

Pengaruh Penambahan Fermentasi Tepung Bungkil Inti Sawit terhadap Kinerja Pertumbuhan dan Pemanfaatan Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Effect of Adding Fermented Palm Kernel Meal on the Growth Performance and Feed Utilization of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Ratna Sri Devy¹, Heru Kusdianto^{2*,1}, Mohamad Ma'ruf^{3,1}, Nurhalisa^{2,1}, Retno Wulandari⁴

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl. Gunung Tabur, Kelurahan Gunung Kelua, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75242

²Laboratorium Biokonversi dan Mikroteknik Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl. Gunung Tabur, Kelurahan Gunung Kelua, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75242

³Laboratorium Lingkungan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl. Gunung Tabur, Kelurahan Gunung Kelua, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75242

⁴Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Gunung Tabur, Kelurahan Gunung Kelua, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75242

*Korespondensi email: kusherudianto@gmail.com

ABSTRACT

ARTICLE INFO

Feed is an important factor in the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). However, the high price of feed is a major obstacle for farmers. This study aims to analyze the effect of palm kernel meal fermented with commercial microorganisms (EM4) and Aquaenzyme at different doses on feed nutrient content and growth performance. The design used a completely randomized design (CRD), with 3 treatments and 4 replicates: P0 (control, without EM4 or Aquaenzyme), P1 (palm kernel meal fermented for 24 hours using EM4 at a dose of 8 ml/kg palm kernel meal), and P2 (palm kernel meal fermented for 24 hours using Aquaenzyme at a dose of 8 g/kg palm kernel meal). Feeding was given 3 times (08.00, 12.00, and 17.00 WITA), with a maintenance period of 40 days. The ANOVA results showed that fermentation had a significant effect ($P < 0.05$) on absolute weight gain, daily specific growth rate, and feed conversion. P2 (palm kernel meal fermented for 24 hours using Aquaenzym at a dose of 8g/kg palm kernel meal) was the best treatment, with a protein content of 41.26%, fat 9.43%, BETN 25.95%, and crude fiber 2.99%, resulting in the highest absolute growth (g), specific growth rate (%/day), total length growth (cm) of 76.08 ± 3.12 , 1.52 ± 0.27 , 14.10 ± 5.36 , and the lowest feed conversion (g) of 1.02 ± 0.34 .

Article history:

Received: November 05th, 2025

Revised: December 02nd, 2025

Accepted: January 09th, 2026

Onlined: January 11th, 2026

Key words: Aquaenzym, EM4, Fermentation, Growth, Palm Kernel Meal

I. PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan

yang terus meningkat, baik di pasar nasional maupun global. Indonesia merupakan produsen dan eksporter tilapia terbesar ke-3 di Asia setelah China dan India, dengan total produksi 5.2 juta ton (Alam *et al.*, 2024). Keunggulan ikan nila dalam budidaya meliputi kemampuan

beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, pertumbuhan yang cepat, efisiensi pemanfaatan pakan, serta ketahanan terhadap penyakit. Namun, budidaya ikan nila masih menghadapi tantangan besar, terutama tingginya biaya produksi yang sebagian besar berasal dari pakan, yang saat ini masih bergantung pada bahan baku impor seperti tepung ikan (Inez *et al.*, 2024; Simarmata *et al.*, 2024).

Alternatif yang lebih ekonomis, berlimpah dan berkelanjutan yaitu bungkil inti sawit (BIS). BIS adalah limbah dari industri kelapa sawit yang kaya akan protein dan lemak, sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan baku pakan lokal. Indonesia khususnya Kalimantan Timur, merupakan produsen utama kelapa sawit dengan produksi besar yang menghasilkan limbah BIS dalam jumlah signifikan. 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.

Pemanfaatan BIS memiliki kendala utama yaitu kandungan serat kasar yang tinggi karena ikan tidak mampu mencerna polisakarida kompleks secara optimal. Kandungan serat kasar yang melebihi 10% dapat menurunkan pemanfaatan nutrisi dan berdampak negatif pada pertumbuhan ikan. Solusi dari permasalahan ini yaitu dengan melakukan fermentasi. Fermentasi menggunakan mikroorganisme probiotik seperti *Effective Microorganisms 4* (EM4) dan enzim tambahan seperti Aquaenzym dapat meningkatkan kualitas nutrisi BIS.

Hasil riset sebelumnya oleh Simarmata *et al.* (2024), fermentasi BIS menggunakan EM4 menyebabkan peningkatan berat mutlak, laju pertumbuhan harian, spesifik serta menyebabkan konversi pakan rendah. Hasil riset Inez *et al.* (2024), fermentasi BIS menggunakan EM4 menyebabkan aktivitas enzim pencernaan lebih baik. Selain itu, alasan pentingnya penelitian menggunakan EM4 dan aquaenzym dilakukan yaitu proses fermentasi dapat memecah senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah dicerna, serta meningkatkan kandungan vitamin dan mineral dalam pakan. EM4 mengandung berbagai bakteri

menguntungkan yang juga dapat meningkatkan sistem imun ikan dan mempercepat pertumbuhan melalui peningkatan enzim pencernaan, sementara Aquaenzym mengandung enzim pencernaan yang membantu hidrolisis pati, protein dan lemak (Asmara *et al.*, 2024; Zakariyah *et al.*, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan BIS yang difermentasi menggunakan EM4 dan Aquaenzym terhadap peningkatan kualitas nutrisi pakan, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, konversi pakan dan pertumbuhan panjang total ikan nila. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi pembudidaya ikan dalam mengoptimalkan pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai sumber pakan alternatif yang lebih ekonomis dan berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan Mei-Juni 2025 selama 40 hari. Pemeliharaan dilakukan di Laboratorium Biokonversi dan Mikroteknik Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman. Analisis Kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman. Analisis proksimat di Laboratorium LP2M Institut Pertanian Bogor.

