

Pengaruh Penambahan Bungkil Inti Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Enzim Pencernaan Pada Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*)

Sthefanie Gita Inez, *Heru Kusdianto, Ricko Reynalta, Andi Nikhlani, dan Mohamad Ma'ruf

Program Studi Akuakultur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

*e-mail korespondensi: kusherudianto@gmail.com

Abstract. *The production of aquaculture in East Kalimantan Province in 2023 was recorded at 162,124 tons. This data indicates that the need for fish feed (pellets) is also very large. Meanwhile, it is known that the price of feed continues to climb. This study aims to observe the effect of the use of palm kernel meal, as an alternative feed ingredient, which is fermented using EM4 with different doses on the activity of digestive enzymes and the growth of gourami fish weight. The doses of EM4 used were 0 mL/kg (P1), 4 mL/kg (P2), and 8 mL/kg (P3). Based on the results of the analysis of variance, it was known that the inclusion of fermented palm kernel meal significantly ($P<0.05$) affected activities of amylase, protease, and lipase enzymes. The highest value of digestive enzyme activity was observed in P2 which produced amylase enzyme activity of 6.31 U/mL, protease 0.46 U/mL, and lipase 0.38 U/mL, and then followed by P3 which produced amylase enzyme activity of 4.76 U/mL, protease 0.39 U/mL, and lipase 0.35 U/mL. The lowest value of activity was observed in gourami treated with P1 which produced amylase enzyme activity of 4.048 U/mL, protease 0.36 U/mL, and lipase 0.31 U/mL. Analysis of variance also showed that fermented palm kernel meal had a significant effect ($P<0.05$) on the weight growth of giant gourami. The highest weight gain was produced by P3 (2.16 g), then followed by P2 (1.79 g), and P1 (1.21 g). The best feed conversion was produced by P2 (2.32), followed by P3 (2.94), and P1 (3.28).*

Keywords: *Palm kernel meal, EM4, fermentation, giant gourami, growth*

Abstrak. Produksi perikanan budidaya (akuakultur) Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2023 tercatat sebesar 162.124 ton. Data ini mengindikasikan bahwa kebutuhan pakan (pelet) ikan juga sangat besar. Sementara itu diketahui bahwa harga pakan terus merangkak naik. Penelitian ini ditujukan untuk mengamati pengaruh penggunaan bungkil inti sawit, sebagai bahan pakan alternatif, yang difermentasi menggunakan EM4 dengan dosis berbeda terhadap aktivitas enzim pencernaan dan pertumbuhan berat ikan gurami. Dosis EM4 yang digunakan yaitu 0 mL/kg (P1), 4 mL/kg (P2), dan 8 mL/kg (P3). Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa penyertaan tepung bungkil inti sawit fermentasi berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap aktivitas enzim amilase, protease, dan lipase. Aktivitas enzim pencernaan tertinggi teramati pada P2 yang menghasilkan aktivitas enzim amilase 6,31 U/mL, protease 0,46 U/mL, dan lipase 0,38 U/mL. Kemudian diikuti P3 yang menghasilkan aktivitas enzim amilase 4,76 U/mL, protease 0,39 U/mL, dan lipase 0,35 U/mL. Aktivitas terendah teramati pada gurami yang mendapat perlakuan P1 yang menghasilkan aktivitas enzim amilase 4,048 U/mL, protease 0,36 U/mL, dan lipase 0,31 U/mL. Analisis ragam juga menunjukkan bahwa tepung bungkil inti sawit fermentasi berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap pertumbuhan berat ikan gurami. Pertumbuhan berat mutlak tertinggi dihasilkan oleh P3 (2,16 g), kemudian diikuti oleh P2 (1,79 g), dan P1 (1,21 g). Konversi pakan terbaik dihasilkan oleh P2 (2,32), diikuti P3 (2,94), dan P1 (3,28).

Kata kunci : *Bungkil inti sawit, EM4, fermentasi, ikan gurami, pertumbuhan*

PENDAHULUAN

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar asli Indonesia yang sudah lama dibudidayakan dan dikonsumsi masyarakat, serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Khairuman dan Khairul, 2005). Kegiatan budidaya selalu memperhatikan beberapa aspek, seperti lingkungan, kesehatan, reproduksi, kualitas air, dan pakan. Pakan merupakan faktor yang penting untuk mengoptimalkan pertumbuhan ikan. Namun tingginya harga pakan membuat para pembudidaya kesulitan untuk memenuhinya. Hal ini dikarenakan sebagian dari bahan baku seperti tepung ikan, tepung kedelai, serta jagung yang merupakan penyusun pakan buatan masih didatangkan dari luar negeri, sehingga harga pakan ini menjadi mahal. Untuk menekan biaya pakan, perlu dicari bahan alternatif agar dapat menekan penggunaan bahan baku impor. Menurut Marnani *et al.* (2011), sumber energi untuk memenuhi kebutuhan ikan adalah pakan. Pakan buatan yang lengkap terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan yang optimal. Pakan berperan dalam menentukan laju pertumbuhan ikan, pemberian pakan dengan nilai gizi yang tinggi tidak akan dapat digunakan secara optimal jika pemberiannya tidak sesuai dengan kebiasaan pemberian pakan pada ikan yang dibudidayakan (Sunarno *et al.*, 2017). Salah satu bahan penyusun pakan alternatif yang berlimpah, berkualitas dan mudah didapat adalah bungkil inti sawit (BIS).

Kalimantan timur merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia. Data BPS (2020), menyatakan Kalimantan Timur menghasilkan 16.717.254 ton kelapa sawit. Industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang cukup banyak dan pemanfaatan limbah tersebut belum maksimal, salah satu limbah industri tersebut adalah bungkil inti sawit. Menurut Pasaribu (2010), kendala utama pada BIS adalah serat kasar terutama manan yang tinggi. Salah satu cara yang dapat membantu menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan nilai gizi bahan pakan

adalah dengan memfermentasikannya (Edriani, 2011). Fermentasi dapat meningkatkan kualitas nutrisi suatu bahan pakan, karena pada proses fermentasi terjadi perubahan kimiawi senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein, serat kasar dan bahan organik lain) baik dalam keadaan aerob maupun anaerob, melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Sukaryana *et al.*, 2011). Salah satu alternatif fermentasi dapat dilakukan dengan menggunakan probiotik. Probiotik adalah suatu produk yang mengandung mikroorganisme hidup dan non patogen yang diberikan pada organisme untuk memperbaiki pertumbuhan, efisiensi/konversi pakan dan kesehatan organisme (Lumbanbatu *et al.*, 2018). Pemberian probiotik pada pakan dapat dilakukan dengan cara disemprotkan agar terjadi fermentasi pada pakan (Kompiang, 2009). Tujuan probiotik ditambahkan dalam pakan adalah untuk meningkatkan pencernaan pakan dengan cara meningkatkan enzim pencernaan sehingga mudah diserap dan digunakan sebagai deposit untuk pertumbuhan (Sulasi *et al.*, 2018). Menurut Zonneveld *et al.* (1991) dalam Gadri *et al.* (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).

