JASD

**Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau, 11(2), Oktober 2026, pp.248-252**
Jurnal Hasil Penelitian Bidang Ilmu Akuakultur
ISSN 2503-4766 (Print) | ISSN 2597-8837 (Online) | DOI 10.33087/akuakultur.v11i2.335
**Publisher by :** Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Batanghari

# Pengaruh Bungkil Inti Sawit Terfermentasi EM4 Perikanan dan Pertanian Terhadap Pertumbuhan dan Kecernaan Ikan Mas

**[1]Alya Wulandari, [*1]Heru Kusdianto, [1]Henny Pagoray, dan [2]Retno Wulandari**

[1] Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman,
Jl. Gunung Tabur Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia
[2]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik. Universitas Mulawarman,
Jl. Sambaliung Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia
[*1]e-mail korespondensi: kusherudianto@gmail.com

***Abstract.*** *This study analyzed the effect of fermenting palm kernel meal (PKM) using two types of Effective Microorganism 4 (EM4)—fishery and agricultural—on the growth and feed digestibility of common carp (Cyprinus carpio). The high cost of feed (40–60% of production cost) encourages the use of cheaper local ingredients such as fermented PKM. A completely randomized design with three treatments and four replicates was used: P1 (control, unfermented PKM), P2 (PKM fermented with fishery EM4, 8 mL/kg), and P3 (PKM fermented with agricultural EM4, 8 mL/kg); PKM comprised 50% of the formulation. Carp fingerlings (5–6 cm) were reared for 50 days. Observed parameters were absolute weight gain, length gain, specific growth rate (SGR), survival, and total digestibility (chromium oxide method). PKM fermentation significantly affected absolute weight gain (P<0.05): the control (2.15 g) increased to 3.57 g (P2) and 3.51 g (P3), while the two EM4 types did not differ significantly. Length gain (P=0.118) and SGR (P=0.054) did not differ among treatments. Survival reached 100% in all treatments. Total digestibility, measured on one pooled faecal sample per treatment without replication, is reported descriptively only (10.42–31.14%) and was not tested statistically. Water quality remained within supportive ranges. Fermentation of PKM increased the absolute weight gain of carp by about 63–66% compared with the control, with no significant difference between the two EM4 types under the conditions of this study. Fermented PKM therefore has potential as an alternative feed ingredient for carp, although feed conversion and economic feasibility still need to be evaluated.*

***Keywords :*** *Cyprinus carpio, Digestibility, EM4, Fermentation, Palm kernel meal*

**Abstrak.** Penelitian ini menganalisis pengaruh fermentasi bungkil inti sawit (BIS) menggunakan dua jenis Effective Microorganism 4 (EM4)—perikanan dan pertanian—terhadap pertumbuhan dan kecernaan pakan ikan mas (Cyprinus carpio). Tingginya biaya pakan (40–60% biaya produksi) mendorong pemanfaatan bahan baku lokal yang lebih murah seperti BIS terfermentasi. Rancangan Acak Lengkap dengan tiga perlakuan dan empat ulangan digunakan: P1 (kontrol, BIS tanpa fermentasi), P2 (BIS fermentasi EM4 perikanan 8 mL/kg), dan P3 (BIS fermentasi EM4 pertanian 8 mL/kg); BIS menyusun 50% formulasi pakan. Benih ikan mas (5–6 cm) dipelihara selama 50 hari. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan berat mutlak, pertambahan panjang, laju pertumbuhan spesifik (SGR), kelangsungan hidup, dan kecernaan total (metode kromium oksida). Fermentasi BIS berpengaruh nyata terhadap berat mutlak (P<0,05): kontrol 2,15 g meningkat menjadi 3,57 g (P2) dan 3,51 g (P3), sedangkan kedua jenis EM4 tidak berbeda nyata. Pertambahan panjang (P=0,118) dan SGR (P=0,054) tidak berbeda nyata antar perlakuan. Kelangsungan hidup mencapai 100% pada semua perlakuan. Kecernaan total diukur dari satu sampel feses komposit per perlakuan tanpa ulangan, sehingga hanya disajikan secara deskriptif (10,42–31,14%) dan tidak diuji statistik. Kualitas air berada pada kisaran yang mendukung. Fermentasi BIS meningkatkan berat mutlak ikan mas sekitar 63–66% dibanding kontrol, tanpa perbedaan nyata antara kedua jenis EM4 pada kondisi penelitian ini. Dengan demikian, BIS terfermentasi berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif ikan mas, meskipun konversi pakan dan kelayakan ekonominya masih perlu dievaluasi.