2.2. Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan eksperimen yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat ulangan mengacu pada Inez *et al.* (2024) dan Zakariyah *et al.* (2025)., yaitu:

- P0 : Pakan menggunakan bungkil inti sawit tanpa fermentasi
- P1 : Pakan menggunakan bungkil inti sawit yang difermentasi selama 24 jam menggunakan EM4 dengan dosis 8 ml/kg bungkil inti sawit
- P2 : Pakan menggunakan bungkil inti sawit yang difermentasi selama 24 jam menggunakan Aquaenzym dengan dosis 8g/kg bungkil inti sawit

Dosis perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan dosis terbaik dari riset Inez *et al.* (2024).

2.2. Prosedur Penelitian

a. Persiapan Wadah

Akuarium ukuran 30×30×40 cm dicuci terlebih dahulu dan kemudian dikeringkan, dilakukan pengisian air pada tiap akuarium (air telah diendapkan terlebih dahulu selama 3 hari pada bak penampungan). Seluruh wadah dilengkapi dengan aerasi dan resirkulasi. Resirkulasi dilakukan dengan mengalirkan air dalam bak penampungan ke seluruh akuarium air dan akuarium selanjutnya dialirkan kembali ke bak penampungan melalui selang plastik, botol pengatur ketinggian air dan filter. 1 akuarium berisi 10 ekor ikan/akuarium dengan volume air 30 L.

b. Persiapan Benih

Jumlah ikan total yang digunakan yaitu 120

ekor ukuran 4-5 cm. Benih diadaptasikan selama 2 minggu. Proses adaptasi ikan dilakukan di akuarium berukuran 30×30×40 cm, sebanyak 10 ekor ikan/akuarium dengan volume air 30 L, diberi makan sebanyak 3 kali sehari yaitu pada pagi, siang, dan sore hari dengan menggunakan pakan percobaan. Pergantian air dilakukan apabila media pemeliharaan sudah terlihat kotor.

b. Pemilihan Bahan Baku dan Analisis Proksimat

Bahan baku utama yang digunakan ialah tepung bungkil inti sawit, tepung ikan dan tapioka. Kemudian dilakukan analisis proksimat. Analisis proksimat di Laboratorium LP2M Institut Pertanian Bogor. Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat bahan baku pakan

Bahan	Hasil Analisis Proksimat (%)		
	Protein	Lemak	Serat Kasar
Tepung ikan	54,67	7,24	0
Tepung bungkil inti sawit	18,65	10,74	10,86
Tepung tapioka	1,63	0,51	0

c. Fermentasi Bungkil Inti Sawit

Fermentasi tepung bungkil inti sawit dilakukan menggunakan EM4 dengan konsentrasi sesuai perlakuan selama 24 jam. Mengacu pada hasil riset sebelumnya Damanik *et al.* (2023), fermentasi bungkil inti sawit menggunakan EM4 selama 24 jam mampu meningkatkan efisiensi pakan ikan.

Tepung bungkil inti sawit ditimbang sebanyak 490 gram/pakan lalu diberi EM4 sesuai perlakuan (larutan molase sebanyak 16 mL). Penambahan EM4 dan Aquaenzym ke dalam bungkil inti sawit dilakukan dengan menyemprotkan pada tepung bungkil inti sawit hingga tercampur secara merata, kemudian tepung bungkil inti sawit yang telah dicampurkan larutan EM4 dan Aquaenzym dipindahkan ke dalam wadah yang berbeda dan

didiamkan selama 24 jam. Setelah itu, dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur suhu 60 °C selama 1 jam.

d. Formulasi Pakan

Semua bahan pakan dicampurkan sesuai dengan komposisi masing-masing, lalu tambahkan air panas sambil diaduk hingga merata, kemudian pakan dicetak dengan menyesuaikan ukuran benih ikan dengan menggunakan pencetak pelet. Pakan dikeringkan menggunakan oven dengan waktu 40-80 menit dengan suhu 50-100 °C hingga tekstur pakan menjadi kering dan dimasukkan ke dalam toples. Tepung bungkil inti sawit sebanyak 49% mampu mendukung kinerja pertumbuhan mengacu pada penelitian sebelumnya Simarmata *et al.* (2024). Formulasi bahan pakan (Tabel 2).