Jenis probiotik komersial yang digunakan untuk fermentasi pada perikanan adalah EM4 (*Effective Microorganism 4*). Produk EM4 merupakan larutan dengan kandungan utama yaitu *Lactobacillus casei* dari group bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), *Actinomycetes sp.*, *Streptomyces sp.*, dan ragi (*yeast*) (Sundari *et al.*, 2014). Adanya bakteri *Lactobacillus* berfungsi meningkatkan kekebalan tubuh melawan infeksi dan kandungan *yeast* juga diduga dapat membantu mempercepat pertumbuhan ikan, *yeast* dapat mengikat berbagai macam zat toksik yang masuk bersama makanan ke dalam tubuh dan membuangnya melalui feses, sehingga ikan dapat tumbuh lebih baik karena toksik dalam tubuh larut dalam makanan yang terbuang pada feses (Wulandari, 2008). Hasil penelitian Sutrisno *et al.* (2022) memberitahu bahwa penambahan *Effective Microorganism* (EM4) pada ikan gurami menunjukkan hasil laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada perlakuan D (8 mL/kg) yaitu 3,92%, perlakuan C (6 mL/kg) yaitu 3,55%, perlakuan B (4 mL/kg) yaitu 2,90% dan perlakuan A (kontrol) yaitu 2,78%. Penggunaan bungkil inti sawit sebagai bahan pakan ternyata efektif untuk meningkatkan pertumbuhan ikan, hal ini telah digunakan sebelumnya pada pakan dimana bungkil inti sawit efektif meningkatkan pertumbuhan ikan patin jambal (*Pangasius djambal*) hingga 27% (Afifah, 2006).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah bungkil inti sawit yang difermentasi menggunakan EM4 dapat meningkatkan kandungan protein dan menurunkan kadar serat kasar pada pakan ikan gurami sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan, konversi pakan, dan aktivitas enzim pencernaan. Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi penting yang dapat digunakan sebagai referensi bagi pembudidaya dan peneliti selanjutnya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2024 selama 40 hari. Pemeliharaan ikan dan pembedahan usus ikan dilakukan di Laboratorium Toksikologi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Pengujian amonia dilakukan di Laboratorium Lingkungan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Proses akhir ialah uji aktivitas enzim dilakukan di Laboratorium Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah akuarium sebanyak 12 buah ukuran 30 x 30 x 40cm³, toples sebanyak 15 buah untuk wadah pakan dan untuk wadah fermentasi bungkil inti sawit, oven untuk mengeringkan pakan, pH meter, DO meter, thermometer, alat bedah untuk mengambil saluran pencernaan ikan gurami.

Bahan yang digunakan adalah Ikan Gurami sebagai hewan uji sebanyak 120 ekor ukuran 4-6 cm, tepung bungkil inti sawit, tepung ikan, tepung tapioka, minyak ikan, vitamin mix, dan mineral, effective Microorganisme-4 (EM4), molase, dan es batu yang digunakan pada saat pengambilan sampel saluran pencernaan

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1 = Pakan tanpa penambahan EM4
- 2 = Tepung bungkil inti sawit yang difermentasi dengan Em4 dengan konsentrasi 4 mL/kg
- 3 = Tepung bungkil inti sawit yang difermentasi dengan Em4 dengan konsentrasi 8 mL/kg

P1U1	P0U3	P2U3	P0U1	P1U4	P2U1	P0U4	P2U4	P1U2	P0U2	P2U2	P1U3
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Gambar 1. Tata letak percobaan

Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan adalah akuarium berjumlah 12 buah dengan ukuran 30X30X40cm². Pemeliharaan ikan dilakukan menggunakan sistem resirkulasi. Resirkulasi dilakukan dengan mengalirkan air dalam bak penampungan ke seluruh akuarium. Air dan akuarium selanjutnya dialirkan kembali ke bak penampung melalui selang plastik, botol pengatur ketinggian air, dan filter.

Persiapan Benih

Benih ikan gurami sebanyak 200 ekor diperoleh dari petani ikan, benih selanjutnya dimasukkan ke dalam bak penampungan berukuran 3x1x1m³ dan diadaptasikan selama 2 minggu. Dalam proses adaptasi ikan diberi makan 2 kali sehari yaitu pada pagi hari dan sore hari dengan menggunakan pakan percobaan. Pergantian air dilakukan ketika air dalam media pemeliharaan sudah terlihat kotor. Berat benih yang digunakan untuk penelitian berkisar dengan panjang 4-6 cm.

Bahan Baku Pakan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pakan ikan meliputi tepung bungkil inti sawit, tepung ikan, dan tepung tapioka. Setelah dilakukan pemilihan bahan baku pakan, selanjutnya dilakukan fermentasi.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat bahan baku pakan (berdasarkan berat kering)

Bahan	Komposisi Proksimat (%)		
	Protein	Lemak	Serat Kasar
Tepung ikan	54,67	7,24	0
Tepung BIS	18,65	10,74	10,86
Tapioka	1,63	0,51	0

Fermentasi Bungkil Inti Sawit (BIS)

Tepung bungkil inti sawit ditimbang sebanyak 1/2 kg dan di fermentasi menggunakan EM4 dan molase dengan konsentrasi yang berbeda sesuai dengan perlakuan yaitu 4 mL/kg (larutan molase sebanyak 6 mL) dan 8 mL/kg (larutan molase sebanyak 12 mL) dengan lama waktu 2 hari (48 jam).

Penambahan EM4 ke dalam bungkil inti sawit dilakukan dengan menyemprotkan pada tepung bungkil inti sawit hingga tercampur secara merata, kemudian dipindahkan ke dalam wadah dan didiamkan selama 2 hari. Setelah itu, bungkil inti sawit difermentasi lalu dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur suhu 70-80 °C selama 1 jam.

Persiapan Pakan

Semua bahan baku pakan dicampur sesuai dengan komposisi masing-masing. Setelah semua bahan telah dicampur, air panas ditambahkan dan diaduk hingga merata, kemudian dilakukan pencetakan pelet. Setelah semua sudah dibentuk menjadi pelet, selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven hingga kering (suhu dan waktu). Pelet selanjutnya disimpan pada wadah.

Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan ikan gurami pada penelitian akan dilakukan selama 40 hari. Dalam penelitian ini pemberian pakan diberikan dua kali sehari. (pemberian pakan dihentikan bila ikan berhenti mengambil pakan yang diberikan). Sebelum pelaksanaan penelitian dilakukan penyesuaian pakan percobaan selama 2 minggu hal ini bertujuan agar ikan sudah terbiasa memakan pakan percobaan yang dibuat. Untuk pemeliharaan kualitas air dilakukan penyiponan dan penggantian air dalam rentang waktu sekali dalam tiga hari atau menyesuaikan bila air akuarium sudah kotor.

Pembedahan Ikan Dan Preparasi Sampel Usus

Bagian sirip ikan dibersihkan terlebih dahulu lalu, dibuat sayatan dari bagian belakang sirip vectoralis hingga belakang sirip anus. Setelah itu bagian punggung ikan dibedah hingga bagian perut, kemudian diambil ususnya dan dimasukkan ke dalam plastik klip untuk enzim yang akan diuji. Sampel usus yang telah diambil, kemudian dimasukkan ke dalam freezer hingga beku. Setelah beku kemas sampel usus yang akan dikirim untuk diuji dikemas dengan ice gel dan es batu yang telah hancur dihancurkan dan dimasukkan kedalam plastik dan wadah pengemasan dilapisi dengan aluminium foil agar suhu yang ada didalam tetap terjaga hingga tiba di lokasi pengujian.

