

Konversi Pakan dan Pertumbuhan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Pakan Rendah Protein Terfermentasi EM4 dan Aquaenzym

¹Mohamad Ngalamuddin, ^{*1}Heru Kusdianto, ¹Sumoharjo, ¹Mohamad Ma'ruf, dan ²Retno Wulandari

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

Jl. Gunung Tabur, Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123, Indonesia

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123, Indonesia

^{*}e-mail korespondensi: kusherudianto@gmail.com

Abstract. Low-protein commercial feeds are widely used to lower production costs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture, but reduced dietary protein may limit growth and feed utilization. This study evaluated fermentation of a low-protein commercial diet with EM4 or Aquaenzym on biomass gain, feed conversion ratio (FCR), and survival. Juveniles (3–5 cm) were reared for 30 days in aerated aquaria and fed to apparent satiation three times daily, following a completely randomized design with three treatments and four replicates: P0 (unfermented feed), P1 (EM4-fermented), and P2 (Aquaenzym-fermented). Data were analyzed by one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test. Fermentation significantly affected absolute biomass gain ($P < 0.05$), which was highest in P2 (17.73 ± 3.12 g/aquarium), followed by P1 (14.73 ± 1.84) and P0 (12.79 ± 0.73); only P2 differed significantly from P0, while P1 was intermediate. Proximate analysis of composite feed samples indicated that fermentation altered nutrient composition: EM4 gave the highest crude protein (27.55%), whereas Aquaenzym gave the highest nitrogen-free extract (56.74%) and lowest lipid (1.59%). FCR values were 1.86 ± 0.27 (P0), 1.71 ± 0.24 (P1), and 1.41 ± 0.34 (P2), with no significant differences among treatments ($P > 0.05$). Survival was 100% in all treatments and water quality remained within ranges suitable for tilapia. Fermenting low-protein commercial feed, particularly with Aquaenzym, therefore improved growth response without a statistically detectable change in feed conversion. Notably, the best-growing treatment was not the highest in crude protein, suggesting that improved carbohydrate availability rather than protein enrichment may underlie the response, which requires confirmation with replicated proximate analysis and digestibility measurement.

Keywords: Aquaenzym; EM4; Feed Conversion Ratio; Feed Fermentation; Nile Tilapia

Abstrak. Pakan komersial berprotein rendah banyak digunakan untuk menekan biaya produksi budidaya ikan nila, tetapi penurunan kadar protein berpotensi membatasi pertumbuhan dan pemanfaatan pakan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh fermentasi pakan komersial rendah protein menggunakan EM4 dan Aquaenzym terhadap pertumbuhan biomassa mutlak, rasio konversi pakan (FCR), dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga perlakuan dan empat ulangan, yaitu P0 pakan komersial tanpa fermentasi, P1 pakan komersial difermentasi menggunakan EM4, dan P2 pakan komersial difermentasi menggunakan Aquaenzym. Benih ikan nila berukuran 3–5 cm dipelihara selama 30 hari dalam akuarium beraerasi dan diberi pakan tiga kali sehari secara *apparent satiation*. Data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah dan dilanjutkan dengan uji DMRT jika terdapat pengaruh nyata. Fermentasi pakan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan biomassa mutlak ($P < 0,05$). Pertumbuhan biomassa mutlak tertinggi diperoleh pada P2 sebesar $17,73 \pm 3,12$ g/akuarium, diikuti P1 sebesar $14,73 \pm 1,84$ g/akuarium dan P0 sebesar $12,79 \pm 0,73$ g/akuarium. Uji DMRT menunjukkan bahwa P2 berbeda nyata dengan P0, sedangkan P1 tidak berbeda nyata dengan P2 maupun P0. Analisis proksimat pada sampel komposit pakan menunjukkan bahwa fermentasi mengubah komposisi nutrisi pakan; P1 menghasilkan protein kasar tertinggi (27,55%), sedangkan P2 menghasilkan BETN tertinggi (56,74%) dan kadar lemak terendah (1,59%). Nilai FCR pada P0, P1, dan P2 masing-masing sebesar $1,86 \pm 0,27$; $1,71 \pm 0,24$; dan $1,41 \pm 0,34$, tetapi perbedaannya tidak nyata ($P > 0,05$). Kelangsungan hidup ikan pada seluruh perlakuan sebesar 100%. Kualitas air selama penelitian masih berada pada kisaran yang layak untuk budidaya ikan nila. Hasil ini menunjukkan bahwa fermentasi pakan komersial rendah protein menggunakan Aquaenzym dapat meningkatkan pertumbuhan biomassa mutlak ikan nila, tetapi belum terbukti meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan.

