



Efektivitas Produk Fermentasi Berbasis Bahan Herbal terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*)

The Effectiveness Of Herbal-Based Probiotics On The Growth and Feed Utilization Efficiency of Saline Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Muzammil^{1*}, Hasrianti¹, Surianti¹, Irmayanti²

¹Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang, Jl. Angkatan 45 No. 1A, Lotang Salo, Kelurahan Macorawalie, Kecamatan Panca Rijang, Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan 91651, Indonesia.

²Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia.

Korespondensi: Muzammilmuzammil827@gmail.com

Copyright ©2026, Author. Published by the Fisheries Science Study Program, Faculty of Science and Technology, Muhammadiyah University, Sidenreng Rappang, Article Info: Posted: August 29, 2026 Revised: September 11, 2026; Accepted: 21 October 2026; Published: October 25, 2026

Abstrak

Produk fermentasi berbasis bahan herbal berpotensi digunakan sebagai aditif pakan pada budidaya ikan nila salin. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh dosis produk fermentasi yang dibuat dari molase, minuman susu fermentasi komersial, ragi roti, jahe, kunyit, dan temulawak terhadap pertumbuhan, efisiensi pemanfaatan pakan, dan kelangsungan hidup ikan nila salin (*Oreochromis niloticus*). Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, yaitu tanpa penambahan produk fermentasi (A), 5 mL/kg pakan (B), 10 mL/kg pakan (C), dan 15 mL/kg pakan (D). Sebanyak 120 ekor ikan, dengan panjang awal rata-rata 4,17 cm dan bobot awal rata-rata 0,39 g/ekor, dipelihara selama 56 hari pada salinitas 20 ppt dan diberi pakan sebanyak 5% biomassa per hari. Parameter yang diamati ialah pertumbuhan bobot dan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pemanfaatan pakan, kelangsungan hidup, dan kualitas air. Di antara dosis yang diuji, perlakuan D memberikan nilai rata-rata tertinggi untuk pertumbuhan bobot mutlak (12,51 g), laju pertumbuhan spesifik (6,25%/hari), efisiensi pemanfaatan pakan (70,06%), dan kelangsungan hidup (86,67%). Kelangsungan hidup pada kontrol hanya 20,00%, sehingga perbedaan pertumbuhan dan efisiensi pakan perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan tingginya mortalitas. Produk fermentasi memiliki pH akhir yang dilaporkan sebesar 8,0, sedangkan identitas dan viabilitas mikroorganisme pada produk akhir belum dapat dipastikan berdasarkan data yang disajikan. Temuan ini menunjukkan potensi produk fermentasi berbasis bahan herbal sebagai aditif pakan pada kondisi percobaan, tetapi belum membuktikan mekanisme kerja probiotik atau dosis optimum di luar rentang yang diuji.

Kata kunci: Ikan nila salin, probiotik berbasis bahan herbal, laju pertumbuhan, efisiensi pemanfaatan pakan, kelangsungan hidup

Abstract

An herbal-based fermented product may be used as a dietary additive in saline tilapia culture. This study evaluated the effects of a fermented mixture made from molasses, a commercial fermented milk drink, baker's yeast, ginger, turmeric, and Java turmeric on growth, feed utilization efficiency, and survival of saline Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). A completely randomized design was applied with four treatments and three replicates: no fermented product (A), 5 mL/kg feed (B), 10 mL/kg feed (C), and 15 mL/kg feed (D). A total of 120 fish, with mean initial length and weight of 4.17 cm and 0.39 g/fish, were reared for 56 days at 20 ppt salinity and fed at 5% of biomass daily. The measured variables included absolute weight and length gain, specific growth rate, feed utilization efficiency, survival, and water quality. Among the tested doses, treatment D had the highest mean absolute weight gain (12.51 g), specific growth rate (6.25%/day), feed utilization efficiency (70.06%), and survival (86.67%).



Survival in the control was only 20.00%; therefore, growth and feed utilization differences should be interpreted in light of the high mortality. The final pH of the fermented product was reported as 8.0, while microbial identity and viability in the final product were not established by the reported data. These findings indicate potential value as a feed additive under the experimental conditions but do not establish a probiotic mechanism or an optimum dose beyond the tested range.

Keywords: *saline tilapia, herbal based probiotics, growth rate, feed utilization efficiency, survival rate*

PENDAHULUAN

Budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki nilai ekonomi penting dan dikembangkan baik di air tawar maupun perairan payau. Toleransi terhadap salinitas memungkinkan pemeliharaan ikan nila dalam kondisi lingkungan yang beragam, tetapi tingkat adaptasi dan kinerja pertumbuhan dapat berbeda antargalur dan antartingkat salinitas (Moses et al., 2021; Bawono et al., 2025; Zuib et al., 2024). Pada media bersalinitas, ikan mengalokasikan energi untuk mempertahankan keseimbangan osmotik sehingga respons pertumbuhan dan pemanfaatan pakan juga dapat berubah (Dawood et al., 2022).

Efisiensi pemanfaatan pakan menjadi aspek penting dalam budidaya nila salin karena ketersediaan energi perlu mencukupi pemeliharaan tubuh, osmoregulasi, dan pembentukan biomassa. Berbagai pendekatan telah dievaluasi untuk memperbaiki pertumbuhan dan penggunaan pakan, antara lain pengaturan strategi pemberian pakan serta suplementasi bahan pakan fermentasi atau mikroorganisme yang bermanfaat (Afram et al., 2021; Surianti et al., 2021; Mohammed et al., 2025). Respons terhadap suplementasi tersebut tidak selalu sama karena dipengaruhi formulasi, dosis, karakteristik ikan, dan kondisi pemeliharaan (Ringø et al., 2020).

Bahan herbal seperti jahe, kunyit, dan temulawak memiliki senyawa bioaktif yang berpotensi dimanfaatkan dalam formulasi aditif pakan. Penelitian sebelumnya melaporkan efek suplementasi kunyit dan jahe serta ekstrak herbal terfermentasi pada kinerja pertumbuhan ikan nila (Cahyani et al., 2021; Fujaya et al., 2023; Thi et al., 2025). Meskipun demikian, produk fermentasi tidak dapat secara otomatis disebut probiotik: istilah probiotik berkaitan dengan mikroorganisme hidup yang terkarakterisasi dan memberikan manfaat pada dosis memadai (Hasan & Banerjee, 2020; Ringø et al., 2020).