Uji Aktivitas Enzim

sampel saluran pencernaan ikan gurami ditimbang, kemudian ditambahkan larutan buffer Tris (20 mM Tris HCl, 1 mM EDTA, 10 mM CaCl₂, pH 7.5) dengan perbandingan 10%. Lalu dimasukkan kedalam tabung effendort dan disentrifuge selama 10 menit 12.000 rpm suhu 4°C. Supernatan diambil dan diuji aktivitas enzimnya.

a. Aktivitas enzim α -amilase

Pengamatan aktivitas enzim α -amilase berpedoman pada metode Bergmeyer dan Grassi (1983). Substrat yang digunakan adalah pati dengan buffernya sitrat (pH 5,7). Aktivitas enzim α -amilase diekspresikan sebagai mg maltosa yang dibebaskan dari pati dalam waktu 30 menit pada suhu 32°C. Maltosa yang dihasilkan diukur secara kalorimeter yaitu dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm. Aktivitas enzim α -amilase diukur dengan menggunakan formula sebagai berikut:

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

Keterangan :

- Ass : Nilai Absorbansi sampel
- Abl : Nilai Absorbansi blanko
- Ast : Nilai Absorbansi standar
- P : Faktor pengenceran (mL)
- T : Waktu inkubasi (menit)

b. Aktivitas enzim protease

Aktivitas enzim protease mengikuti metode Bergmeyer dan Grassi (1983) dengan menggunakan substrat kasein dan standar tirosin, yaitu dengan mengukur kemampuan enzim untuk menghidrolisis protein, sehingga dihasilkan tirosin. Pengukuran aktifitas enzim protease dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 550 nm. Aktivitas protease dihitung sesuai persamaan :

$$U = \frac{\text{Ass}-\text{Abl}}{\text{Ast}-\text{Abl}} \times \frac{p}{T}$$

Keterangan :

- U : Unit aktivitas enzim protease
- Act : Nilai absorban contoh
- Abl : Nilai absorban blanko
- Ast : Nilai absorban standar
- P : Faktor pengenceran
- T : Waktu inkubasi dalam menit

c. Aktivitas enzim lipase

Pengamatan aktivitas enzim lipase dideterminasi dengan menggunakan metode Tietz dan Friedreck dalam Borlongan (1990), yaitu berdasarkan pengukuran terhadap asam lemak yang dihasilkan oleh hidrolisis enzimatik dari trigliserida yang ada dalam emulsi yang stabil dari minyak zaitun. Bufer yang digunakan adalah 0,1 M Tri-HCl (pH 8,0), sedangkan substratnya adalah minyak zaitun. Volume larutan NaOH standar yang digunakan untuk mentitrasi asam lemak yang dihasilkan digunakan sebagai indeks aktivitas lipase dari ekstrak enzim kasar "crude enzyme". Satu unit aktivitas lipase didefinisikan sebagai volume 0,05N NaOH yang dibutuhkan untuk menetralsir asam lemak yang dihasilkan 6 jam inkubasi dengan substrat dan setelah dikoreksi dengan blanko. Aktivitas enzim lipase diukur dengan menggunakan formula sebagai berikut :

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

Keterangan :

- A : Volume NaOH untuk titrasi sampel (mL)
- B : Volume NaOH untuk titrasi blanko (mL)
- N : Normalitas NaOH untuk titrasi
- P : Faktor pengenceran (mL)
- T : Waktu inkubasi (menit) 1000: Konversi dari m mol ke μ mol.

Laju Pertumbuhan Spesifik Diukur Selama Pemeliharaan (40 Hari)

Penghitung laju pertumbuhan spesifik berat ikan gurami menurut Effendi (1997) dalam Fitriadi (2014) adalah sebagai berikut :

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

- SGR : laju pertumbuhan harian spesifik (% hari)
 wt : Berat ikan pada akhir penelitian (g)
 wo : Berat ikan pada awal penelitian (g)
 t : lama pemeliharaan (hari)

Pertumbuhan Berat Mutlak

Pengumpulan data pertumbuhan berat ikan dilakukan dengan cara penimbangan berat total yang dilakukan diawal penelitian dan akhir penelitian. Untuk pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung menggunakan rumus Fitriadi *et al* (2014) sebagai berikut :

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan:

- W : Pertumbuhan berat mutlak ikan yang dipelihara (g)
 Wt : Berat ikan pada akhir pemeliharaan (g)
 Wo : Berat ikan pada awal pemeliharaan (g)

Konversi Pakan/ Food Conversion Ratio (FCR)

Konversi pakan merupakan perbandingan pakan yang diberikan terhadap bobot yang dihasilkan selama penelitian. Tingkat konversi pakan dihitung dengan menggunakan rumus Djarijah dalam Hadi, 2009 yaitu :

$$FCR = \frac{F}{W_t - W_o}$$

Keterangan :

- FCR : Berat total pakan yang diberikan selama penelitian
 F : berat total pakan yang dikonsumsi (gram)
 wt : berat total pada akhir penelitian (gram)
 Wo : berat total pada awal penelitian (gram)

Data Kualitas Air

Data penunjang dalam penelitian ini adalah parameter kualitas air yang diamati selama penelitian yaitu :

Tabel 2. Parameter Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Pengukuran
1.	Suhu air	°C	Setiap hari (pada pagi dan sore)
2.	Oksigen terlarut	mg/L	7 hari sekali
3.	Derajat Keasaman (pH)	-	7 hari sekali
4.	Amonia	mg/L	Awal dan Akhir penelitian

Analisis Data

Data yang diperoleh berupa aktivitas enzim pencernaan, pertumbuhan spesifik, dan konversi pakan yang diuji secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% lalu dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Proksimat Bahan Baku Pakan dan Pakan Percobaan

Hasil penelitian diperoleh peningkatan protein pakan setelah bungkil inti sawit difermentasi dan juga penurunan serat kasar secara optimal. Untuk hasil analisis proksimat pakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis proksimat pakan setelah fermentasi (%)

Kode Sampel	Protein	Lemak	BETN	Serat Kasar
P1	26,96	6,62	46,63	4,02
P2	38,51	6,48	32,90	2,70
P3	38,71	6,63	32,22	2,99

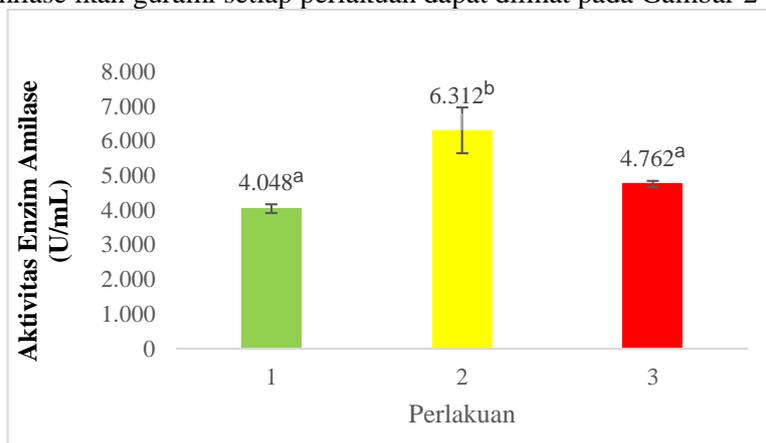
Data pada Tabel 3 diketahui bahwa protein pakan P2 dan P1 tidak berbeda jauh jumlahnya atau hampir sama tetapi proteinnya lebih tinggi dibandingkan dengan pakan tepung bungkil inti sawit yang tidak difermentasi (P1). Serat

kasar pada pakan P2 dan P3 jumlahnya juga tidak berbeda jauh, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan pakan P1 maka dari itu fermentasi kali ini sangat baik bagi ikan.

