PERBANDINGAN PAKAN ALAMI BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP BENIH IKAN NILA (OREOCHROMIS NILOTICUS)

COMPARISON OF DIFFERENT NATURAL FEEDS ON THE GROWTH AND SURVIVAL OF NILE TILAPIA FRY (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Mohammad Ilyas Yunus[1], Dewi Shinta Achmad*[2], Indri Afriani Yasin[3], Tusaban[4]

[1] Program Studi Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia
[2] Program Studi Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia
[3] Program Studi Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia
[4] Program Studi Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia

Jl. Prof. Dr. H. Mansoer Pateda, Desa Pentadio Timur, Kec. Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo, Indonesia

*Korespondensi email : dewishintaachmad@umgo.ac.id

ABSTRAK

Budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memerlukan strategi penyediaan pakan yang efisien, murah, dan tetap mampu mendukung pertumbuhan serta kelangsungan hidup benih. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tiga jenis pakan alami, yaitu cacing sutra, cacing tanah, dan bekicot, terhadap pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, dan kelangsungan hidup benih ikan nila. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, pada 31 Januari hingga 2 Maret 2026. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap, terdiri atas tiga perlakuan dan tiga ulangan. Sebanyak 45 ekor benih ikan nila dipelihara dalam 9 wadah plastik berisi 10 L air, dengan 5 ekor ikan per wadah. Data pertumbuhan dan kelangsungan hidup dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf 5%, sedangkan kualitas air dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pakan alami tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak, berat mutlak, dan kelangsungan hidup. Secara deskriptif, cacing sutra menghasilkan pertumbuhan panjang dan berat tertinggi, masing-masing 2,99 cm dan 6,37 g. Bekicot menghasilkan kelangsungan hidup tertinggi sebesar 86,66%. Kualitas air tetap stabil, dengan suhu 26,3–26,8°C, pH 7,6–7,9, dan oksigen terlarut 5,2–5,6 mg/L. Temuan ini menunjukkan bahwa cacing sutra potensial untuk meningkatkan pertumbuhan, sedangkan bekicot mendukung sintasan benih ikan nila.

Kata Kunci: Bekicot; Cacing Sutra; Ikan Nila; Kelangsungan Hidup; Pertumbuhan

ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture requires an efficient and low-cost feeding strategy that can support fry growth and survival. This study aimed to analyze the effects of three types of natural feed, namely silk worms, earthworms, and snails, on absolute length growth, absolute weight growth, and survival of Nile tilapia fry. The study was conducted at the Aquaculture Laboratory, Faculty of Science and Computer Science, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, from January 31 to March 2, 2026. An experimental method was applied using a Completely Randomized Design consisting of three treatments and three replications. A total of 45 Nile tilapia fry were reared in 9 plastic containers filled with 10 L of water, with 5 fish in each container. Growth and survival data were analyzed using ANOVA at the 5% significance level, while water quality was analyzed descriptively. The results showed that the type of natural feed had no significant effect on absolute length growth, absolute weight growth, and survival. Descriptively, silk worms produced the highest length and weight growth, with values of 2.99 cm and 6.37 g, respectively. Snails produced the highest survival rate of 86.66%. Water quality remained stable, with temperature ranging from 26.3 to 26.8°C, pH from 7.6 to 7.9, and dissolved oxygen from 5.2 to 5.6 mg/L. These findings indicate that silk worms are potential natural feed for improving growth, while snails support the survival of Nile tilapia fry.

Key words: Growth; Nile Tilapia; Silk Worms; Snails; Survival

PENDAHULUAN

Budidaya ikan air tawar merupakan salah satu sektor produksi pangan yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan, penyediaan protein hewani, serta peningkatan ekonomi masyarakat. Kebutuhan terhadap sumber protein yang sehat dan mudah diakses terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap konsumsi pangan bergizi. Dalam konteks tersebut, ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menjadi salah satu komoditas utama akuakultur karena memiliki nilai ekonomi tinggi, disukai konsumen, mudah dibudidayakan, serta mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan perairan. Secara global, ikan nila bahkan dilaporkan sebagai spesies ikan budidaya ketiga paling banyak diproduksi dan berkontribusi penting terhadap ketahanan pangan (Meurer et al., 2024). Keunggulan biologis ikan nila, seperti pertumbuhan relatif cepat, kemampuan mencapai ukuran panen dalam waktu relatif singkat, toleransi terhadap variasi lingkungan, dan efisiensi pemanfaatan pakan, menjadikannya komoditas yang potensial untuk dikembangkan secara berkelanjutan. Selain itu, ikan nila memiliki kandungan gizi yang baik, terutama protein, asam lemak omega-3, dan vitamin yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Saputra et al., 2020). Kondisi ini menjadikan ikan nila sebagai sumber protein hewani yang strategis, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun pengembangan usaha budidaya skala kecil hingga komersial.

Tingginya minat terhadap ikan nila mendorong pengembangan sistem budidaya yang lebih efisien dan produktif. Permintaan pasar yang terus meningkat telah menjadikan ikan nila sebagai salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat (Amaliah et al., 2018). Popularitas tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh nilai konsumsi, tetapi juga oleh kemudahan pemeliharaan dan potensi produksi yang tinggi. Namun, keberhasilan budidaya ikan nila sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis dan lingkungan, terutama kualitas pakan, frekuensi pemberian pakan, padat tebar, suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, nitrit, nitrat, biaya pakan, serta sistem budidaya yang digunakan (Abd El-Hack et al., 2022). Protein merupakan komponen nutrisi utama dalam pakan ikan, dan kualitas serta tingkat inklusinya secara langsung memengaruhi performa produksi ikan nila. Kebutuhan protein ikan nila juga tidak bersifat tetap, melainkan dipengaruhi oleh bobot tubuh, umur, strain, sistem pemeliharaan, padat tebar, suhu, dan kualitas air (Meurer et al., 2024). Oleh karena itu, strategi

penyediaan pakan yang tepat menjadi salah satu dasar penting dalam meningkatkan pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan efisiensi produksi ikan nila.

Permasalahan utama dalam budidaya ikan nila adalah tingginya biaya pakan. Pakan komersial umumnya diformulasikan dengan komposisi nutrisi seimbang untuk mendukung pertumbuhan ikan, tetapi harga pakan yang relatif tinggi sering menjadi kendala utama, terutama bagi pembudidaya skala kecil. Dalam budidaya nila, pakan dapat menyumbang sekitar 60–80% dari total biaya produksi, sehingga harga pakan dan akses terhadap pakan bermutu menjadi pembatas penting bagi keuntungan pembudidaya (Ragasa et al., 2022). Laporan lain juga menunjukkan bahwa biaya pakan dalam kegiatan budidaya ikan dapat mencapai sekitar 60–75% dari keseluruhan biaya produksi (Hendriana et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa efisiensi pakan bukan hanya persoalan teknis, tetapi juga berkaitan langsung dengan keberlanjutan ekonomi usaha budidaya. Pakan yang tidak sesuai dapat menurunkan pertumbuhan, menghambat pembentukan biomassa, meningkatkan rasio konversi pakan, serta menurunkan tingkat kelangsungan hidup ikan. Sebaliknya, pakan yang bernutrisi baik dan mudah dicerna dapat meningkatkan pemanfaatan nutrien, mendukung kesehatan, dan memperbaiki produktivitas budidaya.

Salah satu solusi yang dapat dikembangkan untuk mengatasi tingginya biaya pakan adalah pemanfaatan bahan pakan alternatif yang lebih murah, mudah diperoleh, dan tetap memiliki kandungan nutrisi memadai. Pelatihan formulasi pakan berbasis bahan lokal pada petani ikan di Ghana, misalnya, dilaporkan mampu meningkatkan produktivitas sebesar 0,77 kg/m² dan keuntungan sebesar GHC 2,70/m², sehingga menunjukkan bahwa penggunaan bahan pakan lokal dapat menjadi strategi ekonomi yang relevan untuk melengkapi pakan komersial (Ragasa et al., 2022). Kajian lain juga menunjukkan bahwa bahan pakan alternatif dapat meningkatkan keberlanjutan pakan nila. Pada juvenil ikan nila, penggunaan biomassa *Arthrospira maxima* dalam pakan pada tingkat 0–40% menghasilkan kecernaan protein dan lipid di atas 90%, serta setelah 85 hari mampu meningkatkan kelangsungan hidup sebesar 24%, pertambahan bobot sebesar 65%, laju pertumbuhan spesifik sebesar 15%, dan laju perkembangan sebesar 18%, dengan tingkat inklusi optimal sekitar 23% (de Araújo et al., 2024). Selain itu, bahan lokal seperti daun dan akar singkong juga dilaporkan dapat menjadi bahan pakan hemat biaya; benih nila berbobot awal 2,1 ± 0,1 g yang dipelihara selama 14 minggu dalam tangki 250 L menunjukkan kecernaan, pemanfaatan pakan, pertumbuhan, dan keuntungan ekonomi terbaik pada formulasi CL20CR50 dan CL20CR75 (Amare et al., 2025). Bukti tersebut memperkuat pentingnya evaluasi bahan pakan alternatif dalam budidaya nila.