Kata kunci: Aquaenzym; EM4; Fermentasi Pakan; Ikan Nila; Rasio Konversi Pakan

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas akuakultur air tawar yang banyak dibudidayakan karena memiliki toleransi lingkungan relatif luas, pertumbuhan cepat, dan permintaan pasar yang stabil. Produksi nila nasional masih menjadi bagian penting dari peningkatan produksi perikanan budi daya. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan menunjukkan bahwa produksi budi daya pembesaran nila tetap berada pada skala lebih dari satu juta ton per tahun, sehingga efisiensi produksi menjadi isu penting dalam sistem budidaya komersial (KKP, 2024; Moruk & Liubana, 2025).

Dalam kegiatan budidaya ikan, pakan merupakan komponen biaya terbesar dan dapat mencapai 60–70% dari total biaya produksi. Oleh karena itu, kualitas pakan, efisiensi pemanfaatan pakan, dan rasio konversi pakan menjadi indikator penting dalam menentukan keberhasilan budidaya (Hadadi et al., 2009; Megawati et al., 2012; Isnawati et al., 2015). Penggunaan pakan komersial berprotein rendah dapat menekan biaya, tetapi berpotensi membatasi pertumbuhan jika nutrisi tidak tersedia dalam bentuk yang mudah dicerna.

Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kualitas pakan adalah fermentasi menggunakan mikroorganisme atau enzim. Proses fermentasi dapat memperbaiki ketersediaan nutrisi melalui hidrolisis senyawa kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana, sekaligus menghasilkan metabolit yang berpotensi mendukung pencernaan pakan (Syahrizal et al., 2018; Salamah & Zulpikar, 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fermentasi bahan pakan dengan EM4 dapat meningkatkan respons pertumbuhan dan menurunkan nilai konversi pakan pada ikan nila, terutama ketika fermentasi mampu memperbaiki komposisi nutrisi pakan (Simarmata et al., 2024).

EM4 (*Effective Microorganisms 4*) merupakan produk mikroorganisme komersial yang umum digunakan dalam fermentasi pakan dan bahan organik. Produk ini dilaporkan mengandung kelompok bakteri asam laktat, ragi, bakteri fotosintetik, dan mikroorganisme lain yang dapat mendukung proses fermentasi (Rachmawati, 2006; Sundari et al., 2014). Selain diformulasikan sebagai inokulan fermentasi, EM4 juga telah diaplikasikan secara langsung sebagai probiotik sederhana dalam sistem budidaya ikan nila (Kartika et al., 2018). Aquaenzym merupakan produk berbasis bakteri pengurai dan enzim hidrolitik yang dapat membantu pemecahan protein, karbohidrat, dan serat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Aktivitas enzim ekstraseluler seperti protease, amilase, selulase, dan lipase berpotensi meningkatkan ketersediaan nutrisi pakan sebelum pakan dikonsumsi ikan (Putra & Hermawan, 2014; Singh et al., 2011).

Berdasarkan laporan sejumlah penelitian terdahulu diketahui bahwa fermentasi menggunakan EM4 maupun probiotik komersial dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (Devy et al., 2026), gurami (Zakariyah et al., 2025), udang vanamei (Affan et al., 2026). Namun, sebagian besar penelitian tersebut memfermentasi bahan baku pakan sebelum diformulasi, bukan pakan komersial jadi yang langsung digunakan pembudidaya. Selain itu, pengujian umumnya dilakukan pada pakan dengan kadar protein standar, sehingga belum diketahui sejauh mana fermentasi mampu memperbaiki performa pakan komersial berprotein rendah yang harganya lebih terjangkau. Perbandingan langsung antara EM4 sebagai konsorsium mikroba dan Aquaenzym dalam satu desain penelitian juga masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh fermentasi pakan komersial rendah protein menggunakan EM4 dan Aquaenzym terhadap pertumbuhan biomassa mutlak dan rasio konversi pakan ikan nila. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar teknis pemanfaatan fermentasi sederhana untuk meningkatkan performa budidaya ikan nila dengan pakan berprotein rendah.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan selama 30 hari pada April-Mei 2025 di Laboratorium Toksikologi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan meliputi akuarium berukuran 30×30×40 cm, meja pemeliharaan, blower, instalasi aerasi, bak plastik, alat sifon, serokan ikan, baskom, timbangan digital, gelas ukur, oven, toples fermentasi, baki, termometer, DO meter, pH meter, spektrofotometer, dan penggaris. Bahan yang digunakan adalah benih ikan nila berukuran 3-5 cm, air yang telah diendapkan, pakan komersial T79-2 dengan kadar protein 25,73% berdasarkan analisis proksimat (label kemasan: 18%), EM4, Aquaenzym, dan molase.