Aktivitas Enzim Pencernaan

a. Aktivitas Enzim Amilase

Hasil penelitian aktivitas enzim amilase yang diperoleh memiliki hasil yang berbeda. Aktivitas enzim amilase tertinggi terdapat pada P2 (4 mL/kg) yaitu 6,312 U/mL, dilanjut dengan P3 (8 mL/kg) yaitu 4,762 U/mL dan yang terendah terdapat pada P1 (kontrol) yaitu 4,048 U/mL. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diketahui bahwa pakan tepung bungkil inti sawit fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap aktivitas enzim amilase. Adapun hasil analisa aktivitas enzim amilase ikan gurami setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Aktivitas enzim amilase selama penelitian

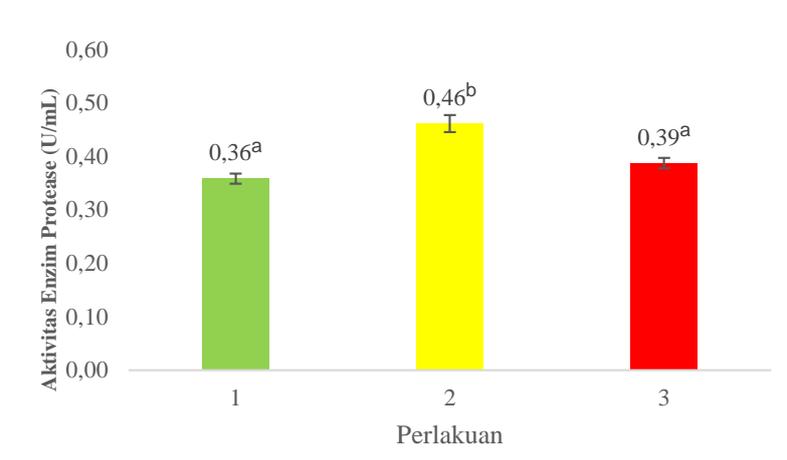
Hasil uji lanjut DMRT pada P1 dan P3 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan P2. Enzim amilase merupakan enzim yang menghidrolisis karbohidrat. Pada hasil penelitian yang diperoleh diketahui bahwa perbedaan BETN dalam pakan berpengaruh terhadap aktivitas enzim amilase di usus ikan gurami. BETN pada bungkil inti sawit fermentasi P2 merupakan kadar yang optimal untuk aktivitas enzim amilase ikan gurami. Semakin tinggi BETN dalam pakan maka dapat menghambat aktivitas enzim amilase. Dilihat dari hasil penelitian Marzuqi *et al.* (2019) kadar optimum BETN 39,4% terjadi penurunan aktivitas enzim amilase hal tersebut disebabkan karena kelebihan substrat yang menghambat aktivitas enzim. Hal ini juga berkaitan dengan nilai pencernaan sumber karbohidrat, aktivitas enzim karbohidrase ikan, kemampuan penyerapan glukosa dan monosakarida lainnya, serta kemampuan sel memanfaatkan glukosa dalam darah (Hepher, 1988; Wilson, 1994 dalam Marzuqi *et al.*, 2019).

Penelitian ini menambahkan molase sebagai prebiotik untuk memaksimalkan kinerja probiotik, yang berfungsi sebagai sumber karbon. Molase sebagai sumber nutrisi bagi bakteri probiotik mampu meningkatkan populasi bakteri probiotik sehingga dapat memaksimalkan kerja probiotik. Adapun probiotik yang digunakan dalam penelitian ini adalah EM4. Penambahan molase dalam penelitian ini dapat membantu bakteri dalam EM4 untuk membantu ikan dalam mencerna pakan yang diberikan.

Tingginya aktivitas enzim emilase pada P2 (4 mL/kg) menunjukkan bahwa pada kelompok ikan ini mampu mencerna bungkil inti sawit dengan baik sehingga dapat menyediakan energi untuk aktivitasnya. Ahmadi *et al.* (2012), menyatakan bahwa aktivitas bakteri probiotik yang terkandung pada pakan uji dapat menciptakan suasana asam pada pencernaan ikan membuat sekresi enzim menjadi lebih cepat sehingga mengakibatkan meningkatnya pencernaan pakan.

b. Aktivitas Enzim Protease

Hasil penelitian aktivitas enzim protease yang diperoleh memiliki hasil yang berbeda. Aktivitas enzim protease tertinggi terdapat pada P2 (4 mL/kg) yaitu 0,46 U/mL, dilanjut dengan P3 (8 mL/kg) yaitu 0,39 U/mL dan yang terendah terdapat pada P1 (kontrol) yaitu 0,36 U/mL. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diketahui bahwa pakan Tepung bungkil inti sawit fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap aktivitas enzim protease. Adapun hasil analisa aktivitas enzim protease ikan gurami setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut :



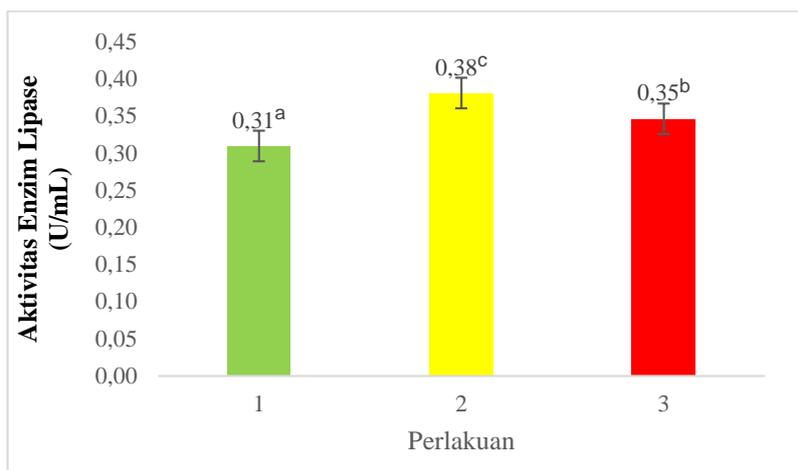
Gambar 3. Aktivitas enzim protease selama penelitian

Hasil uji lanjut DMRT pada P1 dan P3 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan P2. Pemberian pakan buatan dengan kandungan protein yang optimal mengakibatkan enzim protease pada sistem pencernaan ikan menjadi lebih aktif, sehingga rendah tingginya kandungan protein pada pakan berpengaruh terhadap aktivitas enzim protease pada usus ikan (Suryanti, 2022). Telaumbanua *et al.* (2023) menyatakan bahwa upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi pakan adalah dengan menambahkan probiotik. Penelitian ini menggunakan probiotik EM4 untuk memfermentasi tepung bungkil inti sawit. Sehingga dari hasil uji proksimat pakan setelah fermentasi yang disajikan dalam Tabel 3, diketahui bahwa kandungan protein yang tinggi ditemukan pada pakan P2 dan P3, sedangkan pakan P1 tidak dilakukan fermentasi sehingga proteinnya lebih rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Tias (2014) menjelaskan bahwa tingginya aktivitas enzim protease karena meningkatnya kadar enzim protease yang diakibatkan oleh protein yang terkandung dalam pakan. Dalam hal ini protein pakan berperan sebagai aktivator bagi terekspresinya enzim protease pada sel-sel eksokrin pankreas yang akan disalurkan ke usus. Hal tersebut yang membuat aktivitas enzim protease P2 dan P3 lebih tinggi dibandingkan dengan P1.