Penelitian terdahulu telah menggunakan kombinasi sumber mikroorganisme, bahan fermentasi, atau ekstrak herbal pada ikan nila (Ma'waddah et al., 2022; Fujaya et al., 2023; Norry et al., 2025). Penelitian ini berfokus pada pengujian satu formulasi berbasis molase, sumber mikroorganisme komersial, jahe, kunyit, dan temulawak pada ikan nila yang dipelihara pada salinitas 20 ppt. Rancangan yang digunakan menguji produk sebagai satu kesatuan, sehingga kontribusi masing-masing bahan dan perubahan mikrobiota maupun aktivitas enzim pencernaan tidak dapat dipisahkan secara langsung.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh empat taraf dosis produk fermentasi berbasis bahan herbal terhadap pertumbuhan, efisiensi pemanfaatan pakan, dan kelangsungan hidup ikan nila salin selama 56 hari pemeliharaan pada salinitas 20 ppt, serta mendeskripsikan parameter kualitas air yang diukur.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2026 bertempat di Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone, Kelurahan Waetuo, Kecamatan Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi baskom sebagai wadah pemeliharaan ikan uji, aerator untuk menyuplai oksigen selama pemeliharaan, timbangan digital untuk mengukur bobot ikan dan pakan, serta seser untuk menangkap dan memindahkan ikan. Pengukuran kualitas air dilakukan menggunakan handrefraktometer untuk mengukur salinitas, DO meter untuk mengukur oksigen terlarut, pH meter untuk mengukur derajat keasaman, dan termometer untuk mengukur suhu air. Selain itu, ember digunakan sebagai wadah penampungan sementara dan untuk keperluan penggantian air selama penelitian.

Bahan penelitian meliputi benih ikan nila salin, pakan komersial PF 1000 sebagai pakan basal, air payau bersalinitas 20 ppt, serta produk berbasis bahan herbal yang diproses secara fermentatif. Produk disusun dari molase, minuman susu fermentasi komersial (Yakult) sebagai sumber awal bakteri asam laktat, ragi roti komersial (Fermipan) sebagai sumber awal khamir, serta jahe, kunyit, dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Penggunaan sumber bakteri dan khamir pada fermentasi bahan herbal telah dilaporkan pada penelitian lain (Fujaya et al., 2023). Identitas dan viabilitas mikroorganisme dalam produk akhir penelitian ini tidak ditentukan melalui pengujian spesifik.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Setiap unit berupa satu baskom yang ditebari 10 ekor ikan dengan bobot awal rata-rata 0,39 g/ekor. Baskom menjadi unit percobaan sekaligus unit analisis statistik ($n = 3$ per perlakuan), sedangkan ikan dalam baskom merupakan subjek pengamatan. Perlakuan yang diuji ialah:

Perlakuan A (kontrol): pakan tanpa penambahan produk fermentasi;

Perlakuan B: pakan + produk fermentasi 5 mL/kg pakan;

Perlakuan C: pakan + produk fermentasi 10 mL/kg pakan; dan

Perlakuan D: pakan + produk fermentasi 15 mL/kg pakan.

Prosedur Penelitian

Persiapan Wadah dan Media

Sebanyak 12 baskom berkapasitas nominal 45 L disiapkan sebagai wadah pemeliharaan. Seluruh wadah dibersihkan, dikeringkan, diberi kode perlakuan dan ulangan (A1–D3), serta ditempatkan secara acak. Setiap baskom dilengkapi aerator. Air payau dengan salinitas sekitar 20 ppt digunakan sebagai media pemeliharaan. Penggantian air dilakukan sekitar 30% setiap tiga hari dan sisa pakan serta kotoran dikeluarkan melalui penyiponan harian. Kapasitas nominal baskom tidak diperlakukan sebagai volume air aktual karena bentuk wadah menyempit di bagian bawah.

Air pemeliharaan berasal dari kolam budidaya nila salin, bukan dari air tawar yang diberi garam secara artifisial. Air disaring dan diaerasi selama 24–48 jam sebelum digunakan. Salinitas diperiksa menggunakan handrefraktometer dan dipertahankan sekitar 20 ppt pada semua perlakuan. Pemeliharaan ikan nila di air payau dan pentingnya kondisi media telah dibahas pada penelitian Nurchayati et al. (2021), Sallam et al. (2024), dan Zuib et al. (2024).

Persiapan Ikan Uji

Sebanyak 120 ekor benih ikan nila salin diseleksi berdasarkan keseragaman ukuran dan kondisi fisik. Ikan memiliki panjang awal rata-rata 4,17 cm dan bobot awal rata-rata 0,39 g/ekor. Sebelum penebaran, ikan diaklimatisasi selama tujuh hari pada salinitas 20 ppt dan diberi pakan tanpa tambahan produk fermentasi. Sesudah aklimatisasi, ikan ditebar dengan kepadatan 10 ekor pada setiap baskom. Aklimatisasi terhadap salinitas penting diperhatikan karena perubahan salinitas dapat berkaitan dengan pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih nila (Zuib et al., 2024).

Pembuatan Probiotik Berbasis Bahan Herbal

Produk perlakuan dibuat melalui proses inkubasi fermentatif selama 24 jam menggunakan bahan herbal, molase, dan sumber mikroorganisme komersial. Pemanfaatan fermentasi bahan herbal sebagai calon aditif pakan mengacu pada pendekatan yang juga dibahas oleh Ma'waddah et al. (2022) dan Fujaya et al. (2023); komposisi dan kondisi fermentasi penelitian ini mengikuti prosedur yang dilaporkan berikut.

1. Persiapan media fermentasi

- a. Air payau bersalinitas 20 ppt sebanyak 1 L dimasukkan ke dalam wadah fermentasi yang bersih.
- b. Molase sebanyak 40 mL ditambahkan dan diaduk hingga homogen.

2. Penambahan sumber mikroorganisme

- a. Satu botol Yakult ditambahkan sebagai sumber awal bakteri asam laktat sesuai informasi produk.
- b. Fermipan sebanyak 2 g ditambahkan sebagai sumber awal khamir sesuai informasi produk.

3. Penambahan bahan herbal

- a. Jahe, kunyit, dan temulawak masing-masing 20 g dihaluskan.
- b. Ketiga bahan herbal dicampurkan ke dalam media fermentasi dan diaduk merata.

4. Proses fermentasi

- a. Wadah ditutup dengan tetap menyediakan jalur pelepasan gas fermentasi.
- b. Campuran diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang sekitar 28–30 °C. Tahapan ini merupakan proses pengolahan yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk fermentatif; keberadaan mikroorganisme hidup dalam produk akhir tidak diasumsikan hanya dari bahan yang digunakan sebagai inokulum (Hasan & Banerjee, 2020; Ringø et al., 2020).
- c. Selama fermentasi, campuran diaduk setiap 6–8 jam.

5. Penyaringan dan penyimpanan

- a. Setelah 24 jam, larutan disaring menggunakan kain halus untuk memisahkan ampas herbal.
- b. Sesudah penyaringan, cairan hasil inkubasi ditempatkan dalam wadah tertutup sebelum diaplikasikan pada pakan.