Rancangan penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan fermentasi pakan komersial rendah protein pada ikan nila

Kode	Perlakuan	Keterangan
P0	Pakan komersial tanpa fermentasi	Kontrol
P1	Pakan komersial difermentasi menggunakan EM4	EM4 8 mL/kg pakan + molase 12 mL + air 100 mL
P2	Pakan komersial difermentasi menggunakan Aquaenzym	Aquaenzym 8 g/kg pakan + molase 12 mL + air 100 mL

Persiapan ikan dan wadah

Benih ikan nila diadaptasikan selama dua minggu terhadap lingkungan pemeliharaan dan pakan uji. Bobot awal ikan uji berkisar antara 1,4–2,0 g per ekor. Sebelum pemeliharaan dimulai, akuarium dicuci, dikeringkan, dan diisi air yang telah diendapkan selama tiga hari sebanyak 10 L. Setiap akuarium dilengkapi aerasi. Ikan ditebar sebanyak 10 ekor per akuarium, sehingga total ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 120 ekor. Ikan disortir terlebih dahulu, kemudian bobot dan panjang awal diukur sebagai data awal pemeliharaan.

Fermentasi pakan dan pemeliharaan ikan

Produk fermentasi yang digunakan adalah EM4 Perikanan (diproduksi oleh PT. Songgolangit Persada), mengandung *Lactobacillus* dan *Saccharomyces*, dan Aquaenzym (diproduksi oleh Booster) yang mengandung 3 strain bakteri (*Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*) dan 3 enzim (amylase, cellulase, protease). Larutan fermentasi dibuat dengan mencampurkan EM4 8 mL (P1) atau Aquaenzym 8 g (P2) dengan molase 12 mL dan air 100 mL untuk setiap kg pakan. Larutan disemprotkan secara merata ke pakan sambil diaduk hingga homogen. Pakan dimasukkan ke dalam toples fermentasi, ditutup rapat, dan difermentasi selama 24 jam pada suhu ruang. Pada perlakuan P0, pakan komersial diberikan tanpa proses fermentasi. Setelah fermentasi, pakan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C sebelum diberikan pada ikan. Pakan uji disimpan dalam wadah tertutup pada suhu ruang.

Pemeliharaan dilakukan dalam akuarium beraerasi tanpa filter. Air disipon dan diganti setiap hari sebanyak 50% untuk menjaga kualitas air. Ikan diberi pakan tiga kali sehari pada pukul 08.00, 13.00, dan 17.00 WITA secara apparent satiation (sampai kenyang).

Parameter pengamatan

Parameter utama yang diamati adalah pertumbuhan biomassa mutlak dan rasio konversi pakan. Pertumbuhan biomassa mutlak dihitung berdasarkan selisih biomassa total ikan pada akhir dan awal pemeliharaan di setiap akuarium ulangan, sehingga satuan yang digunakan adalah g/akuarium. Pertumbuhan biomassa mutlak dihitung berdasarkan rumus Effendie (1997):

$$H = W_t - W_0$$

Keterangan:

H = pertumbuhan biomassa mutlak per akuarium (g/akuarium);

W_t = biomassa total ikan uji pada akhir pemeliharaan per akuarium (g);

W₀ = biomassa total ikan uji pada awal pemeliharaan per akuarium (g).

Rasio konversi pakan atau konversi pakan (KP) dihitung menggunakan rumus:

$$KP = F / [(W_t + D) - W_0]$$

Keterangan:

KP = konversi pakan

F = jumlah total pakan yang diberikan (g)

W_t = biomassa total ikan uji pada akhir pemeliharaan per akuarium (g);

W₀ = biomassa total ikan uji pada awal pemeliharaan per akuarium (g).

D = bobot total ikan yang mati selama pemeliharaan (g). Apabila tidak terdapat kematian ikan, maka D bernilai 0 sehingga rumus setara dengan $KP = F / (W_t - W_0)$.

Analisis proksimat pakan uji dilakukan untuk mengetahui perubahan komposisi nutrisi setelah fermentasi mengikuti metode AOAC (2005). Analisis dilakukan pada satu sampel komposit untuk setiap perlakuan. Kadar air ditentukan dengan pengeringan oven pada suhu 105°C hingga bobot konstan. Kadar abu ditentukan dengan pengabuan dalam tanur pada suhu 550°C. Protein kasar dianalisis dengan metode Kjeldahl, dengan faktor konversi nitrogen 6,25. Lemak kasar diekstraksi dengan metode Soxhlet menggunakan pelarut heksana. Serat kasar ditentukan melalui hidrolisis bertahap menggunakan asam sulfat dan natrium hidroksida encer. BETN dihitung berdasarkan selisih: $BETN = 100 - (\text{abu} + \text{protein kasar} + \text{lemak kasar} + \text{serat kasar})$. Seluruh nilai dinyatakan dalam persen bahan kering.

Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan amonia. Suhu, pH, dan DO diukur setiap lima hari, sedangkan amonia diukur pada awal dan akhir penelitian.