Pakan alami merupakan salah satu bentuk bahan pakan alternatif yang memiliki potensi besar untuk mendukung pertumbuhan ikan, terutama pada fase awal kehidupan. Pakan alami umumnya lebih mudah dicerna, sesuai dengan bukaan mulut benih, memiliki palatabilitas tinggi, dan mengandung nutrien penting yang dapat mendukung pertumbuhan serta ketahanan tubuh ikan (Niode et al., 2017). Kecernaan dan penyerapan nutrien terbukti menjadi faktor kunci dalam pertumbuhan ikan nila. Dalam percobaan selama 60 hari menggunakan 315 benih nila dengan bobot rata-rata 5,15 ± 0,02 g, suplementasi 2% biochar tongkol jagung secara signifikan meningkatkan pertumbuhan, kecernaan, komposisi tubuh, status hematologi, dan penyerapan mineral, dengan kecernaan mineral mencapai 56,81–68,92% (Amjad et al., 2024). Temuan ini menunjukkan bahwa bahan pakan yang mudah dicerna dapat meningkatkan pemanfaatan nutrien dan menghasilkan performa pertumbuhan yang lebih baik. Dalam konteks pakan alami, organisme seperti cacing sutra, cacing tanah, dan bekicot memiliki peluang untuk dimanfaatkan karena tersedia secara lokal, mengandung protein, serta dapat menjadi sumber nutrisi tambahan yang relatif murah bagi ikan nila.

Beberapa jenis pakan alami telah dilaporkan memiliki keunggulan nutrisi yang berbeda. Cacing sutra (*Tubifex* sp.) banyak digunakan dalam pembenihan ikan air tawar karena teksturnya lunak, ukurannya sesuai untuk larva dan benih, serta mudah dicerna (Ngatung et al.,

2017). Kandungan nutrisi cacing sutra meliputi protein sekitar 57%, lemak 13,3%, serat kasar 2,04%, kadar air 87,7%, dan abu 3,6% (Syahrizal et al., 2015). Selain itu, *Tubifex* sp. dilaporkan sebagai pakan alami yang banyak digunakan pada hatchery ikan air tawar, dan dalam percobaan budidaya selama 55 hari, media kering 250 g/m² menghasilkan pertumbuhan biomassa terbaik sebesar 408,7 g, pertumbuhan populasi 209.381 individu, dan produktivitas 1,3/m²/siklus, sehingga menunjukkan potensi pengembangannya sebagai pakan murah untuk akuakultur (Corne et al., 2024). Pada nila strain Nirwana, pemberian *Tubifex* sp. selama 30 hari dengan dosis 3% bobot tubuh sebanyak tiga kali sehari secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dibandingkan pelet komersial, larva *Chironomus*, dan maggot (Kusuma et al., 2024). Cacing tanah juga memiliki potensi sebagai bahan pakan karena mudah dibudidayakan, mampu beradaptasi pada berbagai media, memiliki panjang tubuh sekitar 2–5 inci, serta mengandung protein sekitar 60–70% dengan asam amino esensial yang cukup lengkap (Rusmini et al., 2016; Hayati et al., 2011). Tepung cacing tanah bahkan dapat menggantikan protein tepung ikan hingga 20% tanpa menurunkan performa pertumbuhan nila, dengan estimasi bobot akhir optimal pada tingkat penggantian 17,5%, meskipun penggantian 40% menurunkan kondisi usus dan indikator fisiologis (Das et al., 2024).

Bekicot (*Achatina fulica*) juga berpotensi sebagai pakan alternatif karena mudah ditemukan, relatif murah, dan memiliki kandungan nutrisi yang mendukung pertumbuhan ikan. Bekicot diketahui mengandung protein sekitar 30%, lemak 12,16%, serat 6,09%, dan abu 24% (Bara et al., 2020). Kajian terbaru menunjukkan bahwa bekicot Afrika raksasa memiliki potensi kuat sebagai sumber protein berkelanjutan untuk pangan dan pakan; dagingnya mengandung lebih dari 50% protein kasar berdasarkan bahan kering, tubuh utuh sekitar 25%, cangkang sekitar 2%, dan kandungan kalsium cangkang mencapai 373 g/kg bahan kering (Pathak et al., 2025). Dalam studi pakan nila, penggunaan 30% tepung bekicot dalam formulasi 70% pakan menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak 20,23 g, pertumbuhan panjang mutlak 2,56 cm, laju pertumbuhan spesifik 4,33%, rasio konversi pakan 0,51, efisiensi pakan 200,08%, dan kelangsungan hidup 83,33% (Burhani et al., 2023). Namun, meskipun berbagai literatur menunjukkan bahwa sumber protein dan kadar protein pakan sangat memengaruhi pertumbuhan ikan nila, hasil antarstudi sering bervariasi. Meta-analisis menunjukkan bahwa variabel pertumbuhan dan pemanfaatan pakan berbeda nyata antara kontrol dan pakan berbasis tepung kacang kapri pada $P < 0,05$, sedangkan komposisi tubuh utuh tidak berbeda nyata pada $P > 0,05$ (Magbanua & Ragaza, 2023). Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas pakan tidak hanya ditentukan oleh kandungan protein, tetapi juga oleh kecernaan, palatabilitas, bentuk fisik pakan, kondisi lingkungan, dan respons fisiologis ikan.

Berdasarkan uraian tersebut, masih diperlukan kajian komparatif yang secara langsung membandingkan beberapa pakan alami lokal terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila dalam kondisi pemeliharaan yang sama. Sebagian penelitian sebelumnya telah menguji bahan alternatif tertentu, seperti *Tubifex* sp., cacing tanah, bekicot, mikroalga, biofloc, dan bahan lokal berbasis tanaman, tetapi perbandingan langsung antara cacing sutra, cacing tanah, dan bekicot sebagai pakan alami untuk benih ikan nila masih perlu diperkuat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian pakan alami berbeda terhadap pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, dan tingkat kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*), serta mengidentifikasi jenis pakan alami yang paling efektif untuk mendukung pertumbuhan dan sintasan. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa perbedaan jenis pakan alami akan menghasilkan respons pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang berbeda. Kebaruan penelitian ini terletak pada penyediaan informasi komparatif berbasis sumber daya lokal mengenai tiga pakan alami, yaitu cacing sutra, cacing tanah, dan bekicot, sebagai dasar ilmiah dan praktis untuk mendukung efisiensi biaya, pemanfaatan sumber daya lokal, serta peningkatan produktivitas budidaya ikan nila air tawar..

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada 31 Januari hingga 2 Maret 2026 di Laboratorium Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo. Seluruh kegiatan penelitian, yang meliputi persiapan wadah, pemeliharaan benih ikan nila, pemberian pakan alami, pengukuran pertumbuhan, pengamatan kelangsungan hidup, dan pemantauan kualitas air, dilakukan pada lokasi tersebut. Penggunaan lingkungan pemeliharaan yang terkontrol diperlukan agar respons pertumbuhan dan sintasan ikan dapat diamati secara lebih jelas, sebagaimana diterapkan dalam berbagai percobaan pakan ikan nila yang menguji perlakuan pakan, pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan kualitas air secara terukur (Khanjani & Sharifinia, 2024; Amira et al., 2021).

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi aerator, seser kecil, nampan, penggaris, timbangan digital, termometer, pH meter, DO meter, alat tulis, kamera atau telepon genggam, serta selang air. Aerator digunakan untuk menyuplai oksigen, seser kecil untuk mengambil ikan saat pengukuran, nampan sebagai media pengukuran, penggaris untuk mengukur panjang tubuh, timbangan digital untuk mengukur berat, sedangkan termometer, pH meter, dan DO meter digunakan untuk memantau kualitas air. Bahan penelitian terdiri atas 45 ekor benih ikan nila jantan, 1 kg cacing sutra, 1 kg cacing tanah, dan 1 kg bekicot. Wadah penelitian berupa 9 unit wadah plastik, masing-masing diisi 10 L air dan dilengkapi aerasi. Benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang digunakan memiliki panjang rata-rata sekitar 5 cm dan berat relatif seragam untuk meminimalkan variasi awal antarunit percobaan. Pendekatan penggunaan benih dengan ukuran awal relatif seragam juga umum diterapkan dalam percobaan pakan ikan nila, misalnya pada ikan berbobot 1,3 g selama 38 hari, 3,85 ± 0,50 g selama 56 hari, atau 5,15 ± 0,02 g selama 60 hari (Khanjani & Sharifinia, 2024; Mashhadizadeh et al., 2024; Amjad et al., 2024).