Tabel 2. Formulasi bahan pakan (%)

Bahan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
Tepung ikan (%)	38	38	38
Tepung bungkil inti sawit tanpa fermentasi (%)	49	0	0
Tepung bungkil inti sawit fermentasi EM4 (%)	0	49	0
Tepung bungkil inti sawit fermentasi aquaenzym (%)	0	0	49

Tapioka (%)	8	8	8
Minyak (%)	1	1	1
Vitamin mix (%)	2	2	2
Mineral mix (%)	2	2	2
Total (%)	100	100	100

e. Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan dilakukan selama 40 hari pada akuarium berukuran 30×30×40 cm³, sebanyak 12 akuarium. Satu akuarium berisi 10 ekor ikan dengan volume air 30 L. Ikan diberi pakan dengan frekuensi tiga kali sehari pada pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WITA secara *at satiation*. Selama pemeliharaan dilakukan penyiponan air dari feses apabila akuarium sudah kotor dan dilakukan penambahan air sesuai dengan volume air yang terbuang.

f. Pertumbuhan Yang Diamati

Pertumbuhan berat ikan sesuai dengan Nurhalisa *et al.* (2022), dan Muin & Taufek (2024) dengan rumus:

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan:

W : Pertumbuhan mutlak (g)

W_t : Bobot ikan pada akhir penelitian (g)

W₀ : Bobot ikan pada awal penelitian (g)

Laju pertumbuhan harian spesifik sesuai dengan Muin & Taufek (2024) :

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

Keterangan:

SGR : Laju pertumbuhan harian sepsifik (%/hari)

W_t : Bobot ikan pada akhir penelitian (g)

W₀ : Bobot ikan pada awal penelitian (g)

T : Lama waktu pemeliharaan (hari)

Konversi pakan sesuai dengan Wang *et al.* (2016), dan Muin & Taufek (2024) :

$$KP = \frac{F}{((W_t + D) - W_0)}$$

Keterangan:

KP : Konversi pakan

W_t : Bobot ikan pada akhir penelitian (g)

W₀ : Bobot ikan pada awal penelitian (g)

D : Berat total ikan yang mati selama

pemeliharaan (g)

F : Jumlah total pakan yang diberikan (g)

Pertumbuhan panjang total sesuai dengan Lucas *et al.* (2015) :

$$\Delta L = L_t - L_0$$

Keterangan:

ΔL : Pertumbuhan panjang total (cm)

L_t : Panjang total rata-rata akhir (cm)

L₀ : Panjang total rata-rata awal (cm)

Kualitas air yang diamati yaitu kadar oksigen terlarut (mg/L) diukur menggunakan DO-meter (Lutron DO-5510HA). Pengukuran dilakukan setiap 7 hari sekali. Kadar amonia (mg/L) diukur menggunakan Spektrofotometer (UV-Vis merk Cintra 2020). Pengukuran dilakukan di awal dan akhir penelitian. Suhu (°C) diukur menggunakan DO-meter (Lutron DO-5510HA). Pengukuran dilakukan setiap hari yaitu pagi (08.00 WITA) dan sore (16.00 WITA). Derajat keasaman diukur menggunakan pH meter (Oakton WD-35613-50). Pengukuran dilakukan setiap 7 hari sekali.

2.3. Analisis Data

Data pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan harian spesifik, konversi pakan, dan pertumbuhan panjang total dianalisis menggunakan ANOVA kepercayaan 95%. Jika perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf 5%. Pengelolaan data pengujian statistik ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Exel 2019 dan SPSS versi 26.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

a. Analisis Proksimat Pakan

Fermentasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan protein dan menurunkan kandungan serat kasar dari bahan yang difermentasi. Hasil analisis proksimat pakan (Tabel 3).

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan protein pada P1 dan P2

dibandingkan P0. Peningkatan terbesar terjadi pada P2 (Aquaenzym), disusul oleh P1 (EM4).

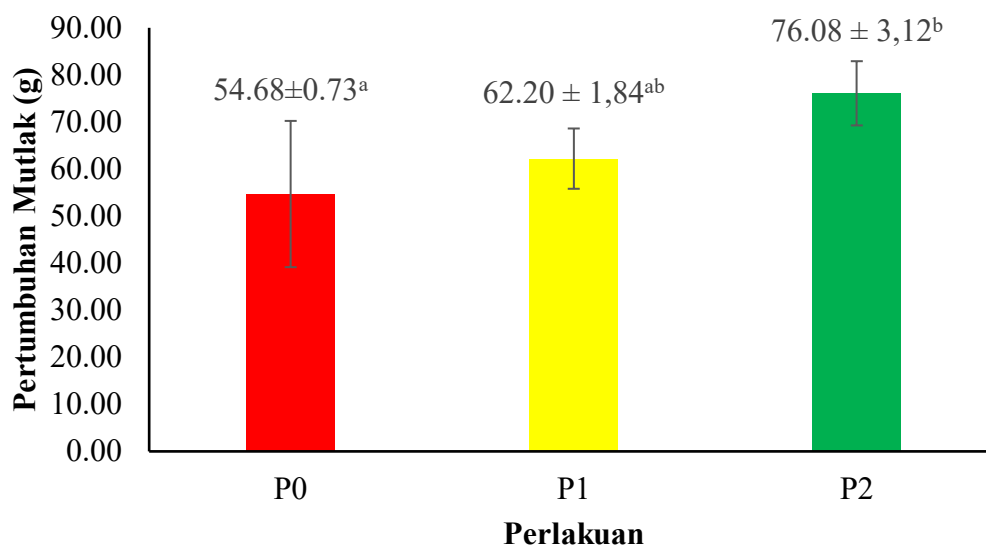
Tabel 3. Hasil analisis proksimat pakan setelah fermentasi (%)