Analisis data

Data pertumbuhan biomassa mutlak dan konversi pakan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat pengaruh nyata, analisis dilanjutkan menggunakan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi proksimat pakan

Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa fermentasi mengubah komposisi nutrisi pakan komersial rendah protein (Tabel 2). Kadar protein kasar tertinggi diperoleh pada P1 sebesar 27,55%, sedangkan P0 dan P2 masing-masing sebesar 25,73% dan 25,42%. Sebaliknya, kadar lemak menurun tajam pada pakan fermentasi, dari 8,80% pada P0 menjadi 3,85% pada P1 dan 1,59% pada P2. Kadar BETN meningkat terutama pada P2, yaitu 56,74%, dibandingkan P0 sebesar 52,01% dan P1 sebesar 53,37%. Analisis proksimat dilakukan pada satu sampel komposit untuk setiap perlakuan, sehingga perbedaan komposisi antarperlakuan disajikan secara deskriptif dan belum dapat diuji secara statistik.

Tabel 2. Komposisi proksimat pakan komersial rendah protein tanpa fermentasi dan setelah fermentasi menggunakan EM4 atau Aquaenzym

Perlakuan	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat (%)	BETN (%)
P0	6,77	8,80	25,73	6,70	52,01
P1	7,68	3,85	27,55	7,56	53,37
P2	7,82	1,59	25,42	8,42	56,74

Keterangan: P0 = pakan tanpa fermentasi; P1 = pakan difermentasi menggunakan EM4; P2 = pakan difermentasi menggunakan Aquaenzym; BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen.

Data proksimat tersebut menunjukkan bahwa respons pertumbuhan tertinggi pada P2 tidak sejalan dengan kadar protein kasar, karena kadar protein P2 tidak lebih tinggi daripada P0 maupun P1. Respons pertumbuhan pada P2 diduga berkaitan dengan perubahan ketersediaan nutrisi, peningkatan proporsi energi dari karbohidrat, dan prapencernaan substrat pakan selama fermentasi. Namun, dugaan ini belum dapat dipastikan karena pencernaan pakan dan aktivitas enzim tidak diukur dalam penelitian ini. Dengan demikian, fermentasi pakan dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai proses yang berpotensi memperbaiki pemanfaatan nutrisi, bukan sebagai upaya peningkatan kadar protein pakan.

Kadar protein kasar tertinggi pada P1 tidak diikuti oleh pertumbuhan tertinggi. Peningkatan protein kasar selama fermentasi diduga sebagian bersifat relatif, yaitu akibat berkurangnya bahan kering ketika mikroba memanfaatkan karbohidrat, serta bertambahnya biomassa mikroba yang ikut terukur sebagai nitrogen. Analisis protein kasar mengukur nitrogen total, sehingga nilainya tidak selalu mencerminkan protein yang dapat dicerna dan dimanfaatkan ikan. Selain itu, selisih protein P1 terhadap P0 relatif kecil (1,82%) dan berasal dari satu sampel komposit, sedangkan pertumbuhan P1 tidak berbeda nyata dengan P2.

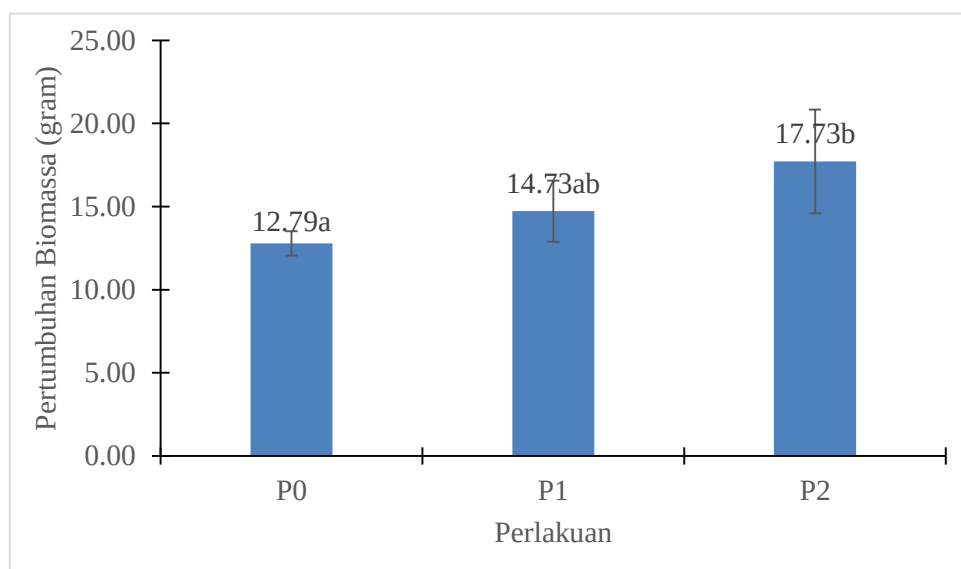
Estimasi energi bruto menggunakan faktor 5,65; 9,45; dan 4,1 kkal/g masing-masing untuk protein, lemak, dan karbohidrat (NRC, 2011) menunjukkan bahwa energi pakan P0, P1, dan P2 masing-masing sebesar 441,8; 410,9; dan 391,3 kkal/100 g, dengan rasio protein/energi 58,2; 67,0; dan 65,0 mg protein/kkal. Dengan demikian, P2 justru memiliki energi bruto terendah, meskipun proporsi energi dari karbohidrat paling tinggi (59%). Hal ini menunjukkan bahwa respons pertumbuhan P2 tidak dapat dijelaskan oleh jumlah energi pakan, tetapi diduga berkaitan dengan ketersediaan energi yang lebih mudah dicerna. Ikan nila sebagai ikan omnivora mampu memanfaatkan karbohidrat relatif baik (El-Sayed, 2006), dan aktivitas amilase selama fermentasi dengan Aquaenzym diduga memecah pati menjadi gula sederhana yang lebih mudah dicerna. Keseimbangan protein-energi penting karena ketika energi non-protein tidak mencukupi, ikan akan menggunakan protein sebagai sumber energi sehingga protein yang tersedia untuk pertumbuhan berkurang (NRC, 2011). Karena pencernaan dan energi tercerna tidak diukur, dugaan ini masih perlu dikonfirmasi.