Tabel 1. Daftar alat yang digunakan dalam penelitian.

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Aerator	Berfungsi menyuplai oksigen ke dalam air
2	Seser Kecil	Pengambilan bibit ikan pada saat pengukuran
3	Nampan	Sebagai media pengukur
4	Penggaris	Digunakan untuk mengukur panjang tubuh ikan
5	Timbangan Digital	Berfungsi untuk mengetahui berat ikan
6	Termometer	Digunakan untuk mengukur suhu air
7	pH Meter	Mengukur pH
8	DO	Mengukur DO
9	Alat Tulis	Mencatat data hasil penelitian
10	Kamera/HP	Dokumentasi
11	Selang Air	Penyaluran air ke wadah

Tabel 2. Daftar bahan penelitian.

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Bibit ikan Nila Jantan	45 Ekor
2	Cacing Sutra	1 Kg
3	Cacing Tanah	1 Kg
4	Bekicot	1 Kg

Tahap persiapan dilakukan dengan membersihkan 9 wadah plastik, mengisi setiap wadah dengan 10 L air bersih, memasang sistem aerasi, dan menebar benih ikan nila berukuran rata-rata ±5 cm. Sebanyak 45 ekor benih ditebar secara merata ke dalam 9 wadah, sehingga setiap wadah berisi 5 ekor ikan. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan

Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas tiga perlakuan pakan alami, yaitu perlakuan A berupa cacing sutra, perlakuan B berupa cacing tanah, dan perlakuan C berupa bekicot. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga ulangan, sehingga terdapat 9 unit percobaan yang disusun sebagai A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, dan C3. Rancangan perlakuan dengan ulangan tiga kali banyak digunakan dalam percobaan pakan ikan nila, termasuk pada desain perlakuan triplikat berbasis pakan, aditif, suhu, dan sistem pemeliharaan (Ahmed et al., 2024; Molino et al., 2025; Hamed et al., 2024).

Parameter utama yang diamati meliputi pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, tingkat kelangsungan hidup, dan kualitas air. Pertumbuhan berat mutlak diukur menggunakan timbangan digital dan dihitung dengan rumus $W = Wt - Wo$, dengan W sebagai pertambahan berat mutlak, Wt sebagai rata-rata berat akhir, dan Wo sebagai rata-rata berat awal. Pertumbuhan panjang mutlak diukur menggunakan penggaris dan dihitung dengan rumus $L = Lt - Lo$, dengan L sebagai pertumbuhan panjang mutlak, Lt sebagai panjang rata-rata akhir, dan Lo sebagai panjang rata-rata awal. Tingkat kelangsungan hidup dihitung dengan rumus $SR = Nt/No \times 100\%$, dengan SR sebagai persentase kelangsungan hidup, Nt sebagai jumlah ikan pada akhir pemeliharaan, dan No sebagai jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Penggunaan data bobot awal, bobot akhir, dan jumlah ikan hidup merupakan prosedur umum dalam penelitian benih ikan nila untuk menghitung pertumbuhan dan sintasan (Amira et al., 2021; Mehrim et al., 2025). Kualitas air dipantau setiap minggu melalui pengukuran suhu, pH, dan oksigen terlarut, karena ketiga parameter tersebut berperan penting dalam mendukung pertumbuhan, metabolisme, dan respons fisiologis ikan nila (Mehrim et al., 2025; Hamed et al., 2024; Barreto-Curiel et al., 2023).

Data kualitas air dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kondisi media pemeliharaan selama penelitian. Data pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, dan kelangsungan hidup dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan pakan alami terhadap parameter penelitian. Pengujian dilakukan melalui uji F pada taraf signifikansi 5%, sehingga perlakuan dinyatakan berbeda nyata apabila nilai signifikansi memenuhi kriteria $P < 0,05$. Pendekatan ini sejalan dengan analisis percobaan pakan ikan nila yang mengevaluasi perbedaan pertumbuhan dan pemanfaatan pakan berdasarkan ambang signifikansi $P < 0,05$ atau $P > 0,05$ (Nash et al., 2020; Magbanua & Ragaza, 2023). Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan nyata, maka uji lanjutan digunakan untuk menentukan perlakuan terbaik.

HASIL

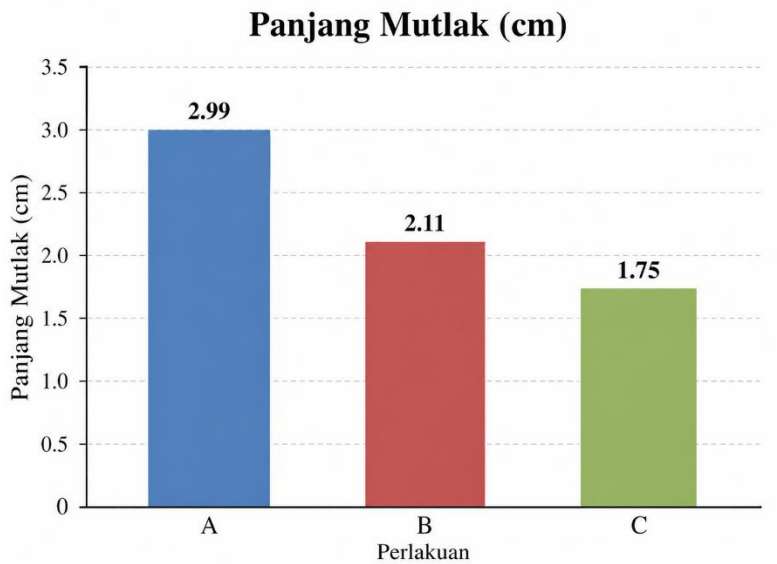
Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan benih ikan nila terhadap pemberian pakan alami yang berbeda selama masa pemeliharaan. Parameter ini menggambarkan pertambahan ukuran tubuh secara linear dan menjadi indikator awal terhadap kemampuan ikan dalam memanfaatkan nutrien dari pakan yang diberikan. Penggunaan pertumbuhan panjang sebagai salah satu indikator performa benih ikan nila sejalan dengan penelitian pakan alami dan pakan alternatif sebelumnya, yang umumnya menilai respons pertumbuhan melalui pertambahan panjang, bobot, dan tingkat kelangsungan hidup pada rancangan perlakuan pakan dengan ulangan terkontrol (Kusuma et al., 2024; Amira et al., 2021). Dalam penelitian ini, pemberian cacing sutra, cacing tanah, dan bekicot menghasilkan nilai pertumbuhan panjang mutlak yang bervariasi antarperlakuan, meskipun perbedaan tersebut tidak menunjukkan pengaruh nyata secara statistik.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa perlakuan A, yaitu pemberian cacing sutra, menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak tertinggi sebesar 2,99 cm. Perlakuan B, yaitu pemberian cacing tanah, menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak sebesar 2,11 cm, sedangkan perlakuan C, yaitu pemberian bekicot, menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak

terendah sebesar 1,75 cm. Secara deskriptif, urutan respons pertumbuhan panjang adalah cacing sutra, cacing tanah, kemudian bekicot. Tingginya nilai pada perlakuan cacing sutra menunjukkan bahwa pakan ini lebih mudah dimanfaatkan oleh benih ikan nila dibandingkan dua pakan alami lainnya. Hal ini relevan dengan laporan bahwa *Tubifex* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan ikan nila lebih baik dibandingkan beberapa pakan alami lain pada pemberian 3% bobot tubuh sebanyak tiga kali sehari (Kusuma et al., 2024). Selain itu, tepung *Tubifex* dilaporkan mampu menggantikan tepung ikan hingga 35% dalam pakan benih nila, dengan laju pertumbuhan spesifik 2,28%/hari dan kelangsungan hidup 82,22%, sehingga memperkuat indikasi bahwa pakan berbasis *Tubifex* mendukung performa benih ikan (Santos et al., 2025).