**Kata kunci :** Bungkil inti sawit, *Cyprinus carpio*, EM4, Fermentasi, Kecernaan

## PENDAHULUAN

Ikan mas (Cyprinus carpio) merupakan salah satu komoditas air tawar penting di Indonesia karena pertumbuhannya cepat, mudah dipijahkan, dan adaptif terhadap lingkungan. Keberhasilan budidaya ikan mas secara intensif sangat ditentukan oleh kualitas dan ketersediaan pakan. Namun, biaya pakan menyumbang sekitar 40–60% dari total biaya produksi (Tacon & Metian, 2008), sehingga menjadi beban berat terutama bagi pembudidaya skala kecil. Untuk menekan biaya, sebagian besar pembudidaya menggunakan pakan komersial berprotein rendah yang lebih terjangkau, sehingga diperlukan strategi sederhana untuk meningkatkan nilai gizi dan daya cerna bahan pakan murah.

Bungkil inti sawit (BIS) merupakan limbah industri kelapa sawit yang melimpah dan berpotensi sebagai bahan baku pakan lokal alternatif (Nikhlani et al., 2022). Pemanfaatannya terbatas oleh kandungan serat kasar dan polisakarida non-pati yang bersifat antinutrisi, sehingga perlu diolah terlebih dahulu. Teknologi fermentasi

menggunakan konsorsium mikroba dapat menurunkan serat kasar serta meningkatkan kecernaan dan ketersediaan nutrien bahan pakan nabati (Sundu et al., 2019; Glencross et al., 2020; Kumar et al., 2022; Widanarni et al., 2020). Salah satu inokulan komersial yang umum digunakan adalah Effective Microorganism 4 (EM4), yang mengandung bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, Actinomycetes, dan ragi. Simarmata et al. (2024) melaporkan bahwa fermentasi BIS dengan EM4 mampu memperbaiki konversi pakan dan pertumbuhan ikan nila, dan Damanik et al. (2023) menunjukkan pengaruh lama fermentasi BIS terhadap pertumbuhan ikan kelabau.

Di pasaran tersedia empat varian EM4, diantaranya adalah EM4 perikanan dan EM4 pertanian. Keduanya merupakan konsorsium mikroba, tetapi diformulasikan untuk tujuan berbeda: EM4 perikanan untuk perbaikan kualitas air dan pakan ikan, sedangkan EM4 pertanian untuk fermentasi bahan organik dan pembuatan pupuk. EM4 Pink (EM4 Perikanan) merupakan kultur campuran mikroorganisme efektif yang umumnya mengandung bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), dan ragi (*Saccharomyces* sp.). Sementara EM4 kuning (pertanian) mengandung berbagai mikroorganisme menguntungkan, antara lain *Lactobacillus* sp., *Rhodopseudomonas* sp., *Actinomycetes* sp., *Streptomyces* sp., dan *Saccharomyces* sp. Perbedaan komposisi konsorsium ini secara ilmiah berpotensi menghasilkan profil enzim yang berbeda, misalnya aktivitas selulolitik yang lebih tinggi pada inokulan yang ditujukan untuk mendegradasi bahan organik berserat, sehingga dapat mempengaruhi efektivitas degradasi serat BIS. Secara praktis, EM4 pertanian lebih mudah diperoleh di toko sarana pertanian. Hingga saat ini, belum ditemukan laporan yang membandingkan langsung kedua varian EM4 pada fermentasi BIS untuk pakan ikan mas dengan dosis yang sama. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian langsung apakah varian EM4 yang lebih umum di tingkat petani dapat menggantikan EM4 khusus perikanan tanpa menurunkan kinerja pertumbuhan, sehingga memberi dasar ilmiah bagi pemilihan inokulan yang lebih murah dan mudah diperoleh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh fermentasi BIS menggunakan EM4 perikanan dan EM4 pertanian terhadap pertumbuhan dan kecernaan pakan ikan mas, sekaligus mengevaluasi apakah jenis EM4 yang digunakan memengaruhi kinerja pertumbuhan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama 50 hari pada 24 November 2025–12 Januari 2026 di Laboratorium Biokonversi dan Mikroteknik Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat ulangan (12 unit percobaan): P1 = BIS tanpa fermentasi (kontrol); P2 = BIS difermentasi EM4 perikanan 8 mL/kg; dan P3 = BIS difermentasi EM4 pertanian 8 mL/kg. BIS menyusun 50% formulasi pakan, dengan tepung ikan 39%, tapioka 8%, serta minyak, vitamin mix, dan mineral mix masing-masing 1% (Tabel 1). Formulasi pakan sama untuk seluruh perlakuan; yang membedakan hanya jenis fermentor pada BIS. Analisis proksimat bahan baku dilakukan di Laboratorium LP2M, Institut Pertanian Bogor.