Ikan gurami yang diberi pakan P2 menunjukkan aktivitas enzim protease yang lebih tinggi, artinya ikan secara fisiologis mampu mencerna protein pakan yang diberikan. Handjani dan Widodo (2010) menyatakan bahwa enzim protease merupakan enzim yang berperan dalam pencernaan protein. Peningkatan nilai kecernaan protein sejalan dengan meningkatnya aktivitas enzim protease ikan gurami (Andriani *et al.*, 2018). Aktivitas enzim protease ikan gurami yang diberikan pakan P3 berbeda nyata dengan P2. Apabila dilihat dari kandungan proteinnya, P3 memiliki protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan P2 tetapi aktivitas enzim proteasennya lebih rendah yang artinya kemampuan pencernaan protein ikan gurami P3 kurang baik. Meskipun kadar protein P3 lebih tinggi tetapi tidak membuktikan dalam penelitian ini bahwa aktivitas enzim proteasennya tinggi pula. Sebenarnya menurut Fadli *et al.* (2013) semakin tinggi kadar protein, maka produksi enzim protease akan meningkat dan sebaliknya akan menurun di saat kadar protein berkurang, tetapi dalam penelitian ini terjadi hal sebaliknya. Hal ini dapat diakibatkan sewaktu pemberian pakan tidak tercah baik sehingga tidak termakan oleh ikan dan kandungan protein dalam pakan tidak dapat terserap secara maksimal. Menurut Djajasewaka dan Djajadireja (1985) dalam Suryanti (2013) memilih pakan harus dipertimbangkan ukuran pakan dan kandungan nutrisinya. apabila ukuran pakan tidak sesuai bukaan mulut ikan, maka nutrisi yang terserap juga tidak akan masuk dengan baik sehingga kerja enzim protease tidak maksimal.

c. Aktivitas Enzim Lipase

Enzim lipase adalah enzim yang bekerja untuk lemak. Berdasarkan fungsi fisiologisnya enzim lipase mempunyai peranan penting menghidrolisis lemak dan minyak menjadi asam lemak dan gliserol yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Enzim lipase ini dapat memecah ikatan ester lemak sehingga menjadi asam lemak dan gliserol (Poedjiadi dan Suprianti, 2007). Menurut (Mingrui *et al.*, 2007) lipase merupakan kelompok enzim yang secara umum berfungsi dalam hidrolisis triasilgliserol (trigliserida) untuk menghasilkan asam lemak rantai panjang gliserol. Aktivitas enzim lipase selama penelitian disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Aktivitas enzim lipase selama penelitian

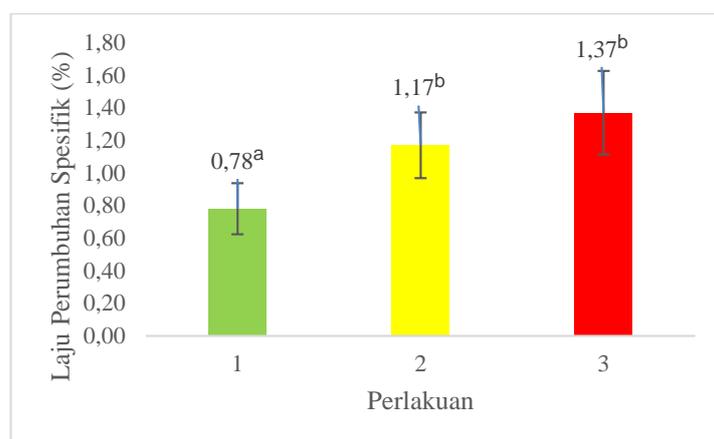
Gambar 4 menunjukkan bahwa aktivitas enzim lipase tertinggi terdapat pada perlakuan P2 (4 mL/kg) yaitu 0,38 U/mL kemudian disusul P3 (8 mL/kg) yaitu 0,35 U/mL dan aktivitas enzim lipase terendah pada perlakuan P1 (kontrol) yaitu 0,31 U/mL. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diketahui bahwa tepung bungkil inti sawit fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap aktivitas enzim lipase.

Hasil uji DMRT pada perlakuan P1, P2, dan P3 menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada setiap perlakuan. Aktivitas enzim lipase P1 dan P3 cenderung sama mungkin berhubungan dengan kadar lemak pakan yang hampir sama pada penelitian ini. Aktivitas enzim lipase P2 lebih tinggi dikarenakan ikan gurami mengkonsumsi pakan dengan kadar lemak yang lebih rendah. Hal ini didukung oleh pernyataan Ye *et al.* (2015) dalam Susanto (2023) bahwa ikan yang mengkonsumsi pakan dengan protein tinggi tetapi kadar lemak rendah akan menghasilkan aktivitas enzim lipase yang lebih tinggi. Variasi umur ikan, faktor fisiologis dan musim dapat mempengaruhi aktivitas enzim pencernaan ikan (Helper, 1988 dalam Al Jawad, 2019).

Berdasarkan Hasil penelitian tersebut dosis EM4 yang diberikan dapat meningkatkan aktivitas enzim lipase pada saluran pencernaan ikan gurami. Data hasil perhitungan yang diperoleh selama penelitian terhadap ikan gurami tidak jauh berbeda hal ini dikarenakan umur ikan yang masih muda sehingga sistem pencernaan belum optimal.

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik merupakan laju pertumbuhan harian atau presentase pertambahan berat pada ikan setiap harinya (Anggraeni dan Abdulgani, 2013). Nilai rata-rata pertumbuhan spesifik ikan gurami selama 40 hari masa pemeliharaan dengan perlakuan fermentasi bungkil inti sawit dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pertumbuhan spesifik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diberikan penambahan fermentasi bungkil inti sawit

Gambar 5 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (8 mL/kg) yaitu 1,37 U/mL, kemudian disusul P2 (4 mL/kg) yaitu 1,17 U/mL dan laju pertumbuhan spesifik terendah pada perlakuan P1 (kontrol) yaitu 0,78 U/mL. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diketahui bahwa tepung bungkil inti sawit fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik. Hasil uji DMRT pada penelitian ini diperoleh bahwa P2 dan P3 tidak berbeda nyata, sedangkan P1 berbeda nyata terhadap P2 dan P3.