Pertumbuhan panjang pada perlakuan cacing tanah masih lebih tinggi dibandingkan bekicot. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pakan yang diperkaya cacing tanah mampu menghasilkan pertambahan panjang 4,7 cm dan pertambahan bobot 18,45 g pada ikan nila selama 62 hari, dengan bobot awal 6,2 g dan panjang awal 6,5 cm (Ahir et al., 2023). Selain itu, penggunaan protein cacing tanah sebagai pengganti tepung ikan pada tingkat sedang dilaporkan memengaruhi pertumbuhan dan respons usus ikan nila, terutama pada level penggantian 0%, 10%, 20%, dan 40% dalam pakan isonitrogenus sekitar 31% dan isolipidik sekitar 7% (Das et al., 2024). Sementara itu, rendahnya pertumbuhan panjang pada perlakuan bekicot mengindikasikan bahwa pakan tersebut kemungkinan lebih mendukung fungsi pemeliharaan tubuh dibandingkan pertambahan panjang, sebagaimana penelitian tepung bekicot yang menunjukkan pengaruh pada performa bobot tetapi tidak selalu berpengaruh terhadap panjang mutlak dan sintasan (Burhani et al., 2023).



Gambar 1. Pertumbuhan panjang mutlak ikan nila pada perlakuan A cacing sutra sebesar 2,99 cm, perlakuan B cacing tanah sebesar 2,11 cm, dan perlakuan C bekicot sebesar 1,75 cm.

Tabel 3. Analisis ANOVA pertumbuhan panjang mutlak.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Perlakuan	2	1,894	0,947	4,11	5,14	Tidak nyata
Galat	6	1,382	0,230	-	-	-
Total	8	3,276	-	-	-	-

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nilai Fhitung sebesar 4,11 lebih kecil daripada Ftabel 5% sebesar 5,14. Dengan demikian, pemberian tiga jenis pakan alami tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan nilai rata-rata secara deskriptif, variasi antarunit percobaan masih cukup besar sehingga perbedaan perlakuan belum dapat dinyatakan

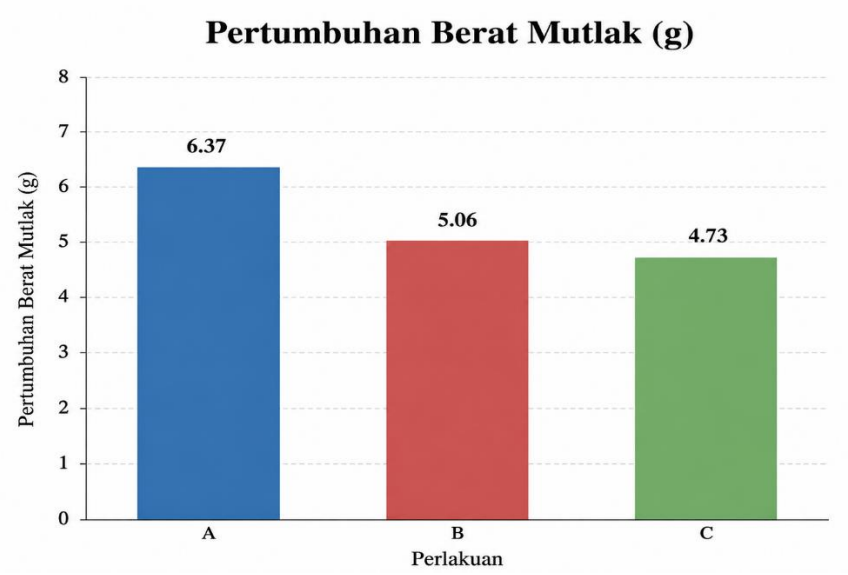
signifikan. Interpretasi ini sejalan dengan prinsip analisis hasil percobaSan pakan ikan nila yang menunjukkan bahwa respons pertumbuhan dapat berbeda secara deskriptif, tetapi tidak selalu berbeda nyata apabila nilai statistik tidak memenuhi batas signifikansi $P < 0,05$ (Magbanua & Ragaza, 2023; Nash & Greenwood, 2020).

Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak digunakan untuk menilai peningkatan biomassa benih ikan nila selama periode pemeliharaan. Parameter ini mencerminkan pemanfaatan nutrien pakan untuk pembentukan jaringan tubuh dan peningkatan massa ikan. Dalam penelitian pakan ikan nila, pertambahan berat merupakan salah satu indikator utama yang digunakan bersama dengan pertumbuhan panjang, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup (Nash & Greenwood, 2020; Ribeiro et al., 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan alami berbeda menghasilkan nilai pertumbuhan berat mutlak yang bervariasi antarperlakuan.

Perlakuan A, yaitu cacing sutra, menghasilkan pertumbuhan berat mutlak tertinggi sebesar 6,37 g. Perlakuan B, yaitu cacing tanah, menghasilkan pertumbuhan berat mutlak sebesar 5,06 g, sedangkan perlakuan C, yaitu bekicot, menghasilkan pertumbuhan berat mutlak terendah sebesar 4,73 g. Secara deskriptif, cacing sutra menunjukkan kemampuan terbaik dalam mendukung peningkatan biomassa benih ikan nila. Respons ini dapat dikaitkan dengan kandungan nutrisi, ukuran, tekstur, serta tingkat penerimaan pakan oleh ikan. Pada penelitian lain, pakan alami *Tubifex* sp. juga dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan nila dibandingkan pakan alami lain dan pelet komersial dalam percobaan selama 30 hari dengan tiga ulangan (Kusuma et al., 2024). Selain itu, *Tubifex* meal pada level penggantian terbaik menghasilkan efisiensi pakan 61,93% dan kelangsungan hidup 82,22%, yang menunjukkan bahwa bahan ini dapat mendukung pemanfaatan nutrien pada benih nila (Santos et al., 2025).

Pertumbuhan berat mutlak pada perlakuan cacing tanah menunjukkan nilai menengah. Nilai ini memperlihatkan bahwa cacing tanah tetap memiliki potensi sebagai sumber nutrisi, tetapi pemanfaatannya pada kondisi penelitian ini belum melampaui cacing sutra. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pakan yang diperkaya cacing tanah mampu memberikan pertambahan bobot 18,45 g pada ikan nila selama 62 hari (Ahir et al., 2023). Namun, hasil penggantian protein tepung ikan dengan protein cacing tanah menunjukkan bahwa level penggunaan perlu dikendalikan, karena penggantian hingga 20% tidak mengganggu pertumbuhan, sedangkan level 40% dapat mengubah kondisi fisiologis dan kesehatan usus (Das et al., 2024). Pada perlakuan bekicot, pertumbuhan berat mutlak paling rendah, meskipun bekicot tetap dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan. Tepung bekicot dalam formulasi 30% pernah dilaporkan menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak 20,23 g dan efisiensi pakan 200,08% pada ikan nila, tetapi respons tersebut sangat dipengaruhi oleh formulasi pakan dan kesesuaian dosis (Burhani et al., 2023).



Gambar 2. Pertumbuhan berat mutlak ikan nila pada perlakuan A cacing sutra sebesar 6,37 g, perlakuan B cacing tanah sebesar 5,06 g, dan perlakuan C bekicot sebesar 4,73 g.

Tabel 4. Analisis ANOVA pertumbuhan berat mutlak.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Perlakuan	2	4,528	2,264	3,51	5,14	Tidak nyata
Galat	6	3,866	0,644	-	-	-
Total	8	8,394	-	-	-	-

Analisis ragam menunjukkan nilai Fhitung sebesar 3,51, lebih kecil dibandingkan Ftabel 5% sebesar 5,14. Dengan demikian, perlakuan pakan alami berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak benih ikan nila. Meskipun demikian, hasil deskriptif tetap menunjukkan kecenderungan bahwa cacing sutra menghasilkan nilai pertumbuhan berat tertinggi. Kondisi ini memperlihatkan bahwa kualitas pakan, kemampuan cerna, dan kemampuan ikan memanfaatkan nutrien berperan dalam pembentukan biomassa, namun variasi biologis dan lingkungan dalam unit percobaan dapat menyebabkan perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Pada konteks yang lebih luas, respons pertumbuhan ikan nila terhadap pakan juga dapat dipengaruhi oleh strategi pemberian pakan, keberadaan aerasi, sumber nutrien lingkungan, dan kondisi sistem pemeliharaan (Ribeiro et al., 2024; Khanjani & Sharifinia, 2024; Nassif et al., 2024).