Kode Sampel	Protein	Lemak	BETN	Serat Kasar
P0	33,46	7,70	33,63	4,02
P1	40,99	6,06	28,67	2,70
P2	41,26	9,43	25,95	2,99

b. Pertumbuhan Berat Mutlak

Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata pertumbuhan berat mutlak tertinggi pada perlakuan P2 (Aquaenzyme), diikuti P1 (EM4) dan perlakuan terendah kontrol P0. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pakan komersial rendah protein yang difermentasi

menggunakan EM4 dan Aquaenzyme berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada setiap perlakuan terhadap pertumbuhan ikan nila (Gambar 1). Hasil uji DMRT 5% menunjukkan, P0 dan P2 berbeda nyata namun P1 tidak berbeda nyata dengan P0 dan P2.

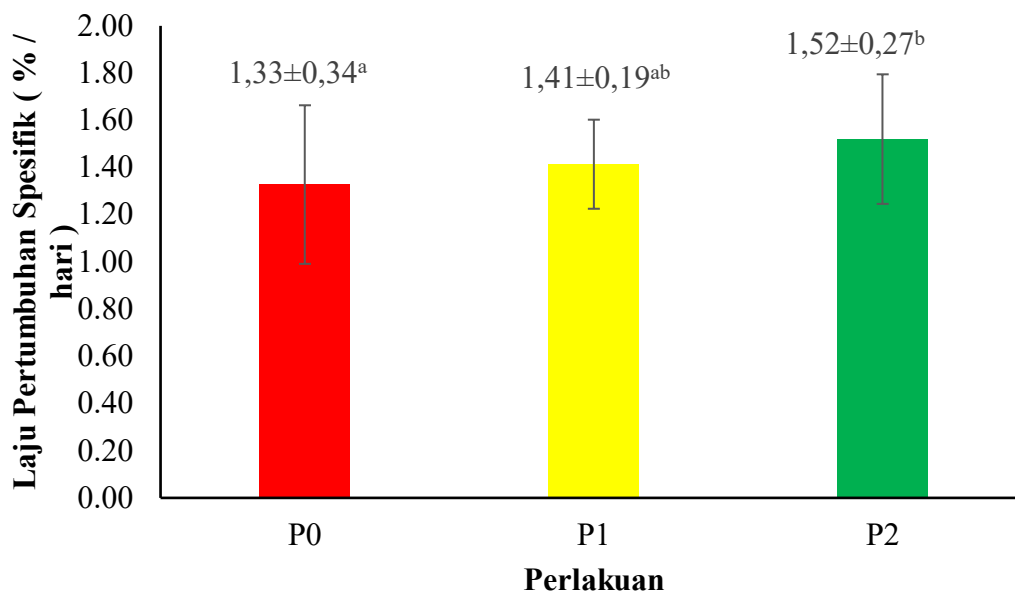


Gambar 1. Pertumbuhan berat mutlak ikan nila *Oreochromis niloticus* (g). Keterangan : notasi huruf yang ada pada diagram batang menunjukkan berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P < 0,05$).

c. Laju Pertumbuhan Spesifik

Hasil pengamatan menunjukkan laju pertumbuhan harian spesifik ikan nila dengan tertinggi pada perlakuan P2 (Aquaenzym), diikuti P1 (EM4) dan terendah terdapat pada P0. Hasil analisis ragam (ANOVA) diketahui bahwa penambahan EM4 dan Aquaenzym berpengaruh

nyata terhadap laju pertumbuhan harian spesifik benih ikan nila ($P < 0,05$). Uji DMRT 5% menunjukkan, P0 dan P2 berbeda nyata namun P1 tidak berbeda nyata dengan P0 dan P2. Walaupun demikian, perlakuan sudah memberikan dampak positif terhadap laju pertumbuhan spesifik (Gambar 2).

