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology Volume 7, Nomor 1, Tahun 2018, Halaman 128-135*.

- Khan, M. A and Abidi, S.F. 2012. Effect of Varying Protein to Energy Ratios on Growth, Nutrient Retention, Somatic Indices, and Digestive Enzyme Activities of Singhi, *Heteropneustes fossilis* (*Bloch*). Journal of the World Aquaculture Society, 43(4), 490-501.
- Komariyah. 2009. Pengaruh Penambahan Berbagai Dosis Minyak Ikan yang Berbeda Pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Ikan Patin (*Pangasius pangasius*). [Skripsi]. Universitas Pekalongan, 19 hlm.
- Kurdiansyah. 2023. Pengaruh Kadar Lemak yang Berbeda Terhadap Kinerja Pertumbuhan dan Total Konsumsi Pakan Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Mulawarman. Samarinda. Skripsi.
- Liang, C., X. Y. Zhao., L. F. Jiao., Y. D. Shen., J. X. Luo and T. T. Zhu. (2022). Effects of different lipid sources on growth performance, fatty acids composition in tissue and expression of genes related to lipid metabolism in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). Aquacult Rep. 23 (8). doi: 10.1016/j.aqrep.2022.101013.
- Mardani. 2014. Pengaruh Sumber Makanan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan kelabau Padi (*Osteochilus melanopleura*) yang Dipelihara dalam Hapa di Kolam. Jur. Ilmu Hewani Tropika. 3(1): 22-26.
- Marzuqi, M., 2015. Pengaruh Kadar Karbohidrat Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Aktivitas Enzim Amilase Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forsskal*) : Tesis. Program Studi Biologi Universitas Udayana, Denpasar.
- Muhtarom, A.A. 2018. Pakan Dengan Kadar Protein Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Retensi Protein dan Retansi Lemak Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). Jurnal Aquawarman. Vol. 5 (1): 44-50.
- Nangin, D. dan Sutrisno, A. 2015. Enzim Amilase Pemecah Pati Mentah dan Mikroba: Kajian Pustaka. Jurnal Pangan dan Argoindustri. 3(3): 1032-1039 p.
- Nasir, M dan Munawar Khalil. 2016. Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Filter Alami Terhadap Pertumbuhan, Sintasan, dan Kualitas Air Dalam Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal Acta Aquatica. Vol. 3 (1); 33-39.
- Nasution, S., Nuraini dan N. Hasibuan. 2004. Potensi Akuakultur Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*) Darl Perairan Kabupaten Pelalawan Propinsi Riau : Siklus Reproduksi. Prosiding Seminar Nasional Ikan IV. Hal 301-308.
- Nasution, S. Nuraini dan Hasibuan, N. 2006. Potensi akuakultur Ikan kelabau (*Osteochilus melanopleurus*) darl perairan Kabupaten Pelalawan Propinsi Riau : Slklus reproduks. Prosiding Seminar Nasional Ikan IV. Halaman 301–308.
- Nugroho, E. D., D. A. Rahayu., M. Amin and U. Lestari. 2007. Morphometric Characters of Marine Local Fish (*Harpodon sp*) Jurnal of Biological Researches. Tarakan, Northern Borneo. Vol; 21.
- Prihartono Eko, R., 2006. Permasalahan Goerami dan Solusinya. Penebar Swadaya. Jakarta. 82 hal.
- Rahardi, F. 1993. Agribisnis Tanaman Sayuran. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Salem, M. EI-S., H. M. Abdel – Ghany., A. E. Sallam and M. M. M. El-feky. 2021. Effects of different dietary protein and lipids levels on growth performance and digestive enzymes of the rabbitfish (*Siganus rivulatus*), reared in well water. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries 25 (5): 645 – 660.
- Saripudin, B. 2023. Pengaruh Sumber Lemak Yang Berbeda Terhadap Efisiensi Pakan dan Protein Efisiensi Rasio Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*): Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Soetomo, M. 2000. Teknik Budidaya Ikan Lele Dumbo. Sinar Baru Algensindo. Bandung. 109 hal.
- Sukarman dan F. Ramadhan. 2015. Pemanfaatan Kulit Ari Kelapa sebagai Alternatif Bahan Pakan untuk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Biologi, 8(1): 15–20.
- Supriyatna, A., D. Amalia, A. A. Jauhari dan D. Holydaziah. 2015. Kadar Enzim Amilase, Lipase dan Proteae Dari Larva *Hermetia Illucens* yang Diberi Pakan jerami Padi. Edisi Juli 2015 Volume IX No. 2. ISSN 1979-8911 p.
- 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 melanopleura*). AACL Bioflux 13(4):2061-2070.
- Susanto, A. 2021. Peran Suplemen Kromium Organik terhadap Pemanfaatan Karbohidrat Pakan oleh Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleura*): Disertasi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang.
- Susanto, A., A. S. Sidik., F. Almadi dan H. Kusdianto. 2022. Pengaruh Perbedaan Kadar Lemak Dalam Pakan Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan, Performa Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). (Laporan Hasil Penelitian). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Utomo B. P., N. A. Rosmawati dan I. Mokoginta. 2006. Pengaruh pemberian kadar asam lemak n-6 berbeda pada kadar asam lemak n-3 tetap (0%) dalam pakan terhadap penampilan reproduksi ikan zebra (*Danio rerio*). Jurnal Akuakultur Indonesia. 5(1) : 51-56.

- Worthington, V. 1993. Worthington Enzyme Manual. Enzymes and Related Biochemicals Worthington Chemical, New Jersey, US. 399 p.
- Zonneveld, N., E. A. Huisman and J. H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Penerit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hlm.