6. Karakteristik produk fermentasi

pH akhir produk yang dilaporkan pada penelitian ini sebesar 8,0. Nilai tersebut tidak memenuhi indikator pengasaman hingga pH $\leq 6,4$ yang disebutkan dalam uraian proses pada naskah awal. Data jumlah bakteri asam laktat (CFU/mL), identitas mikroorganisme, dan viabilitas khamir pada produk akhir tidak tersedia. Oleh sebab itu, produk perlakuan dijelaskan sebagai produk berbasis bahan herbal hasil proses inkubasi fermentatif, bukan sebagai probiotik hidup yang keberadaan dan dosis mikroba telah terverifikasi. Penilaian mutu kultur dan mikroorganisme membutuhkan karakterisasi yang sesuai, bukan hanya keterangan tentang bahan awal (Ringø et al., 2020; Loo et al., 2025).

Aplikasi Produk Fermentasi pada Pakan

Produk cair diaplikasikan pada pakan sesaat sebelum pemberian pakan setiap hari selama 56 hari pemeliharaan. Pakan ditimbang sesuai ransum masing-masing unit percobaan, kemudian dicampurkan dengan produk pada taraf 5, 10, atau 15 mL/kg pakan. Campuran diaduk hingga merata tanpa bahan perekat, diangin-anginkan sekitar 10 menit, lalu segera diberikan kepada ikan. Taraf yang dilaporkan merupakan rasio volume produk terhadap massa pakan, bukan dosis sel mikroba hidup. Aplikasi aditif mikroba melalui pakan merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam penelitian akuakultur (Ringø et al., 2020; Ghori et al., 2022).

Pakan kontrol disemprotkan akuades steril dengan volume setara dosis perlakuan D (15 mL/kg pakan), kemudian diangin-anginkan sekitar 10 menit. Tahapan penyemprotan dan pengeringan dengan demikian diterapkan juga pada kontrol. Akan tetapi, volume cairan tambahan pada perlakuan B dan C tidak sama dengan kontrol maupun perlakuan D, sehingga pengaruh fisik perbedaan cairan tidak dapat sepenuhnya dipisahkan dari perlakuan.

Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan berlangsung selama 56 hari dengan aerasi terus-menerus. Pakan basal yang digunakan ialah pelet komersial PF 1000. Pakan diberikan dua kali sehari, yaitu pukul 08.00 dan 16.00, dengan ransum harian sebesar 5% dari biomassa ikan. Pemberian pakan bersifat terukur (restricted feeding), bukan hingga kenyang (ad libitum), sebagaimana perbedaan pendekatan pemberian pakan yang dibahas

Afram et al. (2021). Jumlah pakan yang diberikan dicatat setiap hari, sedangkan pakan yang tersisa dikumpulkan sebelum penyiponan untuk memperkirakan konsumsi pakan.

Ransum diperbarui setiap dua minggu berdasarkan penimbangan biomassa ikan hidup pada setiap baskom. Suhu, oksigen terlarut, pH, dan salinitas diukur setiap pagi; sekitar 30% air diganti tiap tiga hari disertai penyiponan harian. Pada pengamatan dua mingguan, biomassa ikan ditimbang per baskom dan pengukuran panjang dilakukan pada ikan yang masih hidup. Jumlah ikan yang dapat diukur berkurang ketika terjadi mortalitas. Ikan yang mati segera diangkat, ditimbang, dan dicatat sebagai dasar penghitungan tingkat kelangsungan hidup dan komponen biomassa ikan mati pada EPP. Pentingnya salinitas dan kualitas media untuk pertumbuhan nila dilaporkan oleh Moses et al. (2021) dan Sallam et al. (2024).

Teknik Pengumpulan Data

Pengamatan dilakukan selama 56 hari terhadap pertumbuhan bobot dan panjang, laju pertumbuhan spesifik (SGR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), tingkat kelangsungan hidup (SR), serta suhu, oksigen terlarut, pH, dan salinitas. Seluruh parameter pertumbuhan dan efisiensi pakan diringkas pada tingkat baskom sebagai unit percobaan.

1. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak dihitung sebagai selisih bobot rata-rata akhir dan awal ikan pada unit percobaan yang sama (Yanti et al., 2022).

$$\text{Pertumbuhan bobot mutlak (g)} = W_t - W_0$$

Keterangan:

W_t : Bobot akhir rata-rata ikan (g); dan

W_0 : Bobot awal rata-rata ikan (g).

2. Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik (specific growth rate/SGR) merupakan pertambahan bobot relatif per hari yang dihitung dari logaritma natural bobot rata-rata ikan (Muchlisin et al., 2016).

$$\text{SGR (\%/hari)} = [(\ln W_t - \ln W_0) / t] \times 100$$

Keterangan:

SGR : Laju pertumbuhan harian spesifik (% per hari);

W_t : Bobot ikan pada akhir percobaan (g);

W_0 : Bobot ikan pada awal percobaan (g); dan

t : Lama waktu pemeliharaan atau pemberian pakan (hari).

Pertumbuhan panjang mutlak dihitung sebagai selisih panjang rata-rata akhir dan awal ikan (Effendi, 1997).

$$P_m \text{ (cm)} = L_t - L_0$$

Keterangan :

P_m : Pertambahan panjang mutlak (cm);

Lt : Panjang rata – rata akhir (cm); dan

Lo : Panjang rata – rata awal (cm).

3. Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Efisiensi pemanfaatan pakan dihitung berdasarkan perubahan biomassa ikan dalam satu baskom, dengan memasukkan biomassa ikan mati selama penelitian dan jumlah pakan yang dikonsumsi (Tacon, 1987).

$$EPP (\%) = [(W_t + D - W_0) / F] \times 100$$

Keterangan:

EPP : efisiensi pemanfaatan pakan (%);

W_t : total biomassa ikan hidup pada akhir penelitian (g);

W₀ : total biomassa ikan pada awal penelitian (g);

D : jumlah bobot ikan yang mati selama penelitian (g); dan

F : total pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g).

4. Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup merupakan persentase jumlah ikan yang bertahan hidup hingga akhir pemeliharaan terhadap jumlah ikan awal (Muchlisin et al., 2016).

$$SR (\%) = (N_t / N_0) \times 100$$

Keterangan:

SR : *Survival rate* atau tingkat kelangsungan hidup ikan (%);

N₀ : jumlah ikan pada awal percobaan; dan

N_t : jumlah ikan pada akhir percobaan.

5. Kualitas Air

Kualitas air yang dipantau meliputi suhu (°C), oksigen terlarut (mg/L), pH, dan salinitas (ppt). Parameter tersebut dilaporkan menurut kisaran hasil pengukuran untuk setiap perlakuan dan dibandingkan secara deskriptif dengan acuan pada SNI 7550:2009 (Badan Standardisasi Nasional, 2009) dan literatur terkait nilai salin (Nurmila, 2021). Konsentrasi amonia dan identifikasi patogen tidak termasuk parameter yang diukur dalam penelitian ini.