BIS yang telah ditepungkan difermentasi dengan menyemprotkan larutan berisi EM4 (8 mL/kg BIS) dan molase (12 ml/kg BIS) yang dilarutkan dalam air (250 mL/kg BIS). Jumlah molase yang digunakan pada P2 dan P3 sama. Bahan diaduk hingga merata, kemudian difermentasi dalam wadah plastik tertutup rapat selama 48 jam pada suhu ruang, lalu dikeringkan dengan oven 60°C selama1 jam. Untuk menjaga keseragaman proses, fermentasi P2 dan P3 dilakukan bersamaan dengan bahan, wadah, dan kondisi yang sama, sedangkan pada BIS kontrol (P1) tidak dilakukan penambahan molase dan air. BIS terfermentasi dicampur dengan bahan lain, dicetak menjadi pelet, dan dikeringkan. Benih ikan mas berukuran 5–6 cm ditebar 10 ekor per akuarium (30×30×40 cm) pada 12 akuarium bersistem resirkulasi, setelah diadaptasi selama dua minggu. Pakan diberikan dua kali sehari (pukul 08.00 dan 17.00) secara at satiation selama 50 hari. Jumlah pakan yang diberikan per akuarium dicatat untuk menghitung konsumsi pakan dan rasio konversi pakan (FCR = jumlah pakan yang dikonsumsi/pertambahan biomassa).

Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan berat mutlak ($W = Wt - W0$), pertambahan panjang total ($\Delta L = Lt - L0$), laju pertumbuhan spesifik ($SGR = (\ln Wt - \ln W0)/t \times 100\%$), dan kelangsungan hidup ($SR = Nt/N0 \times 100\%$). Kecernaan total bahan kering diukur dengan metode indikator inert kromium oksida ($Cr_2O_3$) mengacu pada Halver & Hardy (2002); karena menggunakan sampel feses komposit tanpa ulangan, data kecernaan disajikan secara deskriptif. Feses dikumpulkan dengan cara menyifon dasar akuarium. Sample feses untuk analisis dari keempat ulangan menjadi satu sampel per perlakuan, lalu dikeringkan dan dianalisis. $Cr_2O_3$ ditambahkan ke dalam pakan sebanyak 0,5%. Data pertumbuhan dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA, taraf kepercayaan 95%) dan dilanjutkan uji Duncan; data kelangsungan hidup yang seluruhnya 100% tidak diuji statistik. Parameter kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, amonia) diukur sebagai data penunjang.

**Tabel 1.** Formulasi dan kandungan proksimat pakan uji

| Bahan / kandungan | Komposisi |
|---|---|
| Tepung bungkil inti sawit (BIS) | 50% |
| Tepung ikan | 39% |
| Tapioka | 8% |
| Minyak; vitamin mix; mineral mix | masing-masing 1% |
| Protein kasar (hasil formulasi) | 30,8% |
| Lemak; serat kasar | 9,05%; 5,32% |
| Energi tercerna (DE) | 2.658 kkal/kg |

Keterangan: BIS pada P2 dan P3 difermentasi (EM4 perikanan/pertanian); P1 menggunakan BIS tanpa fermentasi. Nilai proksimat merupakan hasil perhitungan formulasi sehingga identik antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeliharaan ikan mas selama 50 hari menunjukkan bahwa fermentasi BIS berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak ($P<0,05$), tetapi tidak terhadap pertambahan panjang ($P=0,118$) maupun laju pertumbuhan spesifik ($P=0,054$) (Tabel 2). Berat mutlak meningkat dari 2,15 g pada kontrol (P1) menjadi 3,57 g (P2) dan 3,51 g (P3); uji Duncan menempatkan P2 dan P3 pada kelompok yang sama dan keduanya berbeda nyata dari P1. Dengan demikian, fermentasi BIS meningkatkan berat mutlak sekitar 63–66% dibanding kontrol, sedangkan berat mutlak antara EM4 perikanan dan pertanian tidak berbeda nyata pada kondisi penelitian ini (dosis yang sama, 8 mL/kg).