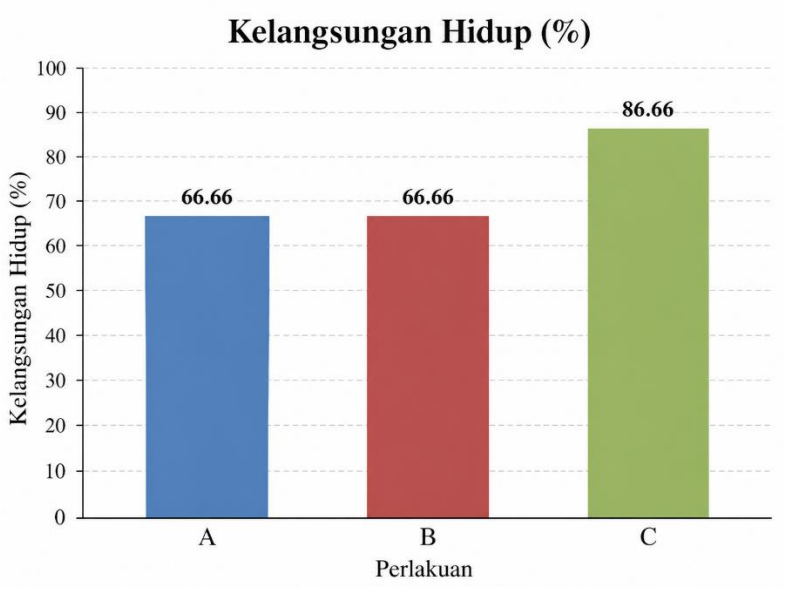
Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup merupakan parameter penting untuk menggambarkan keberhasilan pemeliharaan benih ikan nila selama penelitian. Parameter ini menunjukkan kemampuan ikan untuk bertahan hidup pada kondisi perlakuan pakan dan media pemeliharaan yang tersedia. Dalam percobaan pakan ikan nila, kelangsungan hidup sering digunakan bersama parameter pertumbuhan untuk menilai kesesuaian pakan dan kestabilan lingkungan pemeliharaan (Amira et al., 2021; Khanjani & Sharifinia, 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila bervariasi antarperlakuan.

Perlakuan A, yaitu cacing sutra, menghasilkan kelangsungan hidup sebesar 66,66%. Perlakuan B, yaitu cacing tanah, juga menghasilkan nilai yang sama, yaitu 66,66%. Perlakuan C, yaitu bekicot, menghasilkan nilai tertinggi sebesar 86,66%. Secara deskriptif, bekicot menunjukkan potensi lebih baik dalam mendukung sintasan benih ikan nila dibandingkan cacing sutra dan cacing tanah. Nilai ini mendekati hasil penelitian tepung bekicot yang melaporkan kelangsungan hidup 83,33% pada pakan dengan 30% tepung bekicot (Burhani et

al., 2023). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa bekicot dapat menyediakan nutrisi dasar yang cukup untuk mempertahankan kondisi fisiologis dan menekan mortalitas selama pemeliharaan.

Meskipun cacing sutra menghasilkan pertumbuhan panjang dan berat tertinggi, tingkat kelangsungan hidupnya tidak lebih tinggi dibandingkan bekicot. Hal ini menunjukkan bahwa pakan yang mendukung pertumbuhan tidak selalu menghasilkan sintasan tertinggi. Pada penelitian lain, *Tubifex* meal memberikan kelangsungan hidup 82,22% pada perlakuan terbaik, namun hasilnya juga tergantung pada formulasi dan tingkat penggantian pakan (Santos et al., 2025). Demikian pula, penggantian pakan komersial dengan wet biofloc hingga 25% pada ikan nila berbobot awal 1,3 g selama 38 hari dilaporkan tidak mengganggu pertumbuhan maupun kelangsungan hidup, menunjukkan bahwa respons sintasan sangat berkaitan dengan keseimbangan nutrien dan kondisi media pemeliharaan (Khanjani & Sharifinia, 2024). Sumber nutrien alami dari biofloc pada dosis 71 g/L bahkan dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan, pemanfaatan nutrien, dan survival rate ikan nila, sekaligus meningkatkan keragaman serta kelimpahan zooplankton (Nassif et al., 2024).



Gambar 3. Kelangsungan hidup ikan nila pada perlakuan A cacing sutra sebesar 66,66%, perlakuan B cacing tanah sebesar 66,66%, dan perlakuan C bekicot sebesar 86,66%.

Tabel 5. Analisis ANOVA kelangsungan hidup.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Keterangan
Perlakuan	2	800,00	400,00	3,00	5,14	Tidak nyata
Galat	6	800,00	133,33	-	-	-
Total	8	1600,00	-	-	-	-

Hasil ANOVA menunjukkan nilai Fhitung sebesar 3,00, lebih kecil daripada Ftabel 5% sebesar 5,14. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian jenis pakan alami berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup benih ikan nila. Perbedaan sintasan yang tampak secara deskriptif belum cukup kuat untuk dinyatakan sebagai perbedaan statistik. Hasil seperti ini umum terjadi dalam percobaan biologi, karena kelangsungan hidup dapat dipengaruhi oleh variasi individu, adaptasi ikan, kompetisi pakan, serta kondisi kualitas air. Meta-analisis pada studi pakan nila juga menunjukkan bahwa beberapa variabel dapat berbeda nyata pada $P < 0,05$, sedangkan variabel lain tetap tidak berbeda nyata pada $P > 0,05$ meskipun secara deskriptif menunjukkan perbedaan (Magbanua & Ragaza, 2023).

Kualitas Air

Kualitas air diamati sebagai parameter pendukung untuk memastikan bahwa kondisi media pemeliharaan tidak menjadi faktor pembatas utama terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila. Parameter yang diukur meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut atau dissolved oxygen (DO). Kualitas air merupakan faktor penting dalam percobaan pakan, karena pertumbuhan ikan nila dipengaruhi oleh kombinasi faktor lingkungan dan manajemen, seperti suhu, DO, pH, amonia, nitrit, nitrat, padat tebar, frekuensi pemberian pakan, dan kualitas pakan (Abd El-Hack et al., 2022). Selain itu, suhu, DO, dan pH termasuk faktor utama yang dapat memengaruhi laju pertumbuhan ikan nila, dengan suhu dan DO cenderung berperan positif apabila berada pada kisaran sesuai, sedangkan pH dan amonia dapat menurunkan performa apabila menyimpang dari kisaran optimal (Mureithi et al., 2024).

Tabel 6. Kualitas air berdasarkan suhu.

No	Perlakuan	Rentang Suhu (°C)	Rata-Rata (°C)
1	A (Cacing Sutra)	26,3–26,6	26,5
2	B (Cacing Tanah)	26,4–26,8	26,6
3	C (Bekicot)	26,4–26,7	26,5

Suhu air selama pemeliharaan berada pada kisaran 26,3–26,8°C, dengan rata-rata 26,5°C pada perlakuan A, 26,6°C pada perlakuan B, dan 26,5°C pada perlakuan C. Rentang suhu yang relatif sempit menunjukkan bahwa media pemeliharaan cukup stabil. Stabilitas suhu penting karena suhu dan frekuensi pemberian pakan dilaporkan berinteraksi dalam memengaruhi pertumbuhan dan kualitas air ikan nila; pada penelitian juvenil nila berbobot 20,00 ± 1,26 g, kombinasi suhu 26, 28, dan 30°C dengan frekuensi pemberian pakan berbeda memberikan respons pertumbuhan yang berbeda (Hamed et al., 2024).

Tabel 7. Kualitas air berdasarkan pH.

No	Perlakuan	Rentang pH	Rata-Rata
1	A (Cacing Sutra)	7,7–7,9	7,8
2	B (Cacing Tanah)	7,6–7,9	7,7
3	C (Bekicot)	7,7–7,8	7,8

Nilai pH selama penelitian berada pada kisaran 7,6–7,9. Perlakuan A memiliki rata-rata pH 7,8, perlakuan B 7,7, dan perlakuan C 7,8. Nilai tersebut menunjukkan kondisi perairan yang relatif stabil dan mendukung aktivitas fisiologis ikan nila. Pemantauan pH penting karena pH bersama suhu dan DO merupakan parameter utama yang dapat menjelaskan variasi pertumbuhan dalam sistem pemeliharaan ikan nila (Mureithi et al., 2024). Dalam penelitian berbasis akuarium terkontrol, pengamatan kualitas air juga menjadi bagian penting untuk menghubungkan performa pertumbuhan, sintasan, dan kondisi fisiologis benih ikan (Amira et al., 2021).

Tabel 8. Hasil pengamatan oksigen terlarut (DO).