Analisis Data

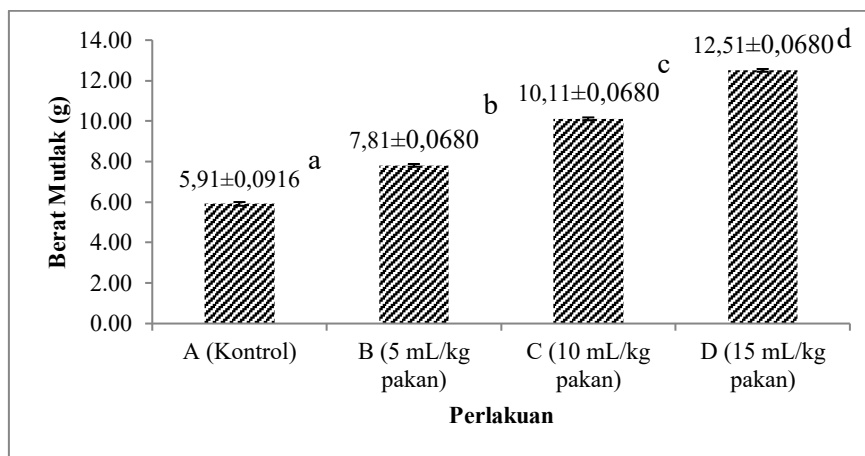
Analisis menggunakan baskom sebagai unit percobaan (n = 3 per perlakuan; total 12 baskom). Perbedaan nilai antarperlakuan dianalisis menggunakan analisis ragam satu arah (one-way ANOVA) pada taraf $\alpha = 0,05$, dengan pemeriksaan normalitas dan homogenitas ragam melalui uji Shapiro–Wilk dan Levene. Uji lanjut Duncan digunakan untuk membandingkan perlakuan setelah ANOVA. Ringkasan data disajikan sebagai rerata $\pm$ simpangan baku setiap perlakuan, sedangkan pengelompokan hasil uji lanjut ditunjukkan dengan huruf pada gambar. Kelangsungan hidup dihitung pada setiap baskom, bukan dari ikan individual sebagai ulangan statistik.

Penafsiran hasil mempertimbangkan ukuran sampel percobaan yang terbatas, yaitu tiga baskom per perlakuan. Khusus pada data kelangsungan hidup, persentase didasarkan pada 10 ikan yang ditebar pada masing-masing baskom sehingga rentang nilai yang mungkin bersifat diskret. Perbedaan kelompok statistik pada gambar mengikuti hasil pengujian yang dilaporkan dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak pada ikan nila dianalisis melalui kegiatan pengukuran yang dilakukan secara berkala, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar efektivitas dari proses penyerapan nutrisi dalam memacu peningkatan biomassa tubuh ikan, dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber, Hasil Penelitian 2026

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi. Perbedaan huruf superskrip pada gambar yang sama menandakan adanya perbedaan nyata antarperlakuan pada taraf signifikansi 5% ($P < 0,05$), dengan tingkat kepercayaan 95%.

Gambar 1 Pertumbuhan Berat Mutlak

Berdasarkan Gambar 1, pertumbuhan bobot mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan D (15 mL/kg pakan), yaitu $12,51 \pm 0,07$ g, diikuti perlakuan C (10 mL/kg) sebesar $10,11 \pm 0,07$ g, perlakuan B (5 mL/kg) sebesar $7,81 \pm 0,07$ g, serta kontrol A sebesar $5,91 \pm 0,09$ g. Rerata dari tiga baskom per perlakuan memperlihatkan peningkatan pertumbuhan bobot dalam kisaran dosis 0–15 mL/kg pakan. Perbedaan huruf pada Gambar 1 menunjukkan pengelompokan berdasarkan uji lanjut yang dilaporkan. Hasil ini tidak menetapkan dosis optimum di atas 15 mL/kg karena dosis yang lebih tinggi tidak diuji.

Pertumbuhan bobot lebih tinggi pada perlakuan dengan tambahan produk fermentasi menunjukkan hubungan antara taraf pemberian produk dan pertumbuhan ikan pada kondisi yang diamati. Studi terdahulu juga melaporkan peningkatan kinerja nila dengan ekstrak herbal terfermentasi (Fujaya et al., 2023) serta perbaikan pertumbuhan atau kesehatan ikan melalui suplementasi mikroorganisme tertentu pada penelitian yang secara khusus mengujinya (Hasan & Banerjee, 2020; Ghorie et al., 2022). Namun, penelitian saat ini tidak mengukur pencernaan, aktivitas enzim, atau perubahan mikrobiota. Oleh karena itu, penjelasan mengenai mekanisme biologisnya merupakan kemungkinan berdasarkan literatur, bukan hasil pengukuran langsung.

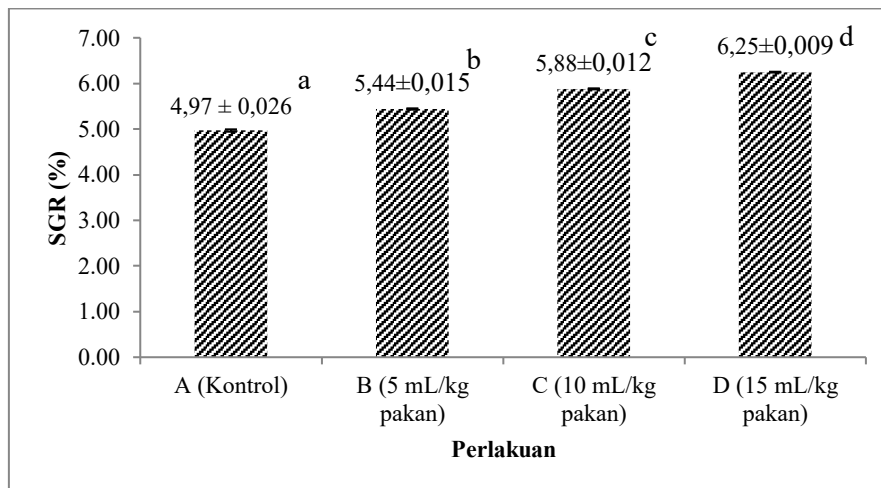
Interpretasi pertumbuhan bobot juga harus mempertimbangkan tingginya mortalitas, khususnya

pada kontrol. Kematian ikan menyebabkan berkurangnya kepadatan, berubahnya kompetisi terhadap pakan, dan tersisnya ikan dengan karakteristik pertumbuhan tertentu. Faktor tersebut dapat memengaruhi bobot rata-rata akhir sehingga selisih antarperlakuan tidak semata-mata mencerminkan pengaruh produk yang ditambahkan ke pakan.

Perlakuan 15 mL/kg pakan menghasilkan pertumbuhan bobot terbesar di antara taraf yang diuji, tetapi belum dapat dinyatakan sebagai dosis optimum umum. Penelitian pembandingan tentang bahan pakan terfermentasi pada nila juga menunjukkan bahwa respons tergantung komposisi dan taraf pemberian produk (Surianti et al., 2021; Syaifullah & Satyantini, 2024). Penilaian lebih lanjut memerlukan kontrol mortalitas yang lebih baik serta karakterisasi produk yang lebih lengkap.

Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate/SGR*) menggambarkan persentase pertambahan bobot ikan per hari selama periode pemeliharaan. Nilai SGR ikan nila salin (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya dosis probiotik berbasis bahan herbal yang ditambahkan ke dalam pakan, sebagaimana disajikan pada Gambar 2 berikut.



Sumber, Hasil Penelitian 2026

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi. Perbedaan huruf superskrip pada gambar yang sama menandakan adanya perbedaan nyata antarperlakuan pada taraf signifikansi 5% ($P < 0,05$), dengan tingkat kepercayaan 95%.
Gambar 2 Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan spesifik tertinggi tercatat pada perlakuan D sebesar $6,247 \pm 0,009\%$ /hari, diikuti C sebesar $5,881 \pm 0,012\%$ /hari, B sebesar $5,440 \pm 0,015\%$ /hari, dan A sebesar $4,968 \pm 0,026\%$ /hari (Gambar 2). Pola tersebut sejalan dengan data pertumbuhan bobot mutlak dan memperlihatkan peningkatan nilai rerata SGR seiring bertambahnya taraf produk dalam kisaran perlakuan yang diuji.

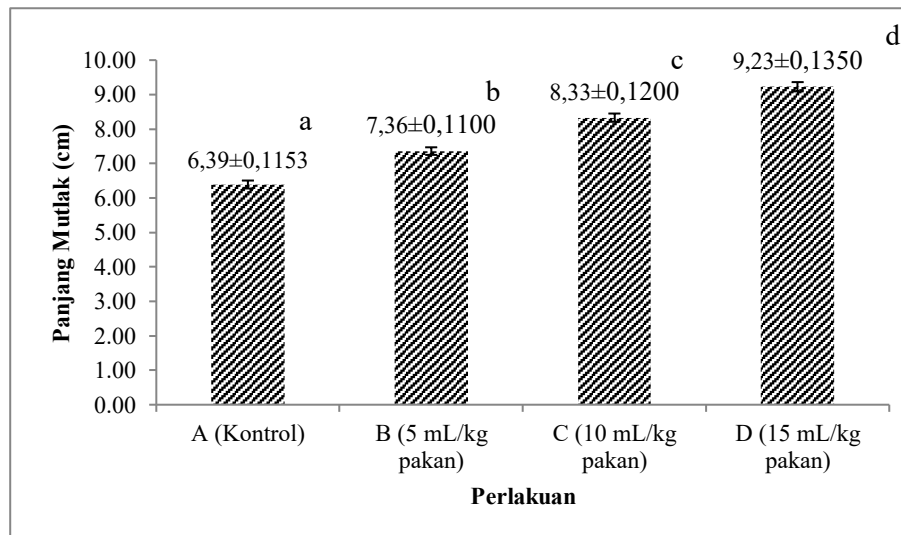
Peningkatan SGR searah dengan peningkatan pertumbuhan bobot mutlak. Suplementasi kunyit, kombinasi kunyit dan jahe, serta ekstrak herbal terfermentasi pernah dilaporkan berhubungan dengan respons pertumbuhan ikan nila dalam penelitian dengan formulasi berbeda (Cahyani et al., 2021; Fujaya et al., 2023; Thi et al., 2025). Syaifullah dan Satyantini (2024) juga membandingkan produk probiotik pada pakan nila. Akan tetapi, hasil penelitian ini tidak dapat membuktikan kontribusi mikroorganisme

maupun herbal tertentu karena aktivitas enzim, jumlah mikroba hidup, dan komposisi mikrobiota ikan tidak diperiksa.

Salinitas 20 ppt dipertahankan sama pada seluruh perlakuan dan merupakan konteks penting saat menafsirkan hasil. Penelitian lain menunjukkan respons pertumbuhan nila dapat dipengaruhi tingkat salinitas dan kondisi fisiologisnya (Dawood et al., 2022; Moses et al., 2021). Karena tidak terdapat kelompok pembanding pada salinitas lain, penelitian saat ini tidak membuktikan bahwa produk mengurangi stres osmotik atau bahwa efektivitasnya akan sama pada air tawar.

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak pada ikan didefinisikan sebagai selisih yang terdapat di antara rata-rata panjang tubuh ikan yang tercatat pada akhir masa pemeliharaan dengan rata-rata panjang tubuh ikan yang tercatat pada awal masa pemeliharaan. Pengamatan terhadap pertumbuhan panjang mutlak tersebut dilakukan secara berkelanjutan selama kurun waktu 56 hari, dan hasilnya dapat diamati pada Gambar 3.



Sumber, Hasil Penelitian 2026

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi. Perbedaan huruf superskrip pada gambar yang sama menandakan adanya perbedaan nyata antarperlakuan pada taraf signifikansi 5% ($P < 0,05$), dengan tingkat kepercayaan 95%.
Gambar 3 Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan D ($9,23 \pm 0,135$ cm), kemudian C ($8,33 \pm 0,120$ cm), B ($7,36 \pm 0,110$ cm), dan A ($6,39 \pm 0,115$ cm) (Gambar 3). Secara deskriptif, panjang mutlak meningkat dari kontrol hingga taraf 15 mL/kg pakan. Studi lain melaporkan potensi pemberian temulawak serta kombinasi kunyit dan jahe terhadap pertumbuhan nila pada kondisi percobaan yang berbeda (Yandini et al., 2023; Thi et al., 2025). Akan tetapi, berkurangnya jumlah ikan hidup secara tidak seragam antarperlakuan juga harus diperhatikan saat menafsirkan hasil pengukuran panjang.

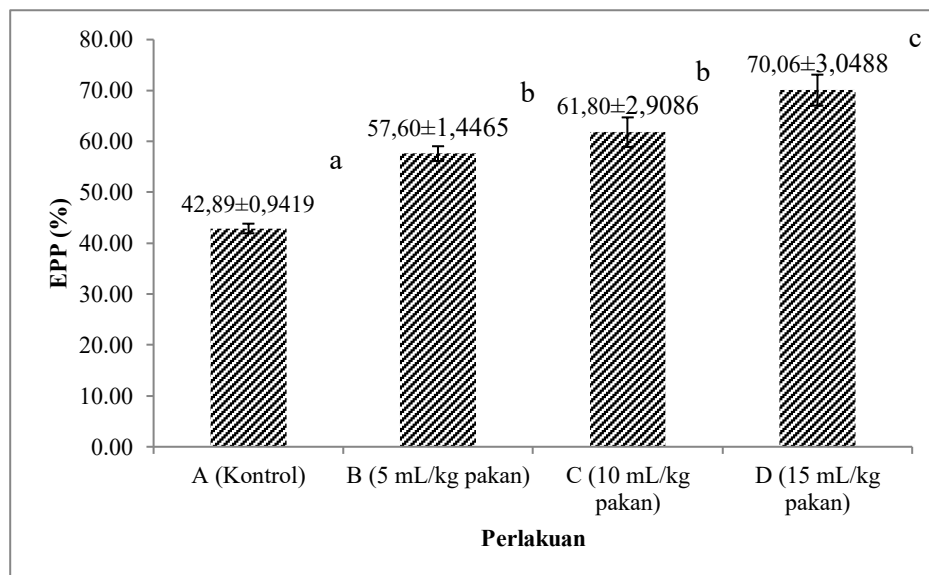
Perubahan panjang mungkin berkaitan dengan pemanfaatan nutrisi, kondisi fisiologis, atau respons terhadap senyawa herbal dalam pakan. Studi terhadap jahe terfermentasi dan suplemen herbal menunjukkan adanya potensi manfaat pada organisme ikan, meskipun jenis ikan, dosis, dan parameter

yang diukur dapat berbeda (Syawal et al., 2021; Juanda et al., 2024). Dalam penelitian ini kontribusi bahan herbal, hasil inkubasi, dan sumber mikroorganisme awal tidak diuji secara terpisah, sehingga peningkatan panjang tidak dapat dikaitkan secara pasti dengan salah satu komponen.