**Tabel 2.** Kinerja pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan kecernaan ikan mas

| Parameter | P1 (Kontrol) | P2 (EM4 perikanan) | P3 (EM4 pertanian) |
|---|---|---|---|
| Berat mutlak (g) | $2,15\pm0,26^{a}$ | $3,57\pm0,21^{b}$ | $3,51\pm0,58^{b}$ |
| Pertambahan panjang (cm) | $1,02\pm0,19^{a}$ | $1,52\pm0,19^{a}$ | $1,27\pm0,44^{a}$ |
| SGR (%/hari) | $0,79\pm0,11^{a}$ | $1,41\pm0,33^{a}$ | $1,34\pm0,46^{a}$ |
| Kelangsungan hidup (%) | 100 | 100 | 100 |
| Kecernaan total (%)* | 10,42 | 27,33 | 31,14 |

Keterangan: nilai = rata-rata±std (n=4). Huruf superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$; uji Duncan). *Kecernaan total disajikan deskriptif (satu sampel komposit per perlakuan tanpa ulangan; tidak diuji statistik dan hanya merupakan indikasi awal).

Peningkatan berat mutlak pada pakan berfermentasi mengindikasikan bahwa aktivitas enzimatis mikroba (protease, amilase, dan selulase) berhasil mendegradasi komponen kompleks BIS, terutama serat kasar, menjadi bentuk yang lebih mudah dicerna sehingga ketersediaan nutrien meningkat (Sundu et al., 2019; Kumar et al., 2022). Hal ini sejalan dengan Inez et al. (2024) yang melaporkan bahwa fermentasi BIS meningkatkan aktivitas enzim pencernaan ikan, Simarmata et al. (2024) pada ikan nila, serta Damanik et al. (2023) pada ikan kelabau. Berat mutlak antara EM4 perikanan dan pertanian tidak berbeda nyata pada kondisi penelitian ini. Hasil ini belum dapat diartikan bahwa kedua produk setara, karena jumlah ulangan terbatas (n=4) dan keragaman pada P3 relatif tinggi (SD 0,58 g). Namun, secara aplikatif hasil ini memberi indikasi bahwa pembudidaya berpotensi menggunakan varian EM4 yang lebih mudah diperoleh tanpa penurunan pertumbuhan yang terdeteksi.

Pertambahan panjang dan SGR yang tidak berbeda nyata mengindikasikan bahwa, meskipun secara angka P2 dan P3 lebih tinggi dari kontrol, keragaman antarulangan yang relatif besar (terutama pada P3) menyebabkan perbedaan tersebut tidak terdeteksi secara statistik (Mokolensang et al., 2021; Ariyanto et al., 2019). Data kecernaan total (Tabel 2) hanya berasal dari satu sampel feses komposit per perlakuan, sehingga tidak dapat diuji secara statistik dan tidak digunakan sebagai dasar kesimpulan. Selain itu, nilai yang diperoleh (10,42–31,14%) jauh lebih rendah daripada yang lazim untuk pakan berbasis tepung ikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pelarutan nutrien dari feses yang terendam di dasar akuarium bersistem resirkulasi sebelum dikumpulkan. Urutan nilai antarperlakuan searah dengan laporan bahwa fermentasi memperbaiki daya cerna bahan nabati (Glencross et al., 2020; Oliva-Teles et al., 2022), tetapi hal ini perlu dibuktikan dengan koleksi feses yang lebih segera setelah defekasi dan analisis per akuarium. Kelangsungan hidup 100% pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa pakan BIS terfermentasi tidak menimbulkan kematian selama 50 hari pemeliharaan (Mustofa et al., 2018; Kumar et al., 2022). Penelitian ini tidak mengukur konsumsi pakan, sehingga efisiensi pakan (FCR) dan kelayakan ekonomi penggunaan BIS terfermentasi belum dapat dievaluasi.

**Tabel 3.** Kisaran parameter kualitas air selama penelitian

| Parameter | Kisaran | Kisaran optimal |
|---|---|---|
| Suhu (°C) | 27,95–28,16 | 25–32 |
| pH | 6,54–6,59 | 6,5–8,5 |
| Oksigen terlarut (mg/L) | 5,74–5,91 | ≥5 |
| Amonia (mg/L) | 0,03–0,16 | <0,5 |

Parameter kualitas air selama penelitian berada pada kisaran yang mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan mas (Tabel 3). Nilai pH (6,54–6,59) berada pada batas bawah rentang ideal sehingga perlu diwaspadai pada pemeliharaan jangka panjang, sementara suhu, oksigen terlarut, dan amonia berada pada kisaran yang sesuai (Pratama et al., 2020; Ridwantara et al., 2019).