Penurunan kadar lemak pada P2 dari 8,80% menjadi 1,59% menurunkan estimasi energi pakan dan berpotensi mengurangi ketersediaan asam lemak esensial. Di sisi lain, kadar lemak yang lebih rendah diduga dapat menurunkan risiko oksidasi lemak (ketengikan) selama pengeringan dan penyimpanan pakan. Penurunan lemak kemungkinan berkaitan dengan pemanfaatan lemak oleh mikroorganisme selama fermentasi. Namun, besarnya penurunan tersebut berasal dari satu sampel komposit sehingga perlu dikonfirmasi melalui analisis berulang.

Pertumbuhan biomassa mutlak

Fermentasi pakan komersial rendah protein menggunakan EM4 dan Aquaenzym memberikan respons pertumbuhan yang berbeda pada ikan nila. Rata-rata pertumbuhan biomassa mutlak tertinggi per akuarium diperoleh pada P2 (pakan difermentasi menggunakan Aquaenzym), yaitu $17,73 \pm 3,12$ g/akuarium, diikuti P1 (EM4) sebesar $14,73 \pm 1,84$ g/akuarium dan P0 (kontrol) sebesar $12,79 \pm 0,73$ g/akuarium (Gambar 1). Hasil ANOVA menunjukkan

bahwa perlakuan fermentasi pakan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan biomassa mutlak ikan nila ($P < 0,05$). Uji DMRT menunjukkan bahwa P2 berbeda nyata dengan P0, sedangkan P1 tidak berbeda nyata dengan P2 maupun P0.



Gambar 1. Pertumbuhan biomassa mutlak ikan nila per akuarium yang diberi pakan komersial rendah protein tanpa fermentasi (P0), difermentasi menggunakan EM4 (P1), dan difermentasi menggunakan Aquaenzym (P2). Bar menunjukkan rata-rata $\pm$ standar deviasi pertumbuhan biomassa mutlak dari empat ulangan akuarium ($n=4$).

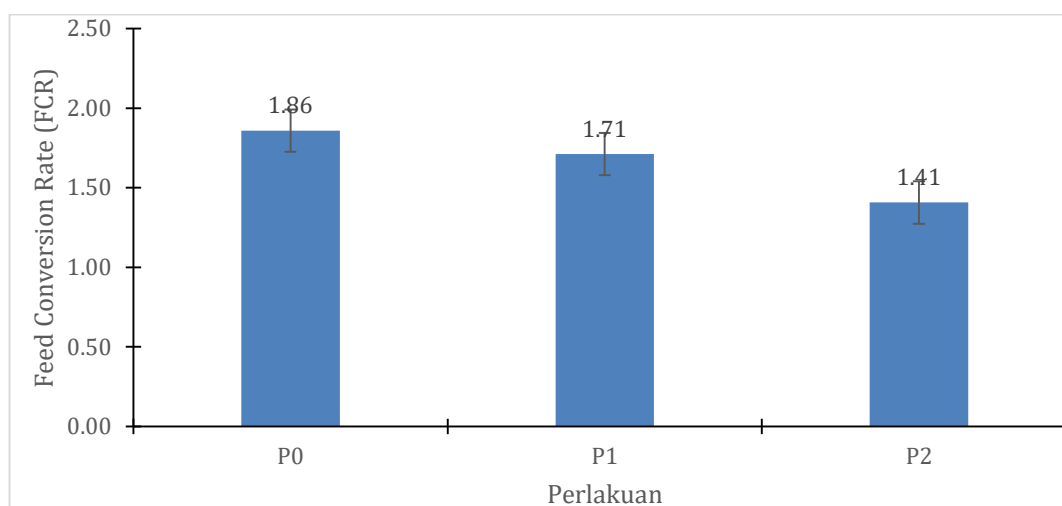
Peningkatan pertumbuhan yang nyata dibandingkan kontrol hanya terjadi pada P2, sedangkan P1 menunjukkan respons pertumbuhan di antara P0 dan P2. Fermentasi diduga menghidrolisis sebagian nutrisi kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan lebih mudah dicerna, sehingga energi dan asam amino lebih tersedia untuk pertumbuhan. Hal ini sejalan dengan Syahrizal et al. (2018), yang menyatakan bahwa fermentasi bahan pakan menggunakan EM4 dapat memperbaiki kualitas bahan pakan, serta Simarmata et al. (2024), yang melaporkan peningkatan performa ikan nila pada pakan berbasis bungkil inti sawit yang difermentasi EM4.