Fujaya et al. (2023) melaporkan bahwa ekstrak herbal terfermentasi dapat memengaruhi pertumbuhan dan efisiensi pakan nila pada tingkat dosis tertentu. Hasil penelitian tersebut memberikan konteks pembandingan, tetapi formulasi dan dosisnya berbeda dari penelitian ini. Karena itu, perbandingan diarahkan pada kecenderungan respons pertumbuhan, bukan penyamaan besar pengaruh atau mekanisme biologis.

Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) menunjukkan persentase pakan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan pertambahan biomassa ikan selama masa pemeliharaan. Semakin tinggi nilai EPP, semakin besar bagian nutrisi pakan yang dapat dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan dan semakin sedikit pakan yang tidak termanfaatkan, dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Sumber, Hasil Penelitian 2026

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi. Perbedaan huruf superskrip pada gambar yang sama menandakan adanya perbedaan nyata antarperlakuan pada taraf signifikansi 5% ($P < 0,05$), dengan tingkat kepercayaan 95%.

Gambar 4 Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi tercatat pada perlakuan D sebesar $70,06 \pm 3,05\%$, diikuti C sebesar $61,80 \pm 2,91\%$, B sebesar $57,60 \pm 1,45\%$, dan A sebesar $42,89 \pm 0,94\%$ (Gambar 4). Perlakuan B dan C memiliki huruf pengelompokan yang sama, sehingga selisih rerata keduanya tidak ditafsirkan sebagai perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut yang dilaporkan. Secara deskriptif, taraf 15 mL/kg pakan menghasilkan EPP tertinggi di antara perlakuan percobaan.

EPP yang lebih tinggi pada perlakuan D menunjukkan kinerja pemanfaatan pakan yang lebih baik menurut indikator yang dihitung. Penelitian terdahulu menemukan respons efisiensi pakan pada nila yang diberi bahan herbal terfermentasi atau bahan pakan hasil fermentasi (Fujaya et al., 2023; Surianti et al., 2021), sedangkan Olla et al. (2024) melaporkan perubahan kinerja pertumbuhan dan

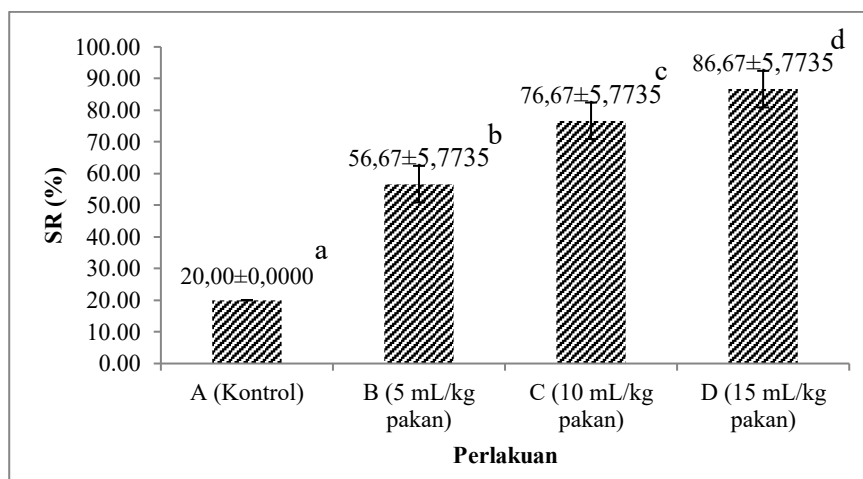
konversi pakan akibat penambahan probiotik. Namun, EPP penelitian ini tidak dengan sendirinya membuktikan perbaikan pencernaan atau aktivitas enzim karena parameter tersebut tidak diukur.

Mortalitas yang berbeda jauh antarkelompok merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan saat membandingkan EPP. Kelangsungan hidup kontrol hanya 20,00%, sedangkan perlakuan D sebesar 86,67%. Perubahan jumlah ikan hidup dapat memengaruhi biomassa awal dan akhir, pakan yang dikonsumsi, serta biomassa ikan mati yang digunakan dalam rumus EPP (Tacon, 1987). Oleh karena itu, perbedaan EPP yang teramati tidak dapat dikaitkan hanya dengan pengaruh produk fermentasi tanpa mempertimbangkan perubahan kepadatan, konsumsi pakan, dan status kesehatan ikan.

Penelitian lanjutan diperlukan untuk menilai kinerja pakan pada unit budidaya dengan tingkat kelangsungan hidup yang stabil dan pengukuran konsumsi pakan yang terdokumentasi secara memadai.

Tingkat Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup menunjukkan persentase ikan yang bertahan hingga akhir pemeliharaan dibandingkan jumlah awal, sebagai indikator adaptasi ikan terhadap lingkungan dan pakan yang diberikan, dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Sumber, Hasil Penelitian 2026

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk rata-rata ± standar deviasi. Perbedaan huruf superskrip pada gambar yang sama menandakan adanya perbedaan nyata antarperlakuan pada taraf signifikansi 5% ($P < 0,05$), dengan tingkat kepercayaan 95%.

Gambar 5 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup tertinggi dicatat pada perlakuan D sebesar $86,67 \pm 5,77\%$, disusul C sebesar $76,67 \pm 5,77\%$, B sebesar $56,67 \pm 5,77\%$, dan kontrol A sebesar $20 \pm 0,00\%$ (Gambar 5). Dengan kepadatan awal 10 ikan per baskom, kelangsungan hidup 20% pada kontrol setara dengan rerata dua ikan yang bertahan dalam satu baskom hingga akhir percobaan. Perbedaan kelangsungan hidup merupakan temuan utama yang sekaligus memengaruhi penafsiran parameter pertumbuhan dan pemanfaatan pakan.