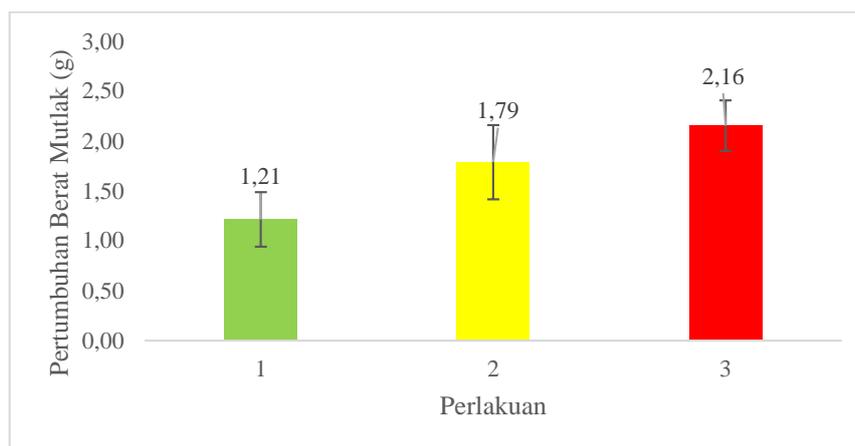
Pertumbuhan spesifik pada P3 lebih tinggi dari perlakuan tanpa fermentasi hal ini diduga karena setelah dilakukannya proses fermentasi bakteri yang terkandung dalam EM4 membantu dalam mengoptimalkan proses metabolisme dan dapat membantu pertumbuhan. Hal ini didukung oleh pendapat Rahayu *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa proses metabolisme berhubungan dengan proses pertumbuhan, jika metabolisme tubuh suatu organisme terganggu maka akan mengakibatkan proses pertumbuhan juga akan terganggu.

Menurut Handajani dan Widodo (2010) ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu faktor dari dalam dan faktor dari luar. Faktor dari luar berupa lingkungan, pakan yang diberikan dan kualitas air seperti : oksigen, pH, suhu, dan amonia. Pakan yang diberikan pada ikan gurami dalam penelitian ini berbahan dasar bungkil inti sawit yang telah difermentasi. Pada ikan gurami P3 memiliki pertumbuhan lebih tinggi dikarenakan pakan memiliki protein yang lebih tinggi sebesar 38,71% sehingga baik untuk menunjang pertumbuhan ikan. Hal ini didukung oleh penelitian Ahmad *et al.* (2017) bahwa protein yang tinggi 30% - 40% mampu meningkatkan pertumbuhan berat ikan gurami.

Faktor dari dalam yang mempengaruhi tinggi rendahnya pertumbuhan misalnya sifat keturunan, kemampuan memanfaatkan pakan yang diberikan, dan ketahanan terhadap penyakit (Hidayat *et al.*,2013). Secara umum tingginya pertumbuhan berat ikan berarti pakan yang diberikan dimanfaatkan oleh ikan secara optimal untuk proses pertumbuhan. Laju pertumbuhan yang rendah biasanya karena pakan yang diberikan tidak semuanya dimanfaatkan dengan baik oleh ikan (Mulyadi *et al.*,2010).

Pertumbuhan Berat Mutlak

Hasil penelitian pertumbuhan berat mutlak ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan konsentrasi EM4 yang berbeda dengan pemeliharaan ikan selama 40 hari, diperoleh data pertumbuhan berat mutlak ikan gurami masing-masing perlakuan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Pertumbuhan berat mutlak ikan gurami pemeliharaan selama 40 hari

Gambar 6 menunjukkan bahwa pertumbuhan berat mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (8 mL/kg) yaitu 2,16 gram, kemudian pada perlakuan P2 (4 mL/kg) yaitu 1,79 gram, dan pertumbuhan berat mutlak terendah pada perlakuan P1 (kontrol) yaitu 1,21 gram. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diketahui bahwa Em4 berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan berat mutlak. Hasil uji DMRT pada perlakuan P1, P2, dan P3 menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada setiap perlakuan.

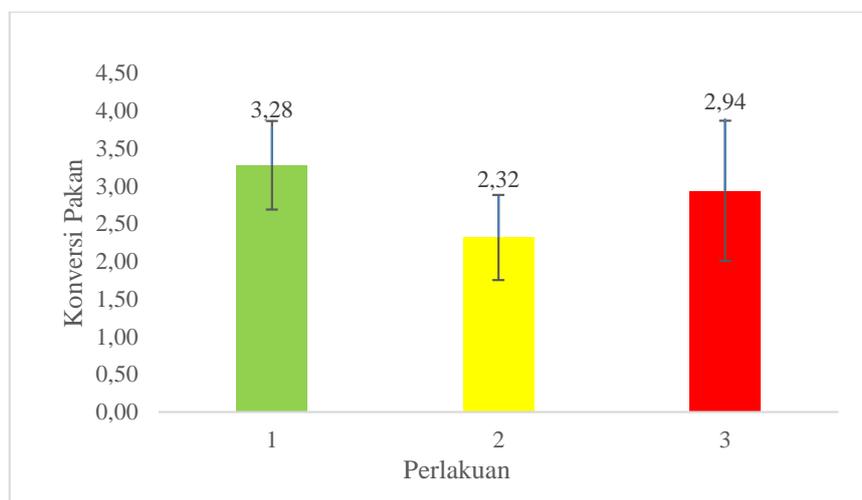
Hasil pertumbuhan berat mutlak tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 yaitu 2,16 gram. Diduga kandungan lemak pada pakan digunakan sebagai sumber energi untuk beraktivitas, sehingga protein dimanfaatkan sepenuhnya untuk pertumbuhan. Mudjiman (2004) menyatakan bahwa secara alami, semua energi yang dibutuhkan oleh seekor ikan berasal dari protein, protein digunakan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh. Untuk pemeliharaan tubuh dapat digunakan energi yang berasal dari lemak dan karbohidrat dapat digunakan untuk menggantikan peran protein sebagai sumber energi dalam pemeliharaan tubuh, dengan demikian protein akan lebih terarah untuk pertumbuhan. Dani (2005) menyatakan cepat tidaknya pertumbuhan ikan, ditentukan oleh banyaknya protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh ikan sebagai zat pembangun. Oleh karena itu, agar ikan dapat tumbuh dengan cepat, pakan yang diberikan harus memiliki kandungan energi yang cukup untuk memenuhi energi metabolisme serta memiliki kandungan protein yang cukup tinggi untuk kebutuhan pembangunan sel-sel tubuh yang baru.

Formulasi pakan penambahan bungkil inti sawit tanpa fermentasi menghasilkan pertumbuhan terendah diduga disebabkan kurangnya daya cerna pada ikan gurami tersebut karena bungkil ini sawit mengandung serat kasar yang cukup tinggi, sehingga benih ikan gurami tidak mampu mencerna serat kasar tersebut. Menurut Pamungkas (2013), kandungan serat kasar yang tinggi di dalam pakan ikan akan mempengaruhi daya cerna dan penyerapan zat-zat

makanan di dalam alat pencernaan ikan. Kadar serat kasar yang berbeda dalam pakan karena kolerasi negatif antara serat kasar dalam pakan dengan energi yang tersedia dalam pakan.

Konversi Pakan

Konversi pakan adalah perbandingan pakan yang habis dengan pertambahan bobot yang dihasilkan selama penelitian. Tinggi rendahnya konversi pakan merupakan gambaran efisiensi pemberian pakan yang digunakan dalam penelitian. Pada penelitian ini diperoleh nilai rata-rata konversi yang terbaik terdapat pada P1 (3,28) kemudian diikuti dengan P3 (2,94) serta yang terendah yaitu P2 (2,32). Hasil perhitungan konversi pakan ikan gurami selama penelitian pada tiap perlakuan tercantum pada Gambar 7.