Pertumbuhan biomassa mutlak tertinggi pada P2 menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan Aquaenzym memberikan respons pertumbuhan terbaik dibandingkan kontrol pada kondisi penelitian ini. Namun, karena P2 tidak berbeda nyata dengan P1, penelitian ini belum dapat menyimpulkan bahwa Aquaenzym lebih unggul daripada EM4. Hasil ini menarik karena P2 tidak memiliki kadar protein kasar tertinggi, tetapi memiliki BETN tertinggi dan kadar lemak terendah. Peningkatan pertumbuhan pada P2 kemungkinan berkaitan dengan perubahan ketersediaan nutrisi, prapencernaan substrat pakan selama fermentasi, serta kontribusi energi non-protein dari fraksi karbohidrat. Aquaenzym mengandung *Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, dan *B. polymyxa* serta enzim amilase, selulase, dan protease yang dapat mempercepat pemecahan substrat pakan selama fermentasi. Enzim eksogen dapat memecah karbohidrat dan protein menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dimanfaatkan oleh ikan (Putra & Hermawan, 2014; Singh et al., 2011), sehingga aktivitas enzim selama fermentasi dapat menjadi salah satu mekanisme yang menjelaskan respons pertumbuhan pada P2.

Meskipun demikian, pakan yang telah difermentasi kemudian dikeringkan pada suhu 70°C. Kondisi ini berpotensi menurunkan viabilitas sebagian besar mikroorganisme vegetatif, sedangkan viabilitas mikroorganisme tidak diukur dalam penelitian ini. Oleh karena itu, pengaruh perlakuan diduga lebih dominan berasal dari perubahan substrat pakan, aktivitas enzim selama fermentasi, dan metabolit hasil fermentasi, bukan dari masuknya mikroorganisme hidup ke saluran pencernaan ikan. Hal ini penting diperhatikan karena fungsi fermentasi pakan berbeda dengan pemberian probiotik hidup secara langsung.

Konversi pakan

Nilai FCR menggambarkan efisiensi ikan dalam mengubah pakan yang dikonsumsi menjadi biomassa, dengan nilai lebih rendah menunjukkan pemanfaatan pakan yang lebih efisien. Rata-rata FCR pada P0, P1, dan P2 masing-masing sebesar $1,86 \pm 0,27$; $1,71 \pm 0,24$; dan $1,41 \pm 0,34$ (Gambar 2). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan FCR antarperlakuan tidak nyata ($P > 0,05$), sehingga fermentasi pakan belum dapat dinyatakan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Keunggulan perlakuan Aquaenzym dalam penelitian ini terbatas pada pertumbuhan biomassa mutlak.



Gambar 2. Rasio konversi pakan ikan nila yang diberi pakan komersial rendah protein tanpa fermentasi (P0), difermentasi menggunakan EM4 (P1), dan difermentasi menggunakan Aquaenzym (P2). Bar menunjukkan rata-rata ± standar deviasi (n=4).

Pola hasil penelitian ini sejalan dengan Devy et al. (2026), yang menggunakan dosis dan lama fermentasi yang sama (EM4 8 mL/kg dan Aquaenzym 8 g/kg selama 24 jam) pada tepung bungkil inti sawit sebagai bahan pakan ikan nila. Penelitian tersebut juga melaporkan bahwa perlakuan Aquaenzym menghasilkan pertumbuhan terbaik dan FCR terendah ($1,02 \pm 0,34$). Perbedaannya, fermentasi pada penelitian tersebut berpengaruh nyata terhadap FCR, sedangkan pada penelitian ini tidak, dan nilai FCR penelitian ini ($1,41-1,86$) lebih tinggi. Perbedaan ini diduga berkaitan dengan bahan yang difermentasi (bahan baku pakan dibandingkan pakan komersial jadi), komposisi nutrisi pakan, serta periode pemeliharaan yang lebih singkat (30 hari dibandingkan 40 hari).

Tidak nyatanya perbedaan FCR kemungkinan berkaitan dengan keragaman antarulangan yang cukup besar, terutama pada P2 ($\pm 0,34$), serta periode pemeliharaan 30 hari yang relatif singkat. Selain itu, kadar protein pakan berdasarkan analisis proksimat (25,73% pada P0) masih berada di bawah kebutuhan protein benih ikan nila (El-Sayed, 2006), sehingga perubahan nutrisi akibat fermentasi diduga belum cukup untuk menghasilkan perbedaan efisiensi pakan yang nyata.