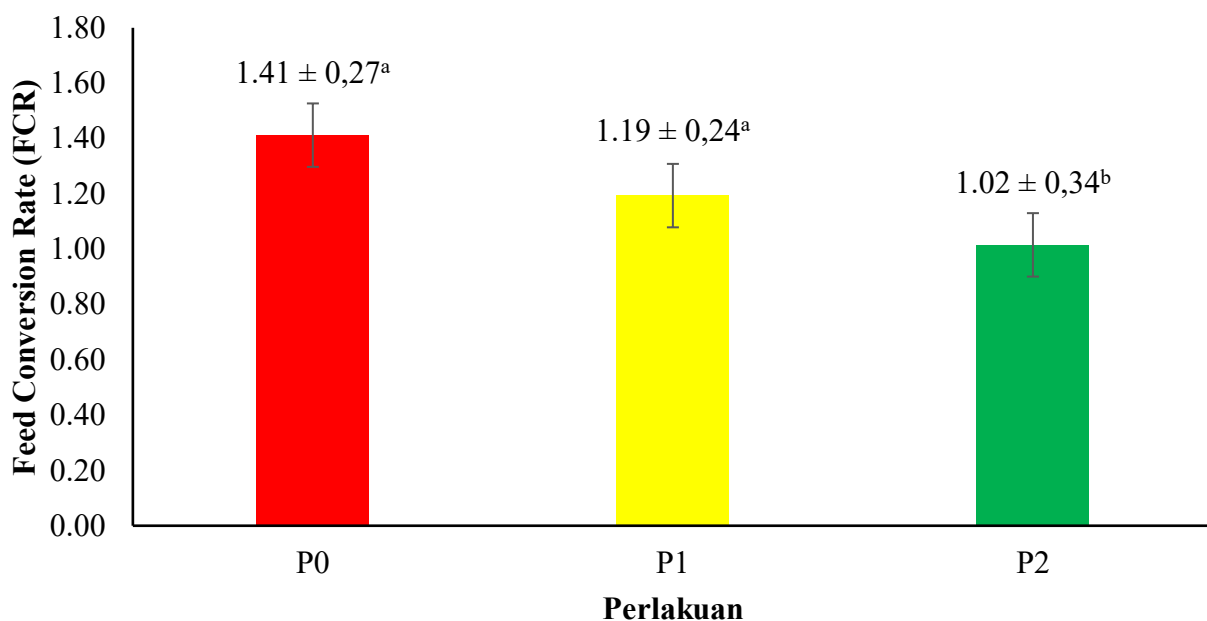


Gambar 2. Laju pertumbuhan harian spesifik ikan nila *Oreochromis niloticus* (%/hari). Keterangan : notasi huruf yang ada pada diagram batang menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P > 0,05$).

d. Konversi Pakan

FCR tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol P0, diikuti P1 (EM4) dan terendah pada P2 (Aquaenzym). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa penambahan bungkil inti sawit fermentasi pada pakan dengan kombinasi EM4 dan Aquaenzym dengan dosis

yang berbeda memberikan pengaruh nyata pada FCR ($P < 0,05$). Uji DMRT 5% menunjukkan P2 berbeda nyata dengan P0 dan P1. Penambahan bungkil inti sawit fermentasi pada pakan dengan kombinasi EM4 dan Aquaenzym memberikan dampak positif terhadap konversi pakan (Gambar 3).

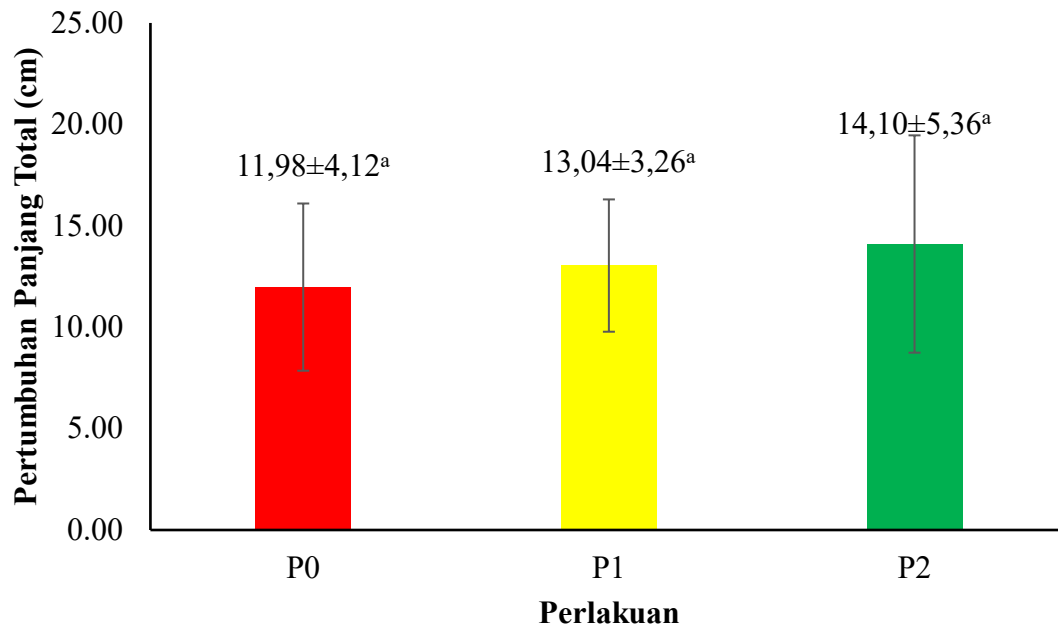


Gambar 3. Konversi pakan ikan nila *Oreochromis niloticus* (g). Keterangan : notasi huruf yang ada pada diagram batang menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ ($P > 0,05$).

e. Pertumbuhan Panjang Total

Panjang total ikan nila tertinggi pada perlakuan P2 (Aquaenzym), diikuti P1 (EM4), dan terendah pada P0. Hasil ANOVA menunjukkan penambahan EM4 dan Aquaenzym tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan

panjang total benih ikan nila ($P>0,05$). Walaupun demikian, penambahan bungkil inti sawit fermentasi pada pakan dengan kombinasi EM4 dan Aquaenzym memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan panjang total (Gambar 4).