Gambar 7. Konversi pakan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diberi penambahan fermentasi bungkil inti sawit

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan bungkil inti sawit fermentasi pada pakan dengan dosis EM4 yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata pada perlakuan P1, P2 dan P3 yang artinya pakan bungkil inti sawit fermentasi tidak mempengaruhi tinggi rendahnya pemanfaatan pakan selama penelitian. Nilai konversi pakan terendah terdapat pada perlakuan P2 yang artinya pencernaan ikan gurami dapat memanfaatkan pakan dengan baik. Dilihat dari hasil aktivitas enzim pencernaannya, ikan gurami pada P2 memiliki aktivitas enzim pencernaan yang lebih baik, hal tersebut yang membuat tingkat konversi pakannya menjadi lebih baik juga. Sonata *et al.* (2014) menyatakan bahwa konversi pakan erat hubungannya terhadap pertumbuhan. Konversi pakan dihitung untuk menentukan baik atau tidaknya kualitas pakan yang dihasilkan bagi pertumbuhan. Semakin rendah nilai konversi pakan maka semakin baik kualitas pakan tersebut dan pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan. Sedangkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini berbanding terbalik, pertumbuhan semakin tinggi tetapi konversi pakan menurun. Hasil riset Sulhi *et al.* (2010), menunjukkan bahwa pakan dengan kandungan protein 28-30% dengan jumlah pemberian pakan 3% adalah pakan yang paling efektif dan efisien dengan nilai konversi 2,22 pada pemeliharaan ikan gurami.

Kualitas Air

Selama masa pemeliharaan dilakukan pengukuran terhadap beberapa parameter kualitas air yang merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan gurami. Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian adalah suhu, pH, DO, dan amonia. Hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter Kualitas Air			
Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	Amonia (mg/L)
29,9 – 30,3	6,56 – 7,09	6,83 – 7,8	0,18-0,42

Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pagi dan sore hari. Selama pemeliharaan suhu relatif sama berkisar 29-30°C, suhu tersebut dapat dikatakan optimal untuk pertumbuhan ikan gurami, hal ini sesuai dengan pendapat Khairuman dan Amri (2003), suhu yang optimal untuk ikan gurami berkisar antara 24,9°C-28°C. Suhu air merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat mempengaruhi laju pertumbuhan, laju metabolisme dan nafsu makan ikan serta kelarutan oksigen dalam air. Suhu air yang optimal dapat mempengaruhi aktivitas fisiologis ikan gurami.

Menurut Tacon *et al.* (2020), suhu air yang ideal untuk budidaya ikan gurami berkisar antara 25-30°C. Variasi suhu di luar rentang tersebut dapat mengganggu fungsi fisiologis ikan dan mengurangi pertumbuhan ikan.

pH air mengacu pada tingkat keasaman atau kebiasaan air. Ikan gurami cenderung membutuhkan rentang pH yang sedikit asam hingga netral. Menurut Boyd dan Tucker (2018), pH air yang ideal untuk ikan gurami berkisar antara 6,5-7,5. Perubahan signifikan dalam pH air dapat menyebabkan stres pada ikan dan mengganggu keseimbangan asam basa dalam tubuh ikan. Nilai pH pada pemeliharaan berkisar antara 6,56-7,09 nilai pH tersebut masih berada pada kisaran yang normal. Nirmala (2010), menyatakan bahwa pH yang mematikan bagi ikan adalah kurang dari 4 dan lebih dari 11. Pada pH rendah (keasaman tinggi), kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas naik dan selera makan akan berkurang. Hal ini sebaliknya terjadi pada suasana basa. Atas dasar ini, maka usaha budidaya perairan akan berhasil baik dalam air dan kisaran optimal adalah pH 7,5-8,7 (Kordi dan Andi, 2009).

Dissolved oxygen atau biasa dikenal sebagai oksigen terlarut selama masa pemeliharaan yang telah diukur berkisar 6,83- 7,8 mg/L. kisaran oksigen tersebut dapat digolongkan layak untuk kehidupan ikan gurami. Hal ini sependapat dengan pernyataan Sarwono dan Sitanggang (2007) bahwa kandungan oksigen terlarut (DO) yang terbaik untuk pertumbuhan gurami adalah 4-6 mg/L (Kordi, 2010 dalam Elyana, 2011). Apabila konsentrasi oksigen terlarut rendah maka nafsu makan organisme yang dipelihara mengalami penurunan sehingga mempengaruhi pertumbuhan.

Amonia merupakan hasil akhir dari metabolisme maupun sisa pakan yang tidak dimanfaatkan oleh ikan. Adapun kadar amonia yang terkandung dalam air selama penelitian berkisar 0,18-0,42. Kadar amonia pada penelitian masih bisa ditoleransi oleh ikan hal ini sejalan dengan Pescod (1973) dalam Sonata (2014) bahwa kandungan amoniak perairan tidak lebih dari 1 mg/L. pada konsentrasi tinggi, amoniak berifat toksik, menyebabkan penurunan pasokan oksigen dalam jumlah besar dan perubahan yang tidak diinginkan dalam ekosistem perairan (Jang *et al.*, 2004).

KESIMPULAN

Pemberian pakan bungkil inti sawit fermentasi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan berat mutlak, dan aktivitas enzim pencernaan, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap konversi pakan. Pemberian pakan bungkil inti sawit fermentasi dengan dosis EM4 4 mL/kg pakan (P2) memiliki aktivitas enzim pencernaan lebih baik, sedangkan pertumbuhan terbaik ditemukan pada ikan gurami yang diberi pakan bungkil inti sawit fermentasi dengan dosis EM4 8 mL/kg/pakan (P3).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk atas bantuan finansial melalui Program Indofood Riset Nugraha. Dukungan finansial tersebut memungkinkan penulis untuk mengumpulkan serta menganalisis data temuan serta menyajikannya sebagaimana tertuang dalam artikel ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak atas bantuan yang sangat berharga sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, R. 2006. Pemanfaatan Kadar Tepung Bungkil Kelapa Sawit Dalam Pakan Ikan Lele (*Clarias batrachus*). Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor 53 hal. Affected by water quality factors. Aquaculture Engineering, 34, 179-197.
- Ahmad, N., S. Martudi, Dawami. 2017. Pengaruh kadar protein terhadap pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). Jurnal Aqroqua, 15(2): 51-58.
- Ahmadi, H., Iskandar., dan Kurniawati, N. (2012). Pemberian probiotik dalam pakan terhadap pertumbuhan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada pendederan II. Jurnal Perikanan dan Kelautan, 3(4), 99-107.
- 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.
- Amri dan Khairuman. 2003. Budidaya Ikan Nila Secara Intensif. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Andriani, Y., S. Mia, S. Mas. 2018. Kecernaan Pakan dan Kinerja Pertumbuhan Yuwana Ikan Gurami *Osphronemus goramy* Lacepede, 1801 yang diberi Pakan dengan Penambahan Glutamin. Jurnal Iktiologi Indonesia. 19(1): 1-11.
- Anggraeni, N. M. dan N. Abdulgani. 2013. Pengaruh Pemberian Pakan Alami dan Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada Skala Laboratorium. Jurnal Sains dan Seni Pomits. Surabaya. 2(1). Hal 197-201. Aquaculture Advocate. pp 73.
- Boyd, C. 2005. Feed Efficiency Indicators for Responsible Aquaculture. Global BPS. 2020. Kalimantan Timur dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur.