Efisiensi pemanfaatan pakan pada kondisi pakan rendah protein tidak hanya dipengaruhi oleh kadar protein kasar, tetapi juga oleh keseimbangan protein-energi, ketersediaan nutrisi, ukuran ikan, jumlah pakan yang benar-benar dikonsumsi, serta kondisi lingkungan pemeliharaan. Zaidy et al. (2021) menunjukkan bahwa kadar protein pakan yang lebih tinggi dapat menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang lebih baik dibandingkan pakan berprotein lebih rendah. Dalam penelitian ini, perubahan komposisi nutrisi akibat fermentasi belum tercermin secara nyata pada nilai FCR.

Pengaruh fermentasi terhadap efisiensi pakan perlu diuji lebih lanjut dengan jumlah ulangan yang lebih banyak, periode pemeliharaan yang lebih panjang, serta pengukuran pencernaan, retensi protein, dan aktivitas enzim pencernaan, sehingga dapat diketahui apakah perbedaan FCR yang tidak nyata dalam penelitian ini memang mencerminkan tidak adanya pengaruh perlakuan.

Kualitas air

Kualitas air selama penelitian masih berada pada kisaran yang sesuai untuk pemeliharaan ikan nila (Tabel 3). Suhu air berkisar 27,85-27,97°C, pH 6,45-6,56, DO 7,67-7,85 mg/L, dan amonia 0,05-0,06 mg/L.

Tabel 3. Rata-rata parameter kualitas air selama 30 hari pemeliharaan ikan nila

Parameter	P0	P1	P2
Suhu (°C)	27,97	27,90	27,85
pH	6,56	6,46	6,45
DO (mg/L)	7,67	7,77	7,85
Amonia (mg/L)	0,06	0,05	0,05

Keterangan: P0 = pakan tanpa fermentasi; P1 = pakan difermentasi menggunakan EM4; P2 = pakan difermentasi menggunakan Aquaenzym; DO = oksigen terlarut.

Suhu air pada seluruh perlakuan berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan ikan nila. El-Sayed (2006) menyatakan bahwa ikan nila tumbuh baik pada kisaran suhu sekitar 25-30°C, sedangkan SNI 7550:2009 juga

menempatkan suhu tersebut sebagai kisaran layak untuk pembesaran ikan nila di kolam air tenang. Perbedaan suhu antarperlakuan sangat kecil, sehingga variasi suhu tidak menjadi faktor utama yang menjelaskan perbedaan pertumbuhan ikan.

Nilai pH berkisar 6,45-6,56 dan masih sesuai untuk pemeliharaan ikan nila. Kisaran pH ini mendukung fungsi fisiologis ikan dan aktivitas mikroorganisme perairan. Penurunan pH yang sedikit lebih rendah pada P1 dan P2 dapat berkaitan dengan karakter pakan fermentasi dan terbentuknya senyawa organik/asam organik selama proses fermentasi, tetapi penurunan tersebut masih berada dalam rentang yang dapat ditoleransi ikan nila.

DO berada pada kisaran 7,67-7,85 mg/L, lebih tinggi dari batas minimal yang umum disarankan untuk ikan nila. Kondisi aerasi yang baik dan pergantian air harian sebanyak 50% diduga menjaga oksigen terlarut tetap stabil. Temuan ini sejalan dengan Pelu dan Liubana (2025), yang menekankan bahwa suhu, pH, dan DO merupakan parameter utama yang harus dipertahankan untuk mendukung pertumbuhan benih nila.

Amonia total berkisar 0,05–0,06 mg/L. Nilai ini masih rendah dan berada pada kisaran yang masih layak untuk pemeliharaan ikan nila. Secara deskriptif, amonia pada P1 dan P2 sedikit lebih rendah dibandingkan P0. Perbedaan kecil ini dapat menjadi indikasi bahwa media pemeliharaan pada perlakuan fermentasi tetap berada dalam kondisi stabil, tetapi belum dapat disimpulkan sebagai efek langsung fermentasi pakan karena parameter kualitas air tidak dianalisis secara statistik. Dengan demikian, data amonia dalam penelitian ini lebih tepat digunakan sebagai data pendukung yang menunjukkan bahwa kondisi media pemeliharaan masih layak selama penelitian.

KESIMPULAN

Fermentasi pakan komersial rendah protein berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan biomassa mutlak ikan nila. Pertumbuhan biomassa mutlak tertinggi diperoleh pada P2 (Aquaenzym) sebesar $17,73 \pm 3,12$ g/akuarium dan berbeda nyata dengan P0 ($12,79 \pm 0,73$ g/akuarium), sedangkan P1 (EM4) sebesar $14,73 \pm 1,84$ g/akuarium tidak berbeda nyata dengan P0 maupun P2.