Gambar 4. Pertumbuhan panjang total ikan nila *Oreochromis niloticus* (cm). Keterangan : notasi huruf yang ada pada diagram batang menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada taraf taraf $\alpha = 0,05$ ($P>0,05$).

f. Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak merusak kualitas air media pemeliharaan seperti suhu, pH, DO dan amonia sehingga menunjang kehidupan

ikan nila. Sesuai dengan Effendi *et al.* (2015); Arifin (2016); Dahril *et al.* (2017); Nurhalisa *et al.* (2023). Kualitas air selama pemeliharaan dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Kualitas air selama penelitian

Perlakuan	Parameter Kualitas Air			
	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	pH	DO (mg/L)	Amonia (mg/L)
P0	28.03	6.90	7.83	0.74
P1	27.96	6.78	7.74	0.19
P2	27.96	6.78	7.74	0.19

3.2. Pembahasan

a. Analisis Proksimat Pakan

Fermentasi dengan mikroba (EM4 maupun Aquaenzym) memecah bahan organik kompleks menjadi bentuk sederhana dan meningkatkan kandungan nitrogen total, yang terukur sebagai protein. EM4 menghasilkan enzim

protease karena mengandung mikroorganisme seperti bakteri asam laktat (*Lactobacillus* spp.) Begitu pula Aquaenzym mampu meningkatkan protein, karena mengandung *Bacillus* spp. yang mampu menghasilkan enzim protease. Namun berdasarkan Tabel 3, fermentasi BIS dengan Aquaenzym mampu

menghasilkan protein, lemak tertinggi. Ini disebabkan karena EM4 mengandung campuran spesifik mikroorganisme fermentatif (bakteri asam laktat, ragi) yang membantu dekomposisi dan mengurangi amonia, sementara Aquaenzym merupakan *booster* enzim dan probiotik yang fokus pada peningkatan mutu pakan (fermentasi pakan) dan kualitas air budidaya melalui aktivitas mikroba, keduanya bekerja dengan mengoptimalkan proses biologis untuk menciptakan lingkungan budidaya yang sehat, yang berbeda dari kedua produk ini yaitu fokus dan formulasi mikroba.

Kombinasi enzim (termasuk protease mempercepat degradasi protein kompleks menjadi bentuk yang lebih larut. Peningkatan yang terjadi secara relatif pada kadar protein selama fermentasi disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme, biokonversi karbohidrat secara efisien yang terpolimerisasi menjadi protein mikroba dan diproduksi berbagai jenis enzim yang bersifat proteinase di alam (Asmara *et al.*, 2024; Inez *et al.*, 2024; Simarmata *et al.*, 2024; Zakariyah *et al.*, 2025).

Kandungan lemak turun pada P1, tapi naik signifikan pada P2. Penurunan pada P1 bisa disebabkan oleh Aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat menggunakan lipid sebagai sumber energi selama fermentasi. Sebaliknya, P2 justru menunjukkan peningkatan lemak Enzim lipase dari Aquaenzym kemungkinan membantu menghidrolisis lipid kompleks menjadi bentuk sederhana seperti asam lemak bebas yang lebih mudah terdeteksi sebagai lemak. Aktivitas *Bacillus* juga mampu mensintesis metabolit lipid selama fermentasi. Sesuai dengan Munisa *et al.* (2015), dan Iskandar & Fitriadi (2017).

Kandungan BETN menurun seiring dengan fermentasi. Ini menunjukkan bahwa karbohidrat non-serat telah dikonsumsi oleh mikroba selama fermentasi, sebagai sumber energi. Penurunan paling tajam terjadi pada P2, yang berarti enzim amilase atau selulase sangat aktif mengurai pati dan gula kompleks. Penurunan BETN ini bisa menandakan peningkatan ketersediaan energi, tapi perlu dikonfirmasi dengan energi metabolisme. Dengan kata lain, massa sel mikroba menerjemahkan kadar bahan ekstrak tanpa nitrogen dalam pakan menjadi protein

sebagai kadar protein total tepung bungkil inti sawit terfermentasi. Sesuai dengan Helmiati *et al.* (2020).

Kandungan serat kasar menurun seiring setelah fermentasi, dengan penurunan tertinggi pada P1. Ini mencerminkan bahwa aktivitas mikroba dan enzim (selulase) mampu menguraikan selulosa dan hemiselulosa, terutama oleh *Lactobacillus* dan *Bacillus*. Penurunan serat penting untuk meningkatkan pencernaan pakan. Campuran bakteri dapat memproduksi enzim selulase yang dapat menurunkan kadar serat kasar selama proses fermentasi sehingga lebih mudah untuk dicerna Helmiati *et al.*, (2020); Asmara *et al.*, (2024); Inez *et al.*, (2024); Simarmata *et al.*, (2024); Zakariyah *et al.* (2025).

b. Pertumbuhan Berat Mutlak

P2 (Aquaenzym) menyebabkan pertumbuhan berat mutlak tertinggi hal ini sesuai dengan Tabel 3 yaitu hasil analisis proksimat, dimana fermentasi dengan Aquaenzym menghasilkan protein dan lemak tertinggi sehingga mampu mendukung pertumbuhan berat mutlak ikan.