- Dani, N. P. 2005. Komposisi Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kandungan Protein Ikan Tawes (*Puntius javanicus* Blkr.). Jurnal BioSmart. Surakarta. 7 (2) : 83-90.
- Edriani, G. 2011. Evaluasi Kualitas Dan Kecernaan Biji Karet, Biji Kapuk, Kulit Singkong, Palm Kernel Meal, Dan Kopra Yang Difermentasi Oleh *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Pakan Juvenil Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Skripsi. Departmen Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Fadli, J., Sunaryo, D. Ali. 2013. Pemberian Enzim Papain pada Pakan Komersil Terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Kerapu Macam (*Epinephelus fuscoguttatus*). Journal of Marine Research. 2(3): 50-57.
- Gadri,S.F.A.,U.Susilo, S.Priyanto. 2014. Aktivitas Protease dan Amilase pada Hepatopankreas dan Intestine Ikan Nilem *Osteochilus hasselti* C.V. Scripta Biologica.1(1):43-48
- Handjani, H., dan W. Widodo., 2010. Nutrisi Ikan . Malang : UMM. Press
- Hidayat. 2013. Feed Conversion Ratio. www.slideshare.com. Di akses pada tanggal 06 Desember 2015.
- Khairuman dan K. Amri. 2005. Pembenihan dan Pembesaran Gurami Secara Intensif. PT. Agro Media Pustaka. Depok. hal. 11.
- Kompiang, I.P. 2009. Pemanfaatan Mikroorganisme sebagai Probiotik untuk Meningkatkan Produksi Ternak Unggas di Indonesia. Pengembangan Inovasi Pertanian. 2 (3): 177-191.
- Kordi, K., M., G. 2009. Budi Daya Perairan. Buku Kedua. PT. Citra Aditya Bakti.
- Lumbanbatu, P.A., Mulyadi., dan Pamungkas, N.A. 2018. Pengaruh Pemberian Probiotik EM4, dalam Pakan Buatan dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) di Air Payau. Skripsi. Riau: Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau.
- Marnani, S., Emyliana, L., & Santoso, M. 2011. Frekuensi Pemberian Pakan dan Pemeliharaan Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Jurnal Omni Akuatika, 10 (12), 7-13.
- Marzuki, I Wayan Kasa, dan Nyoman Adiasmara Giri. 2019. Respons pertumbuhan dan aktivitas enzim amilase benih ikan bandeng (*chanos chanos forsskal*) yang diberi pakan dengan kandungan karbohidrat yang berbeda.
- Mudjiman, A. 2004. Makanan Ikan Edisi Revisi, Penebar Swadaya. Depok
- Mulyadi, A. E. 2010. Pengaruh Pemberian Probiotik Pada Pakan Komersial Terhadap
- Nirmala dan rasmawan. 2010. Kinerja pertumbuhan ikan gurami(*osphronemus gouramy Lac.*) yang dipelihara pada media bersalinitas dengan paparan medan listrik.
- Pamungkas, W. 2013. Uji Palatabilitas Tepung Bungkil Kelapa Sawit yang Dihidrolisis dengan Enzim Rumen dan Efek terhadap Respon Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus sauvage*). Berita Biologi 12(3): 359 – 362. Papain dari Pepaya Burung Varietas Jawa (*Carica papaya*). Indo. J. Chem.,5(2): 147 – 151.
- Pasaribu, T. 2010. Evaluasi Fisikokimia Bungkil Inti Sawit Terfermentasi oleh Koktail Mikroba. Tesis. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor. Perairan. Rineka Cipta. Jakarta
- Poedjiadi, A. dan Superiyanti, F. M. 2010. Dasar-dasar Biokimia. Edisi Revisi. UI Press, Jakarta..
- Sarwono B, Sitanggang M. 2007. Budidaya gurami. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sonata, M.A., M. Sulhi dan azrita.Subtisasi Tepung Kedelai dengan Tepung Enceng Gondok Hasil Fermentasi dalam Formulasi Pakan Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy Lac*). Skripsi Universitas
- Sukaryana, Y. 2001. Pengaruh fermentasi bungkil inti sawit dengan *Trichoderma viride* terhadap perubahan komposisi kimia. J. Penelitian Terapan, 9(3): 66-71.
- Sulasi, H.S, dan Subandiyono. 2018. Pengaruh Enzim Papain dan Probiotik Pada Pakan Buatan Terhadap Pemanfaatan Protein Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal Sains Akuakultur. Vol 2(1). Hal : 1-10.
- Sulhi, M. 2010. Produksi Benih Gurami Dilahan Sempit. Seminar Nasional Pangan Sedunia XXVII. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor. 6 hal.
- Sunarnno, M.T.D., Kusmini, I.I., dan Prakoso, V.A. 2017. Pemanfaatan Bahan Baku Lokal di Klungkung, Bali Untuk Pakan Ikan Nila Best (*Oreochromis niloticus*).
- Sundari, I., Maruf, W.F., dan Dewi, E.N. 2014. Pengaruh Penggunaan Bioaktivator Em4 dan Penambahan Tepung Ikan Terhadap Spesifikasi Pupuk Organik Cair Rumpuk Laut (*Gracilaria Sp.*). Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan. Volume 3, Nomor 3. Halaman 88-94.
- Supriyatna, A., D. Amalia., A. A. Jauhari dan D. Holydaziah. 2015. Kadar Enzim Amilase, Lipase dan Protease Dari Larva *Hermetia Illucens* yang Diberi Pakan jerami Padi. Edisi Juli 2015 Vol 9(2). ISSN 1979-8911 p.
- Suryanti, E. Indrwati , S. Mulyani. 2022. Analisis Aktivitas Enzim Protease pada Usus Benih Ikan Nila Gesit di Unit Pembenihan Rakyat Ainun Maros. J. of Aquac. Environment, 5(1): 01-07.
- Susanto, A. 2023. Aktivitas Enzim Pencernaan dan Pertumbuhan Ikan Kelabau (*Osthecilus melanopleura*) yang Diberi Pakan dengan Kandungan Protein Berbeda. Jurnal Perikanan, 13(1): 9 - 21.

- Sutrisno., Rachimi, dan Ekoprasetyo. 2022. Pengaruh Penambahan Effective Microorganism (Em4) pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*). Borneo Akuatika. Volume 4, Nomor 1, Halaman 10-17.
- Tacon, A.G.J., dan Metian, M. 2008. Global Overview On The Use Of Fish Meal And Fish Oil In Industrially Compounded Aquafeed: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285: 146-158.
- Telaumbanua, B.V., P.H. Telaumbanua, N.K. Lase, J. Dawolo. 2023. Penggunaan Probiotik EM4 pada Media Budidaya Ikan: Review. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 19(1): 36-4.
- Tias, S.A. 2014. Pengaruh Pemberian Pakan Alami Terhadap Variasi Aktivitas Enzim Protease pada Ikan Wader Pari (*Rasbora argyrotaenia*) [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang. 62 hal.
- Wulandari, R., 2008. Pengaruh Penambahan Yeast dalam Pemberian Lamtoro Merah (*Acacia villosa*) Terhadap Histopatologi Hati Tikus. Institut Pertanian Bogor.