Mortalitas yang tinggi pada kontrol menuntut penafsiran yang hati-hati. Catatan penelitian menyebutkan kematian sejak awal pemeliharaan, dengan puncak sekitar hari ke-14. Penyebabnya tidak dapat ditentukan secara pasti karena hanya dilakukan pengamatan makroskopis, sedangkan amonia, agen penyakit, dan indikator stres fisiologis tidak diukur. Salinitas, keberhasilan aklimatisasi, kondisi

awal benih, dan lingkungan pemeliharaan merupakan faktor yang relevan untuk dipertimbangkan berdasarkan kajian budidaya nila pada media bersalinitas (Abdel-Rahim et al., 2024; Sallam et al., 2024; Zuib et al., 2024).

Perbedaan kelangsungan hidup menunjukkan keterkaitan antara taraf pemberian produk dan SR pada kondisi eksperimen, tetapi belum membuktikan bahwa produk meningkatkan imunitas atau menghambat patogen. Mekanisme seperti modulasi mikrobiota dan respons imun memang dilaporkan untuk mikroorganisme teruji pada penelitian terdahulu (Ghori et al., 2022; Ringø et al., 2020); mekanisme tersebut tidak diperiksa langsung pada penelitian ini.

Penelitian mengenai produk berbahan Yakult, molase, dan ragi pada nila menunjukkan respons pertumbuhan yang bergantung pada perlakuan, tetapi tidak menemukan perbedaan kelangsungan hidup yang nyata pada semua perlakuan yang diuji (Norry et al., 2025). Penelitian lain tentang suplementasi probiotik dalam pakan juga melaporkan variasi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (Karnain et al., 2023; Syaifullah & Satyantini, 2024). Perbedaan hasil tersebut menegaskan pentingnya mempertimbangkan karakter produk, dosis, serta lingkungan budidaya.

Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air yang dilakukan meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), pH, dan salinitas. Kisaran tiap parameter disajikan pada Tabel 1 bersama acuan pembandingan dari SNI 7550:2009 (Badan Standardisasi Nasional, 2009) dan literatur nila salin (Nurmila, 2021). Kisaran parameter yang relatif seragam belum membuktikan bahwa semua aspek kualitas air sesuai, terutama karena amonia dan agen penyakit tidak diukur.

Tabel 1. Pengukuran Kualitas Air

No	Parameter	Perlakuan	Nilai Kisaran	Nilai Optimum
1	Suhu (°C)	A	26,6-28,1	25 – 32°C (SNI 7550:2009)
		B	26,6-28,2	
		C	26,4-28,3	
		D	26,7-28,7	
2	DO/Oksigen Terlarut (ppm)	A	4,19-6,1	>3 (SNI 7550:2009)
		B	4,11-6,2	
		C	4,13-6,6	
		D	4,10-6,8	
3	Derajat Keasaman (pH)	A	7,2-8,1	6,5 – 8,5 SNI 7550:2009
		B	7,3-8,3	
		C	7,1-8,0	
		D	7,6-8,4	
4	Salinitas (ppt)	A	20	0–20 ppt (Nurmila, 2021)
		B	20	
		C	20	
		D	20	

Catatan: Kisaran acuan bersumber dari SNI 7550:2009 (Badan Standardisasi Nasional, 2009) dan Nurmila (2021). Kesesuaian kisaran suhu, DO, pH, dan salinitas tidak berarti seluruh aspek kualitas air telah dinilai karena amonia dan patogen tidak diukur.

Keterbatasan Penelitian

Penafsiran hasil dibatasi oleh beberapa aspek. Pertama, kelangsungan hidup kontrol sebesar 20,00% memungkinkan terjadinya perubahan kepadatan dan seleksi ikan yang bertahan, sehingga pembandingan pertumbuhan dan EPP dapat dipengaruhi mortalitas. Kedua, pH akhir hasil proses

inkubasi sebesar 8,0 dan tidak tersedia data viabilitas atau kepadatan mikroorganisme pada produk akhir; dengan demikian, efek probiotik hidup tidak dapat dinyatakan terverifikasi (Ringø et al., 2020; Loo et al., 2025). Ketiga, amonia dan patogen tidak diperiksa, sedangkan penambahan volume cairan pada pakan antarperlakuan tidak seluruhnya setara. Akibatnya, interpretasi ilmiah dibatasi pada produk, dosis, dan kondisi pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Selama 56 hari pemeliharaan pada salinitas 20 ppt, perlakuan penambahan produk fermentasi berbasis bahan herbal sebesar 15 mL/kg pakan menghasilkan rerata tertinggi di antara dosis yang diuji, dengan pertumbuhan bobot mutlak 12,51 g, laju pertumbuhan spesifik 6,25%/hari, efisiensi pemanfaatan pakan 70,06%, dan kelangsungan hidup 86,67%. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan potensi formulasi sebagai aditif pakan pada kondisi eksperimen, tetapi interpretasinya perlu mempertimbangkan kelangsungan hidup kontrol yang hanya 20,00%. Identitas dan viabilitas mikroorganisme produk akhir belum terukur, sehingga mekanisme probiotik belum dapat dibuktikan. Dosis 15 mL/kg pakan adalah taraf dengan respons tertinggi dalam kisaran yang diuji, bukan dosis optimum yang berlaku umum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan masukan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian serta penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Rahim, M. M., Elhetawy, A. I. G., Shawky, W. A., El-Zaeem, S. Y., & El-Dahhar, A. A. (2024). Enhancing Florida red tilapia aquaculture: Biofloc optimization improves water quality, pathogen bacterial control, fish health, immune response, and organ histopathology across varied groundwater salinities. *Veterinary Research Communications*, 48(5), 2989–3006. <https://doi.org/10.1007/s11259-024-10433-w>
- Afram, F., Agbo, N. W., Adjei-Boateng, D., & Egna, H. (2021). Effects of feeding strategies on growth performance and economic returns on the production of Nile tilapia in fertilized ponds. *Aquaculture Studies*, 21(2), 63–73. https://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_2_03
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Produksi ikan nila hitam kelas pembesaran di kolam air tenang* (SNI 7550:2009). Badan Standardisasi Nasional.
- Bawono, Y. P., Dewi, K. M., Romadhona, E. I., Widantara, H., Sujatmiko, W., Aliah, R. S., Sutanti, S., Larassagita, A. F., Firmansyah, M. K., Megawati, N., Aslia, Ardiansyah, A. R., Chaidir, I., & Yaniharto, D. (2025). Comparative morphometric analysis of a salinity-tolerant Nile tilapia local strain and its parental strains. *Jurnal Medik Veteriner*, 8(2), 424–444. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol8.iss2.2025.424-444>
- Cahyani, R. D., Satyantini, W. H., Nindarwi, D. D., & Cahyoko, Y. (2021). Addition of turmeric in feed on growth and survival rate of Nilasa red tilapia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679(1), 012042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012042>
- Dawood, M. A. O., Gewaily, M. S., & Sewilam, H. (2022). The growth performance, antioxidative capacity, and histological features of intestines, gills, and livers of Nile tilapia reared in different water salinities and fed menthol essential oil. *Aquaculture*, 554.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738122>

Effendi, M. I. (1997). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara.