Peningkatan nilai pada perlakuan P1 (EM4) dan P2 (Aquaenzym) menunjukkan bahwa pakan buatan yang difermentasi baik menggunakan EM4 maupun Aquaenzyme, mampu meningkatkan kualitas pakan rendah protein. Hal ini terjadi karena proses fermentasi mengubah struktur nutrisi dalam pakan menjadi lebih mudah dicerna dan diserap oleh ikan, sesuai dengan Asmara *et al.*, (2024); Inez *et al.*, (2024); Simarmata *et al.*, (2024); Zakariyah *et al.*, (2025).

c. Laju Pertumbuhan Spesifik

P2 (Aquaenzym) menyebabkan laju pertumbuhan spesifik tertinggi disebabkan penambahan Aquaenzym yang mampu memberikan pengaruh terhadap protein yang dicerna dengan memecah molekul protein menjadi lebih sederhana oleh enzim protease dan amilase yang dapat meningkatkan daya cerna ikan sehingga sari makanan dapat diserap oleh tubuh secara maksimal sehingga pertumbuhannya lebih baik dari yang tidak difermentasi. Sesuai dengan Ezraneti *et al.*, (2018) dan Damanik *et al.*, (2023).

d. Konversi Pakan

Hasil aktivitas enzim pencernaannya, ikan

nila pada P2 (Aquaenzym) memiliki aktivitas enzim pencernaan yang lebih baik sehingga konversi pakan menjadi lebih baik juga. Hal ini sesuai dengan Radona *et al.* (2017), dan Wijianto *et al.* (2023), 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.

e. Pertumbuhan Panjang Total

Hasil penelitian menunjukkan P2 (Aquaenzym) memiliki nilai pertumbuhan panjang total relatif tertinggi yaitu 14,10 cm. Pertumbuhan panjang ikan terjadi karena adanya penambahan bobot ikan yang dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Fuadi *et al.* (2016), menyatakan bahwa panjang total ikan akan semakin bertambah seiring bertambahnya bobot tubuh ikan. Tahapari & Darmawan (2018), menyatakan bahwa protein pakan yang optimal berperan dalam menunjang pertumbuhan benih ikan dan penyerapan vitamin yang membantu pertumbuhan tulang ikan.

f. Kualitas Air

Kualitas air dalam kegiatan budidaya adalah variabel yang sangat penting dan berpengaruh terhadap pengelolaan dan kelangsungan hidup, perkembangan serta reproduksi ikan. Sesuai dengan Nurhalisa *et al.* (2023), kualitas air menjadi faktor penting dalam masa pemeliharaan ikan, karena kondisi kualitas air akan mempengaruhi hasil penelitian. Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak merusak kualitas air media pemeliharaan seperti suhu, pH, DO dan amonia sehingga menunjang kehidupan ikan nila.

IV. KESIMPULAN

Penambahan BIS yang difermentasi menggunakan EM4 dan Aquaenzym ke dalam pakan menyebabkan peningkatan kualitas nutrisi yang terbukti dari hasil analisis proksimat. Nutrisi tertinggi terdapat pada P2 (BIS + Aquaenzym 8 gram/kg), sehingga berdampak positif pada

peningkatan pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan harian spesifik, konversi pakan (FCR) dan pertumbuhan panjang total, dengan nilai tertinggi pada P2. Walaupun secara statistik tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada pertumbuhan panjang total namun berbeda nyata ($P<0,05$) pada pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan harian dan konversi pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. D. M., Haque, M. M., & Santi, M. (2024). Barriers to the export of farmed pangasius and tilapia from Bangladesh to the international market: Evidence from primary and secondary data. *Aquaculture Journal*, 4, 293-315. <https://doi.org/10.3390/aquacj4040022>
- Arifin, M. Y. (2016). Pertumbuhan dan survival rate ikan nila (*Oreochromis*. sp) strain merah dan strain hitam yang dipelihara pada media bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 16(1), 159-166. <http://doi.org/10.33087/jiubj.v16i1.97>
- Asmara, B. A. P., Sukarti, K., Ma'ruf, M., & Kusdianto, H. (2024). Nilai nutrisi pakan dan respons pertumbuhan ikan louhan (*Amphilopus trimaculatus*) yang diberi tepung bungkil kelapa sawit fermentasi dengan lama waktu berbeda. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 9(2), 154-163. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v9i2.215>
- BPS. (2020). Kalimantan Timur dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur.
- Dahril, I., Tang, U. M., & Putra, I. (2017). Pengaruh salinitas berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan nila merah (*Oreochromis* sp.). *Berkala Perikanan Terubuk*, 45(3), 67-75.
- Damanik, M., Kusdianto, H., Hardi, E.H., Pagoray, H., & Isriansyah, I. (2023). Pengaruh penambahan bungkil inti sawit fermentasi dengan lama waktu berbeda terhadap konversi pakan dan pertumbuhan ikan kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 8(2),

125-134.