No	Perlakuan	Rentang DO (mg/L)	Rata-Rata (mg/L)
1	A (Cacing Sutra)	5,3–5,6	5,4
2	B (Cacing Tanah)	5,2–5,5	5,4
3	C (Bekicot)	5,2–5,4	5,3

Kadar oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 5,2–5,6 mg/L, dengan rata-rata 5,4 mg/L pada perlakuan A dan B, serta 5,3 mg/L pada perlakuan C. Nilai DO ini menunjukkan bahwa ketersediaan oksigen di media pemeliharaan relatif stabil. DO merupakan salah satu faktor penting bagi respirasi dan metabolisme ikan. Penelitian transportasi benih nila

menunjukkan bahwa suhu, salinitas, kepadatan, lama transportasi, dan DO dapat memengaruhi sintasan, dengan pengujian DO pada 10, 15, dan 20 mg/L dalam 63 kombinasi perlakuan (López-Jiménez et al., 2023). Dengan demikian, kestabilan suhu 26,3–26,8°C, pH 7,6–7,9, dan DO 5,2–5,6 mg/L dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pemeliharaan mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup, sehingga variasi hasil lebih berkaitan dengan respons terhadap pakan alami daripada gangguan kualitas air.

PEMBAHASAN

Pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila pada penelitian ini menunjukkan kecenderungan respons yang berbeda antarperlakuan pakan alami, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Perlakuan A berupa cacing sutra menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak tertinggi sebesar 2,99 cm, diikuti perlakuan B berupa cacing tanah sebesar 2,11 cm, sedangkan perlakuan C berupa bekicot menghasilkan nilai terendah sebesar 1,75 cm sebagaimana ditampilkan pada Gambar 6. Pola ini menunjukkan bahwa cacing sutra memiliki kesesuaian lebih baik untuk mendukung pertumbuhan linear benih ikan nila selama masa pemeliharaan. Pertumbuhan panjang sangat berkaitan dengan kemampuan ikan memanfaatkan protein dan energi pakan untuk pembentukan jaringan tubuh. Protein merupakan nutrien utama pada ikan nila, dan kebutuhan protein dapat dipengaruhi oleh bobot, umur, strain, sistem pemeliharaan, padat tebar, suhu, serta kualitas air (Meurer et al., 2024). Oleh karena itu, perbedaan kualitas nutrisi dan tingkat kecernaan pakan alami dapat menjelaskan mengapa pertumbuhan panjang tertinggi diperoleh pada cacing sutra.

Kinerja cacing sutra dalam mendukung pertumbuhan panjang diduga berkaitan dengan teksturnya yang lunak, ukurannya yang sesuai dengan bukaan mulut benih, serta palatabilitasnya yang tinggi. Pakan yang mudah diterima dan dicerna memungkinkan ikan mengonsumsi pakan lebih efektif dan memanfaatkan nutrien secara lebih optimal. Hal ini sejalan dengan laporan bahwa pakan alami *Tubifex* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan nila strain Nirwana pada pemberian 3% bobot tubuh tiga kali sehari dalam rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan (Kusuma et al., 2024). Selain itu, *Tubifex* meal pada tingkat penggantian 35% dilaporkan menghasilkan laju pertumbuhan spesifik 2,28%/hari, pertambahan bobot harian 0,016 g/hari, efisiensi pakan 61,93%, dan kelangsungan hidup 82,22% pada benih nila (Santos et al., 2025). Ketersediaan cacing sutra sebagai pakan alami juga didukung oleh hasil budidaya *Tubifex* sp. selama 55 hari yang menghasilkan biomassa 408,7 g dan populasi 209.381 individu pada media 250 g/m², sehingga memiliki relevansi praktis sebagai sumber pakan murah untuk pembenihan ikan air tawar (Corne et al., 2024).

Pertumbuhan panjang pada perlakuan cacing tanah yang berada pada posisi menengah menunjukkan bahwa cacing tanah tetap memiliki potensi sebagai sumber pakan, tetapi pemanfaatannya oleh benih ikan nila kemungkinan belum seefisien cacing sutra. Cacing tanah dapat menggantikan protein tepung ikan pada tingkat sedang dalam pakan nila; penggantian 0%, 10%, 20%, dan 40% menunjukkan bahwa level hingga 20% tidak mengganggu pertumbuhan, sedangkan analisis kuadratik memperkirakan bobot akhir optimal pada penggantian 17,5% (Das et al., 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa inklusi tepung cacing tanah sebesar 7–10,5% dapat meningkatkan performa pertumbuhan nila, dengan 7% dinilai lebih layak dari sisi biaya, sementara penambahan 2% zeolit membantu memperbaiki kualitas air tanpa meningkatkan biaya produksi (Ortiz et al., 2025). Dengan demikian, rendahnya pertumbuhan panjang cacing tanah dibandingkan cacing sutra kemungkinan berkaitan dengan bentuk fisik, tingkat penerimaan, serta perbedaan efisiensi pemanfaatan nutrien oleh benih.

Hasil ANOVA pada Tabel 3 menunjukkan Fhitung 4,11 lebih kecil daripada Ftabel 5% sebesar 5,14, sehingga perbedaan pertumbuhan panjang mutlak tidak signifikan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perbedaan deskriptif sebesar 2,99 cm, 2,11 cm, dan 1,75 cm belum cukup kuat untuk menunjukkan pengaruh perlakuan secara statistik. Dalam penelitian pakan ikan nila, hasil seperti ini umum terjadi karena variabel pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh variasi individu, jumlah ulangan, adaptasi ikan terhadap pakan, serta kondisi lingkungan. Kajian meta-analisis menunjukkan bahwa beberapa variabel pertumbuhan dan pemanfaatan pakan dapat berbeda nyata pada $P < 0,05$, sedangkan variabel lain tetap tidak berbeda nyata pada $P > 0,05$ meskipun terdapat variasi deskriptif (Magbanua & Ragaza, 2023). Evaluasi pakan nila juga menunjukkan bahwa interpretasi statistik sangat bergantung pada variabilitas data dan replikasi percobaan, meskipun formulasi diet dapat memengaruhi pertumbuhan pada $p < 0,05$ (Nash & Greenwood, 2020).

Pertumbuhan berat mutlak menunjukkan pola yang serupa dengan pertumbuhan panjang. Perlakuan cacing sutra menghasilkan pertumbuhan berat tertinggi sebesar 6,37 g, diikuti cacing tanah sebesar 5,06 g, dan bekicot sebesar 4,73 g sebagaimana disajikan pada Gambar 7. Pertumbuhan berat menggambarkan peningkatan biomassa tubuh yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan protein, energi, kecernaan nutrien, serta efisiensi penyerapan. Kecernaan nutrien merupakan mekanisme penting dalam menjelaskan variasi pertumbuhan ikan nila. Dalam percobaan selama 60 hari pada 315 benih nila berbobot 5,15 ± 0,02 g, suplementasi 2% biochar tongkol jagung meningkatkan pertumbuhan, penyerapan nutrien, komposisi tubuh, status hematologi, dan penyerapan mineral secara signifikan pada $p < 0,05$ (Amjad et al., 2024). Pada studi yang sama, kecernaan mineral tertinggi mencapai Ca 56,81%, Na 52,61%, K 61,07%, P 66,32%, Fe 68,87%, Cu 66,21%, dan Zn 68,92%, menegaskan bahwa kemampuan mencerna dan menyerap nutrien berperan langsung terhadap pertumbuhan (Amjad et al., 2024).

Nilai tertinggi pada cacing sutra menunjukkan bahwa pakan ini lebih efektif mendukung pembentukan jaringan dan akumulasi biomassa benih ikan nila. Pakan dengan tekstur halus dan palatabilitas tinggi dapat memperbesar peluang konsumsi serta memperbaiki efisiensi pemanfaatan nutrien. Sebaliknya, cacing tanah dan bekicot mungkin membutuhkan proses adaptasi konsumsi yang lebih lama atau memiliki struktur fisik yang kurang optimal bagi benih. Bekicot pada penelitian ini menghasilkan pertumbuhan berat terendah, tetapi bukan berarti tidak potensial sebagai pakan. Tepung bekicot pada formulasi 70% pakan basal dan 30% tepung bekicot dilaporkan menghasilkan pertumbuhan berat mutlak 20,23 g, pertumbuhan panjang 2,56 cm, laju pertumbuhan spesifik 4,33%, FCR 0,51, efisiensi pakan 200,08%, dan kelangsungan hidup 83,33% (Burhani et al., 2023). Selain itu, *Achatina fulica* memiliki potensi sebagai sumber protein berkelanjutan karena dagingnya mengandung lebih dari 50% protein kasar berdasarkan bahan kering, tubuh utuh sekitar 25%, dan cangkang mengandung kalsium hingga 373 g/kg bahan kering (Pathak et al., 2025). Perbedaan antara penelitian ini dan laporan sebelumnya dapat dipengaruhi oleh bentuk pakan, proses pengolahan, dosis, umur ikan, dan lama pemeliharaan.