## KESIMPULAN

Fermentasi bungkil inti sawit dengan EM4 (perikanan maupun pertanian) berpengaruh nyata meningkatkan pertumbuhan berat mutlak ikan mas ($P<0,05$), dari 2,15 g pada kontrol menjadi 3,57 g (P2) dan 3,51 g (P3), tanpa perbedaan nyata antara kedua jenis EM4. Pertambahan panjang dan laju pertumbuhan spesifik tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan kelangsungan hidup mencapai 100%. Data kecernaan bersifat deskriptif dan belum dapat dijadikan dasar kesimpulan. Dengan demikian, BIS terfermentasi berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif untuk ikan mas, sedangkan jenis EM4 tidak menunjukkan perbedaan nyata pada kondisi penelitian ini. Penelitian lanjutan disarankan untuk memvariasikan tingkat substitusi BIS, menambahkan parameter rasio konversi pakan dan analisis kelayakan ekonomi, serta memperbaiki metode koleksi feses pada pengukuran kecernaan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, atas dukungan fasilitas Laboratorium Biokonversi dan Mikroteknik Akuakultur, serta kepada seluruh pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Aisy WR, Hayati N, Muhajir M & Putra AP. 2025. Pengaruh pemberian probiotik EM4 dalam pakan komersial terhadap pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan 3(2): 1–15.

Ariyanto D, Setyono BDH & Hastuti S. 2019. Pemanfaatan bahan baku pakan alternatif untuk meningkatkan pertumbuhan ikan budidaya. Jurnal Sains Akuakultur Tropis 3(2): 85–92.

Asis A, Sugihartono M & Ghofur M. 2017. Pertumbuhan ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) pada pemeliharaan sistem akuaponik dengan kepadatan yang berbeda. Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau 2(2): 51–57.

Damanik H, Kusdianto H, Hardi EH, Pagoray H & Isriansyah. 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.

Gatlin DM, Barrows FT & Brown P. 2017. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture Research 48(6): 2445–2460.

Glencross BD, Booth M & Allan GL. 2020. A feed is only as good as its ingredients—a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. Aquaculture Nutrition 26(6): 1807–1821.

Halver JE & Hardy RW. 2002. Fish Nutrition. 3rd ed. Academic Press, San Diego.

Inez SG, 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.

Kumar V, Lee S, Makkar HPS & Becker K. 2022. Advances in the application of fermented feed ingredients in aquaculture nutrition. Aquaculture Reports 24: 101135.

Kurniawan A, Setyono B & Nugroho RA. 2023. Nutritional quality and growth performance of fish fed fermented plant-based feed ingredients. Aquaculture Reports 31: 101650.

Mamuaya GE, Pangkey H & Lantu S. 2021. Utilization of fermented feed ingredients in freshwater aquaculture. AACL Bioflux 14(2): 955–964.

Mokolensang JF, Pangkey H & Lantu S. 2021. Pengaruh penggunaan bahan pakan nabati fermentasi terhadap pertumbuhan ikan air tawar. Jurnal Ilmiah Platax 9(1): 23–31.

Mustofa A, Hastuti S & Rachmawati D. 2018. Pengaruh periode pemuasaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus carpio*). Journal of Aquaculture Management and Technology 7(1): 18–27.

Nikhlani A, Pagoray H & Sulistyawati S. 2022. Bungkil kelapa sawit sebagai bahan baku alternatif pakan buatan untuk pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Journal of Fisheries and Marine Research 6(2): 26–33.

Oliva-Teles A, Enes P & Peres H. 2022. Replacing fishmeal and improving nutrient digestibility in aquaculture feeds. Reviews in Aquaculture 14(2): 1010–1032.

Pratama FA, Harris H & Anwar S. 2020. Pengaruh perbedaan media filter dalam resirkulasi terhadap kualitas air, pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan mas (Cyprinus carpio). Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan 15(2): 95–104.

Ridwantara D, Buwono ID, Suryana AAH, Lili W & Bachtiar I. 2019. Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (Cyprinus carpio) pada rentang suhu yang berbeda. Jurnal Perikanan dan Kelautan 10(1): 46–54.

Simarmata D, 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.

Sundu B, Dingle J & Muhtarudin. 2019. Fermentation of palm kernel meal and its effects on nutrient utilization in animal feeds. Indonesian Journal of Animal and Veterinary Sciences 24(2): 81–89.

Suryaningrum TD, Widanarni & Yuhana M. 2020. Fermentation technology in improving feed quality for aquaculture. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 404: 012041.

Tacon AGJ & Metian M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. Aquaculture 285(1–4): 146–158.

Widanarni, Ekasari J & Maryam S. 2020. Application of microbial technology in aquaculture feed improvement. AACL Bioflux 13(3): 1257–1268.