Fujaya, Y., Hidayani, A. A., Sari, D. K., Aslamyiah, S., Rukminasari, N., Muthalib, A., Cristianto, S., Defista, E., Fazhan, H., & Waiho, K. (2023). The optimal dosage of fermented herbal extract on growth and feed efficiency of Nile tilapia. *Tropical Life Sciences Research*, 34(2), 39–56. <https://doi.org/10.21315/tlsr2023.34.2.3>

Ghori, I., Tubassam, M., Ahmad, T., Zuberi, A., & Imran, M. (2022). Gut microbiome modulation mediated by probiotics: Positive impact on growth and health status of Labeo rohita. *Frontiers in Physiology*, 13, 949559. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.949559>

Hasan, K. N., & Banerjee, G. (2020). Recent studies on probiotics as beneficial mediator in aquaculture: A review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81(1). <https://doi.org/10.1186/s41936-020-00190-y>

Juanda, I. R., Putra, D. F., & Arisa, I. I. (2024). Pengaruh penambahan fermentasi jahe dalam pakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 4(1), 19–28.

Karnain, A. S., Hasim, & Juliana. (2023). Pengaruh penambahan probiotik pada pakan FFF-999 dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(2), 85–91.

Loo, J. van de, Oslan, S. N. H., Mokshin, N. A. S., Othman, R., Amin, Z., Dejtisakdi, W., Prihanto, A. A., & Tan, J. S. (2025). Comprehensive review of strategies for lactic acid bacteria production and metabolite enhancement in probiotic cultures: Multifunctional applications in functional foods. *Fermentation*, 11(5), 241. <https://doi.org/10.3390/fermentation11050241>

Ma'waddah, R., Sauqina, S., & Istyadi, M. (2022). Penambahan probiotik rabal dari susu fermentasi, ragi tape dan kulit jagung sebagai pakan fermentasi terhadap pertumbuhan dan tingkat keberlangsungan hidup ikan nila. *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan*, 1(3), 150–157. <https://doi.org/10.57218/juster.v1i3.368>

Mohammed, E. A. H., Ahmed, A. E. M., Kovács, B., & Pál, K. (2025). The significance of probiotics in aquaculture: A review of research trend and latest scientific findings. *Antibiotics*, 14(3), 242. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14030242>

Moses, M., Chauka, L. J., Koning, D. de, Palaikostas, C., & Mtolera, M. S. P. (2021). Growth performance of five different strains of Nile tilapia introduced to Tanzania reared in fresh and brackish waters. *Scientific Reports*, 11(1), 11147. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90505-y>

Muchlisin, Z. A., Arisa, A. A., Muhammadar, A. A., Fadli, N., Arisa, I. I., & Siti Azizah, M. N. (2016). Growth performance and feed utilization of keureling fingerlings fed a formulated diet with different doses of vitamin E (alpha-tocopherol). *Archives of Polish Fisheries*, 24, 47–52.

Norry, M. N. D., Lamadi, A., & Tuiyo, R. (2025). Effect of giving Yamogi probiotics (Yakult, molasses, yeast) with different doses on the growth and survival of tilapia fish seeds (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Platax*, 13(2), 285–301. <https://doi.org/10.35800/jip.v13i2.61029>

Nurchayati, S., Haeruddin, Basuki, F., & Sarjito. (2021). Analisis kesesuaian lahan budidaya nila salin di pertambakan Kecamatan Tayu [Analysis on land suitability cultivation of saline tilapia at the pond in Tayu District]. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 17(4), 224–233. <https://doi.org/10.14710/ijfst.17.4.224-233>

Nurmila. (2021). *Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila* [Skripsi, Universitas Muslim Indonesia].

- Olla, P. C. J., Kusuma, N. P. D., & Amalo, P. (2024). Pengaruh penambahan probiotik terhadap pertumbuhan dan konversi pakan pada ikan nila. *Jurnal Megaptera*, 3(2), 61–70. <https://doi.org/10.15578/jmtr.v3i2.15241>
- Ringø, E., Van Doan, H., Lee, S. H., Soltani, M., Hoseinifar, S. H., Harikrishnan, R., & Song, S. K. (2020). Probiotics, lactic acid bacteria and bacilli: Interesting supplementation for aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 129(1), 116–136. <https://doi.org/10.1111/jam.14628>
- Sallam, G. R., Shehata, A. I., Basuini, M. F. E., Habib, Y. J., Henish, S., Rahman, A. N. A., Hassan, Y. M., Fayed, W. M., El-Sayed, A. M., & Aly, H. A. (2024). Integrated biofloc technology in red tilapia aquaculture: Salinity-dependent effects on water quality, parental stock physiology, reproduction, and immune responses. *Aquaculture International*, 32(7), 8731–8761. <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01588-z>
- Surianti, S., Hasrianti, H., Wahyudi, W., & Irwan, M. (2021). Effect of fermented rice bran flour in artificial feed on survival rate and feed conversion ratio of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(3), 267–276. <https://doi.org/10.32491/jii.v21i3.591>
- Syaifullah, M., & Satyantini, W. H. (2024). Optimizing tilapia growth through a comparative evaluation of EM4 and homemade probiotics in pellets. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 13(2), 208–218. <https://doi.org/10.20473/jafh.v13i2.54414>
- Syawal, H., Effendi, I., & Kurniawan, R. (2021). Perbaikan profil hematologi ikan patin setelah penambahan suplemen herbal pada pakan. *Jurnal Veteriner*, 22(1), 16–25. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.1.16>
- Tacon, A. G. (1987). *The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp: A training manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Thi, D. P., Phuc, H. N., Đào, D. T. A., Thi, T., Thu, N. T. T., Ngoc, N. T. B., Hoan, L. N., Trang, H. T., & Nguyen, T. H. H. (2025). Effects of dietary supplementation with turmeric and ginger on growth performance and selected biological indices of Nile tilapia. *HUE University Journal of Science: Natural Science*, 134, 29–39. <https://doi.org/10.26459/hueunijns.v134i1s-2.7930>
- Yandini, H. E., Agustini, M., & Sumaryam. (2023). Pengaruh pemberian serbuk temulawak dengan dosis yang berbeda pada pakan terhadap pertumbuhan ikan nila merah ukuran 5–10 cm dalam bak pemeliharaan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 4(3), 227–233.
- Yanti, R. Z., Muchlisin, Z. A., Nur, F. M., Irham, M., Batubara, A. S., Muhammadar, A. A., & Fadli, N. (2022). Effect of natural feeds on the growth performance, survival rate and feed utilization of the tropical shortfin eel *Anguilla bicolor* larvae. *Polish Journal of Natural Sciences*, 37(3), 381–390. <https://doi.org/10.31648/pjns.7922>
- Zuib, M. A., Rejeki, S., & Harwanto, D. (2024). Adaptasi salinitas mampu meningkatkan pertumbuhan dan kelulusan hidup benih nila Sultana (Kelas: Osteichthyes; Famili: Cichlidae). *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(2), 209–216. <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i2.22546>