<https://doi.org/10.33087/akuakultur.v8i2.171>

- Effendi, H., Utomo, B. A., Darmawangsa, G. M., & Karo-Karo, R. E. (2015). Fitoremediasi limbah budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) dengan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan pakcoy (*Rassica rapa chinensis*) dalam sistem resirkulasi. *Ecolab*, 9(2), 80-92. DOI: [10.20886/jklh.2015.9.2.80-92](https://doi.org/10.20886/jklh.2015.9.2.80-92).
- Ezraneti, R., Erlangga, E., & Erliza, M. (2018). Fortifikasi probiotik dalam pakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 5(2), 64-68. <https://doi.org/10.29103/aa.v5i2.812>
- Fuadi, Z., Dewiyanti, I., Purnawan, S., Studi, P., Perairan, B., Kelautan, F., Perikanan, D., Kelautan, I. (2016). Hubungan panjang berat ikan yang tertangkap di Krueng Simpoe, Kabupaten Bireun, Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(1), 169-176.
- Helmiati, S., Rustadi, R., Isnansetyo, A., & Zulprizal, Z. (2020). Evaluasi kandungan nutrisi dan antinutrisi tepung daun kelor terfermentasi sebagai bahan baku pakan ikan. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(2), 149-158. <https://doi.org/10.22146/jfs.58526>
- Inez, S. G., Kusdianto, H., Reynalta, R., Nikhlani, A., & Ma'ruf, M. (2024). Pengaruh Penambahan bungkil inti sawit terhadap pertumbuhan dan aktivitas enzim pencernaan pada ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 9(2), 129-141. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v9i2.214>
- Iskandar, R., & Fitriadi, S. (2017). Analisa proksimat pakan hasil olahan pembudidaya ikan di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *ZIRAA'AH*, 42(1), 65-68. <https://doi.org/10.31602/zmip.v42i1.644>
- Lucas, F. G. W., Kalesaran, J. O., & Lumenta, C. (2015). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan pemberian beberapa jenis pakan. *Jurnal Budidaya Perairan*, 3(2), 19-28. <https://doi.org/10.35800/bdp.3.2.2015.8323>
- Muin, H., & Taufek, N. M. (2024). Evaluation of growth performance, feed efficiency and nutrient digestibility of red hybrid tilapia fed dietary inclusion of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). *Aquaculture and Fisheries*, 9, 46-51. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.09.006>
- Munisa, Q., Subandiyono, & Pinandoyo. (2015). Pengaruh kandungan lemak dan energi yang berbeda dalam pakan terhadap pemanfaatan pakan dan pertumbuhan patin (*Pangasius pangasius*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(3), 12-21.
- Nurhalisa, N., Arfiati, D., Andayani, S., Osa, A., & Nadiro, V. N. (2023). Insecticide with the active ingredient methomyl interferes with the growth and survival of the jatiembulan tilapia strain (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9, 485-490. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i2.2928>
- Nurhalisa, N., Nur, I., & Suryani, S. (2022). Potential extracts of wedge sea hare (*Dolabella auricularia*) as immunostimulators in comet fish (*Carassius auratus*) infected by *Aeromonas hydrophila*. *Biodiversitas*, 23(4), 1884-1893. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230422>
- Radona, D., Subagja, J., & Kusmini, I. I. (2017). Kinerja pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan Tor tambroides yang diberi pakan komersial dengan kandungan protein berbeda. *Media Akuakultur*, 12(1), 27-33. <http://dx.doi.org/10.15578/ma.12.1.2017.27-33>
- Simarmata, D. P., Kusdianto, H., & Rizal, S. (2024). Pengaruh konsentrasi EM4 yang berbeda pada fermentasi bungkil inti sawit penyusun pakan terhadap konversi pakan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis*

- niloticus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 9(2), 142-153. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v9i2.213>
- Tahapari, E., & Darmawan, J. (2018). Kebutuhan protein pakan untuk performa optimal benih ikan patin pasupati (Pangasiid). *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 47–56. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.13.1.2018.47-56>
- Wang, L., Lu, Q., Luo, S., Zhan, W., Chen, R., Lou, B., & Xu, D. (2016). Effect of dietary lipid on growth performance, body composition, plasma biochemical parameters and liver fatty acids content of juvenile yellow drum *Nibea albiflora*. *Aquac Rep*, 4, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.05.002>
- Wijianto, W., Fahrurrozi, A., Firstiany, D., & Khoiroh, N. (2023). Pengaruh pemberian ekstrak daun mangrove api-api (*Avicennia* sp.) pada pakan terhadap pertumbuhan bobot dan FCR ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 17(1), 27–38. <https://doi.org/10.33378/jppik.v17i1.391>
- Zakariyah, A., Kusdianto, H., Nikhlani, A., Ma'ruf, M., Wulandari, R. (2025). Pengaruh pemanfaatan bungkil inti sawit yang difermentasi menggunakan EM4 sebagai pakan terhadap rasio konversi pakan dan pertumbuhan ikan gurami (*Opshronemus gouramy*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 10(1), 81-88. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v10i1.246>