Fermentasi pakan tidak berpengaruh nyata terhadap FCR, sehingga belum dapat dinyatakan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Secara deskriptif, fermentasi mengubah komposisi nutrisi pakan, dengan protein kasar tertinggi pada P1 serta BETN tertinggi dan kadar lemak terendah pada P2. Kelangsungan hidup ikan pada seluruh perlakuan sebesar 100% dan kualitas air selama penelitian berada pada kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan nila. Berdasarkan pertumbuhan biomassa mutlak, fermentasi pakan menggunakan Aquaenzym merupakan perlakuan yang paling prospektif untuk dikaji lebih lanjut, terutama melalui pengujian pencernaan, retensi protein, aktivitas enzim pencernaan, analisis proksimat dengan ulangan, dan pemeliharaan yang lebih panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Toksikologi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, atas dukungan fasilitas selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Affan, M., Sutaman, Hartanti, N. U. 2026. Pengaruh Presentase Bungkil Kedelai yang Terfermentasi dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Post Larva Udang *Vannamei* (*Litopenaeus Vannamei*). Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan. 4(1), 02-08.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Gaithersburg (US): AOAC International.
- Devy, R. S., Kusdianto, H., Ma'ruf, M., Nurhalisa & Wulandari, R. 2026. Pengaruh penambahan fermentasi tepung bungkil inti sawit terhadap kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia, 14(1), 7-17.
- Effendie, M. I. 1997. Biologi perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- El-Sayed, A.-F. M. 2006. Tilapia culture. Wallingford: CABI Publishing.
- Hadadi, A., Wibowo, H. K. T., Pramono, E., Surahman, A., & Rifwan, E. 2009. Aplikasi pemberian maggot sebagai sumber protein dalam pakan ikan lele sangkuriang (*Clarias sp.*) dan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.). Laporan Tinjauan Hasil Tahun 2008. Sukabumi: Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar.
- Isnawati, N., Sidik, R., & Mahasri, G. 2015. Papaya leaf powder potential to improve efficiency utilization of feed, protein efficiency ratio and relative growth rate in tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish farming. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 7(2), 121-124.
- Kartika, G. R. A., Dewi, A. P. W. K., Julyantoro, P. G. S., Suryaningtyas, E. W., & Ernawati, N. M. 2018. Aplikasi probiotik sederhana pada budidaya ikan nila di Kabupaten Tabanan, Bali. Buletin Udayana Mengabdi, 17(3), 30-35.
- (KKP) Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. Data statistik produksi perikanan budidaya pembesaran nila. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.

- Megawati, R. A., Arief, M., & Alamsjah, M. A. 2012. Pemberian pakan dengan kadar serat kasar yang berbeda terhadap daya cerna pakan pada ikan berlabung dan ikan tidak berlabung. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2), 187-192.
- Moruk, A. R., & Liubana, D. V. 2025. Pengaruh pemberian pakan pada pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan Teun. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 10(2), 241-247. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v10i2.285>
- (NRC) National Research Council. 2011. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. Washington, DC: The National Academies Press
- Pelu, A. M., & Liubana, D. V. 2025. Karakteristik kualitas air dan pengaruhnya pada pertumbuhan benih ikan nila jatimbulan Tilapia (*Oreochromis sp.*) di IPB Kepanjen, Malang. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 10(1), 20-26. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v10i1.239>
- Putra, A. N., & Hermawan, D. 2014. Seleksi bakteri probiotik amilolitik pada saluran pencernaan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 3(1), 37-45.
- Rachmawati, F. N. 2006. Penggunaan EM4 dalam pakan buatan untuk meningkatkan keefisienan pakan dan pertumbuhan ikan nila GIFT (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Agroland*, 13(3), 270-274.
- Salamah, S., & Zulpikar. 2020. Pemberian probiotik pada pakan komersil dengan protein yang berbeda terhadap kinerja ikan lele (*Clarias sp.*) menggunakan sistem bioflok. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(1), 21-27.
- 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), 142-149. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v9i2.213>
- Singh, P., Maqsood, S., Samoon, M. H., Phulia, V., Danish, M., & Chalal, S. 2011. Exogenous supplementation of papain as growth promoter in fingerlings of *Cyprinus carpio*. *International Aquatic Research*, 3, 1-9.
- SNI 7550:2009. (2009). *Produksi ikan nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker) kelas pembesaran di kolam air tenang*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sundari, I., Ma'ruf, W. F., & Dewi, E. N. 2014. Pengaruh penggunaan bioaktivator EM4 dan penambahan tepung ikan terhadap spesifikasi pupuk organik cair rumput laut (*Gracilaria sp.*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3), 88-94.
- Syahrizal, Safratilofa, & Sopiana, A. M. 2018. Urgensi perbedaan waktu fermentasi EM4 (Effective Microorganisms) pada bahan pakan untuk ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 3(1), 1-11.
- Zaidy, A. B., Nurmalia, N., & Kasmawijaya, A. 2021. Pengaruh pemberian pakan protein rendah terhadap kualitas air, profil darah dan performa produksi ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Salamata*, 3(2), 38-43.
- 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 (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 10(1), 81-88.