Hasil ANOVA pada Tabel 4 menunjukkan bahwa Fhitung 3,51 lebih kecil daripada Ftabel 5% sebesar 5,14, sehingga pemberian pakan alami berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak. Nilai kuadrat tengah galat sebesar 0,644 menunjukkan adanya variasi dalam unit percobaan yang dapat berasal dari perbedaan kemampuan individu ikan dalam mengonsumsi dan memanfaatkan pakan. Pertumbuhan nila juga dipengaruhi oleh lingkungan pemeliharaan. Pada sistem biofloc dan clear-water RAS, ikan nila yang diberi level protein 23%, 27%, 31%, dan 35% selama sembilan minggu menunjukkan kelangsungan hidup 95–100% dan peningkatan bobot tiga hingga lima kali lipat, tetapi performanya berbeda menurut sistem pemeliharaan (Nguyen et al., 2021). Biofloc bahkan dapat meningkatkan pertumbuhan dibandingkan clear-water RAS pada diet yang sama, menunjukkan bahwa

sumber nutrien mikroba dari lingkungan dapat memengaruhi interpretasi respons pakan (Nguyen et al., 2021).

Kelangsungan hidup merupakan indikator penting untuk menilai keberhasilan pemeliharaan benih ikan nila karena mencerminkan kemampuan ikan bertahan terhadap perlakuan pakan dan kondisi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bekicot menghasilkan sintasan tertinggi sebesar 86,66%, sedangkan cacing sutra dan cacing tanah masing-masing menghasilkan 66,66% sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8. Pola ini menarik karena cacing sutra memberikan pertumbuhan panjang dan berat tertinggi, tetapi tidak menghasilkan sintasan tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pakan yang paling baik untuk pertumbuhan tidak selalu menjadi pakan terbaik untuk kelangsungan hidup. Sintasan dapat dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi dasar, kondisi fisiologis ikan, stres, kompetisi pakan, kualitas air, serta adaptasi terhadap media pemeliharaan.

Tingginya sintasan pada perlakuan bekicot dapat dikaitkan dengan kemampuan pakan tersebut mempertahankan kondisi fisiologis ikan selama pemeliharaan. Kandungan protein dan mineral pada bekicot berpotensi mendukung fungsi tubuh dasar, termasuk ketahanan terhadap stres. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa pakan dengan 30% tepung bekicot menghasilkan kelangsungan hidup 83,33% pada ikan nila (Burhani et al., 2023). Namun, hasil ANOVA pada Tabel 5 menunjukkan Fhitung 3,00 lebih kecil daripada Ftabel 5% sebesar 5,14, sehingga perbedaan sintasan tidak signifikan. Nilai kuadrat tengah galat 133,33 menunjukkan adanya variasi antarunit percobaan yang cukup besar. Variasi tersebut dapat berasal dari perbedaan adaptasi ikan, interaksi sosial, respons stres, dan kondisi mikro pada setiap wadah. Dalam konteks metodologi percobaan pakan, perbedaan deskriptif tidak selalu sejalan dengan signifikansi statistik, terutama ketika replikasi terbatas dan variasi biologis tinggi (Magbanua & Ragaza, 2023; Nash & Greenwood, 2020).

Kelangsungan hidup ikan nila juga sangat dipengaruhi oleh interaksi antara pakan dan lingkungan. Performa nila dipengaruhi oleh padat tebar, frekuensi pemberian pakan, tingkat pemberian pakan, kualitas air, suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, nitrit, nitrat, biaya pakan, dan sistem budidaya (Abd El-Hack et al., 2022). Pada penelitian transportasi benih nila, sintasan dipengaruhi oleh 63 kombinasi perlakuan yang mencakup lama transportasi 4, 8, dan 24 jam, kepadatan 54, 66, dan 80 g/L, suhu 20–24°C, salinitas 3–9‰, dan DO 10–20 mg/L (López-Jiménez et al., 2023). Oleh karena itu, sintasan 86,66% pada perlakuan bekicot dan 66,66% pada perlakuan lain perlu dipahami sebagai hasil interaksi antara kecukupan pakan, stabilitas kualitas air, dan kemampuan adaptasi benih.

Kualitas air selama penelitian berada pada kisaran yang stabil dan mendukung pemeliharaan ikan nila. Suhu berkisar 26,3–26,8°C, dengan rata-rata 26,5°C pada cacing sutra, 26,6°C pada cacing tanah, dan 26,5°C pada bekicot sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6. Nilai pH berada pada kisaran 7,6–7,9, dengan rata-rata 7,8 pada cacing sutra, 7,7 pada cacing tanah, dan 7,8 pada bekicot sebagaimana tercantum pada Tabel 7. DO berada pada kisaran 5,2–5,6 mg/L, dengan rata-rata 5,4 mg/L pada cacing sutra dan cacing tanah, serta 5,3 mg/L pada bekicot sebagaimana disajikan pada Tabel 8. Kondisi ini menunjukkan bahwa media pemeliharaan tidak mengalami fluktuasi ekstrem yang dapat menghambat metabolisme dan sintasan ikan.

Suhu, DO, dan pH merupakan faktor lingkungan utama yang dapat memengaruhi pertumbuhan ikan nila. Model pertumbuhan nila menunjukkan bahwa suhu, oksigen terlarut, dan pH menjadi penggerak penting terhadap performa produksi, sedangkan penyimpangan suhu, oksigen, pH, dan amonia dapat mengubah lintasan pertumbuhan dan menurunkan reliabilitas produksi (Mureithi et al., 2024). Interaksi suhu dan frekuensi pemberian pakan juga dapat memengaruhi pertumbuhan dan kualitas air; dalam percobaan dua bulan pada 360 juvenil nila berbobot 20,00 ± 1,26 g, kombinasi suhu 26, 28, dan 30°C dengan frekuensi makan berbeda menunjukkan respons pertumbuhan yang berbeda, dan suhu 30°C dengan dua kali

pemberian pakan menghasilkan bobot akhir tertinggi (Hamed et al., 2024). Dengan demikian, kestabilan suhu pada kisaran 26,3–26,8°C dalam penelitian ini membantu mengurangi kemungkinan bias lingkungan terhadap respons pakan.

Kesesuaian kualitas air juga berimplikasi terhadap efisiensi dan keberlanjutan budidaya. Pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam budidaya nila, yaitu sekitar 60–80% dari biaya produksi, sehingga penggunaan pakan lokal yang murah dan stabil secara teknis menjadi penting untuk meningkatkan keuntungan pembudidaya (Ragasa et al., 2022). Kajian sistematis menunjukkan bahwa penggantian protein tepung ikan dengan bahan alternatif dapat menurunkan biaya pakan karena banyak sumber protein pengganti lebih murah daripada tepung ikan; pertumbuhan lebih baik dilaporkan pada penggantian 50% dengan black soldier fly dan 25% dengan kedelai (Hua et al., 2023). Dalam konteks penelitian ini, cacing sutra, cacing tanah, dan bekicot memiliki potensi sebagai sumber pakan alami lokal, tetapi efektivitasnya tetap perlu dipahami bersama kondisi kualitas air yang stabil, bentuk pakan, tingkat konsumsi, dan efisiensi pemanfaatan nutrien selama pemeliharaan..

KESIMPULAN

Pemberian pakan alami yang berbeda menghasilkan respons deskriptif yang berbeda pada benih ikan nila, meskipun secara statistik tidak memberikan pengaruh nyata pada taraf 5%. Cacing sutra menunjukkan hasil pertumbuhan terbaik, dengan pertumbuhan panjang mutlak sebesar 2,99 cm dan pertumbuhan berat mutlak sebesar 6,37 g. Hasil ini menunjukkan bahwa cacing sutra berpotensi lebih kuat dalam mendukung pertumbuhan somatik dan peningkatan biomassa benih ikan nila. Cacing tanah menghasilkan respons pertumbuhan sedang, yaitu pertumbuhan panjang mutlak sebesar 2,11 cm dan berat mutlak sebesar 5,06 g, sehingga tetap berpotensi digunakan sebagai pakan alami, tetapi memerlukan perbaikan dalam bentuk penyajian atau formulasi agar penerimaan dan pemanfaatan nutrisinya lebih optimal. Bekicot menghasilkan pertumbuhan terendah, yaitu panjang mutlak 1,75 cm dan berat mutlak 4,73 g, tetapi memberikan tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 86,66%, sehingga berpotensi mendukung daya tahan dan kondisi pemeliharaan benih.

Kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran stabil, yaitu suhu 26,3–26,8°C, pH 7,6–7,9, dan oksigen terlarut 5,2–5,6 mg/L. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa lingkungan pemeliharaan tidak menjadi faktor pembatas utama terhadap performa ikan. Temuan ini berkontribusi pada pengembangan pengetahuan tentang pemanfaatan pakan alami lokal dalam budidaya ikan nila, khususnya bahwa cacing sutra lebih potensial untuk meningkatkan pertumbuhan, sedangkan bekicot lebih mendukung kelangsungan hidup. Penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan jumlah ulangan lebih banyak, periode pemeliharaan lebih panjang, kombinasi pakan alami, analisis proksimat, uji kecernaan, serta kajian kelayakan ekonomi untuk memperkuat rekomendasi pakan alami yang berkelanjutan dan efisien bagi produksi benih ikan nila.

DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Nader, M. M., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, S. M., & Khafaga, A. F. (2022). Effect of environmental factors on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Biometeorology, 66*, 2183–2194. https://doi.org/10.1007/s00484-022-02347-6

Abd El-Naby, A. S., El Asely, A. M., Hussein, M. N., Khattaby, A. A., Sabry, E. A., Abdelsalam, M., & Samir, F. (2024). Effects of dietary fermented *Saccharomyces cerevisiae* extract (Hilyses) supplementation on growth, hematology, immunity,

antioxidants, and intestinal health in Nile tilapia. *Scientific Reports, 14*, 12583. https://doi.org/10.1038/s41598-024-62589-9

Ahir, S., Chaudhary, R., Maraseni, A., & Karki, N. (2023). Comparative study of growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on different feed types. *Nepalese Veterinary Journal, 38*(1), 170–178. https://doi.org/10.3126/nvj.v38i1.55861

Amaliah, R., Amrullah, & Suriati. (2018). Manajemen pemberian pakan pada pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Prosiding Seminar Nasional Pertama Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 1*(1), 252–257. https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/48236/

Amare, T. A., Storebakken, T., Mørkøre, T., Nurfeta, A., & Ahlstrøm, Ø. (2025). Different dietary ratios of processed cassava leaf and root for Nile tilapia: Effects on digestibility, growth performance, and production economy. *Aquaculture International, 33*, Article 331. https://doi.org/10.1007/s10499-025-02011-x

Amira, K. I., Rahman, M. R., Sikder, S., Khatoon, H., Afruj, J., Haque, M. E., & Minhaz, T. M. (2021). Data on growth, survivability, water quality and hemato-biochemical indices of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry fed with selected marine microalgae. *Data in Brief, 38*, Article 107422. https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107422

Amjad, M., Hussain, S. M., Ali, S., Rizwan, M., Al-Ghanim, K. A., & Yong, J. W. H. (2024). Effectiveness of feeding different biochars on growth, digestibility, body composition, hematology and mineral status of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Scientific Reports, 14*, 13526. https://doi.org/10.1038/s41598-024-63463-4

Bara, A. R., Rebhung, F., & Lukas, A. Y. H. (2020). Pengaruh penambahan tepung daging bekicot (*Achatina fulica*) dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bandeng (*Chanos chanos*, Forskall). *Jurnal Aquatik, 3*(1), 59–71. https://ejurnal.undana.ac.id/jaqu/article/view/2913

Corne, Y., Rahardjo, S., Nurhudah, M., & Wiradana, P. A. (2024). Dry media formulation to increase productivity and quality of silkworms (*Tubifex* sp.) as a natural feed development for aquaculture. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada, 26*(2), 95–103. https://doi.org/10.22146/jfs.91351

Das, B., Islam, S. M. M., Nag, S. K., Al-Azim, Vatsos, I. N., & Siddik, M. A. B. (2024). Earthworm, *Perionyx excavatus* as an alternate protein source for Nile tilapia: Effects on growth performance, blood biochemistry, erythrocyte morphology and intestinal health. *Aquaculture International, 32*, 7647–7669. https://doi.org/10.1007/s10499-024-01533-0

de Araújo, S. P., de Assis, L. C., Kurpan, D., Telles, M., de Carvalho, A. G. A., Carneiro, G. R. A., Nogueira, F. C. S., Santos, P., Barbarino, E., Torres, A. G., Mendonça, P. P., & do Valle, A. F. (2024). Screening microalgae strains for fish feed of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and their zootechnical performance. *Journal of Applied Phycology, 36*, 2665–2679. https://doi.org/10.1007/s10811-024-03307-w

Dela Cruz, M. B., Aya, F. A., & Estante-Superio, E. G. (2025). Effects of restricted feeding rates on growth, production, and economics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in pond-based biofloc and traditional grow-out system. *Aquaculture International, 33*, Article 144. https://doi.org/10.1007/s10499-025-01833-z

Hamed, S., El-Kassas, S., Abo-Al-Ela, H. G., Abdo, S. E., Abou-Ismail, U. A., & Mohamed, R. A. (2024). Temperature and feeding frequency: Interactions with growth, immune response, and water quality in juvenile Nile tilapia. *BMC Veterinary Research, 20*, Article 508. https://doi.org/10.1186/s12917-024-04366-4

Hayati, S. N., Herdian, H., Damayanti, E., Istiqomah, L., & Julendra, H. (2011). Profil asam amino ekstrak cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) terenkapsulasi dengan metode spray drying. *Jurnal Teknologi Indonesia, 34*, 1–7. https://www.academia.edu/37476079/PROFIL_ASAM_AMINO_EKSTRAK_CACING_TANAH_LUMBRICUS_RUBELLUS_TERENKAPSULASI_DENGAN_METODE_SPRAY_DRYING

Helal, A. M., Zaher, M. M., Meshhal, D. T., Ashour, M., Younis, E. M., Abdelwarith, A. A., Al-Afify, A. D. G., Sharawy, Z. Z., Davies, S., El-Haroun, E., & Nassif, M. G. (2024). Biofloc supplementation improves growth performances, nutrient utilization, and histological status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) while enhancing zooplankton diversity, community, and abundance. *Aquaculture, 585*, Article 740711. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740711

Hendriana, A., Iskandar, A., Ramadhani, D. E., Wiyoto, W., Endarto, N. P., Hitron, R. A., Sitio, Y. I. K., & Anwar, R. V. (2023). Kinerja pertumbuhan ikan nila *Oreochromis niloticus* dengan tingkat pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal Sains Terapan, 13*(1), 60–66. https://doi.org/10.29244/jstsv.13.1.60-66

Khanjani, M. H., & Sharifinia, M. (2024). Feeding Nile tilapia with varying levels of biofloc: Effect on growth performance, survival rate, digestive and liver enzyme activities, and mucus immunity. *Aquaculture International, 32*, 8171–8194. https://doi.org/10.1007/s10499-024-01561-w

Kusuma, R. O., Dadiono, M. S., Kasprijo, Fitriadi, R., & Yeru, T. T. (2024). Growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile strain Nirwana with different natural feeding. *Journal of Artha Biological Engineering, 2*(1), 73–89. https://doi.org/10.62521/3bbmwy23

López-Jiménez, D., Espinosa-Chaurand, L. D., Maeda-Martínez, A. N., & Peraza-Gómez, V. (2023). Combined effect of temperature, salinity and dissolved oxygen on the survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry during transportation, at different densities and durations. *Aquaculture, 569*, Article 740283. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740283

Macusi, E. D., Cayacay, M. A., Santos, E. Q., Borazon, E. Q., Hionc, A., Fadriquela, N., & Sevilla, M. D. (2023). Protein fishmeal replacement in aquaculture: A systematic review and implications on growth and adoption viability. *Sustainability, 15*(16), Article 12500. https://doi.org/10.3390/su151612500

Magbanua, T. O., & Ragaza, J. A. (2023). Growth and whole-body proximate composition of *Oreochromis niloticus* Nile tilapia fed pea meal: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 7*, Article 1103263. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1103263

Mashhadizadeh, N., Khezri, S., Eslimi Esfahani, D., Mohammadzadeh, S., Ahmadifar, E., Ahmadifar, M., Moghadam, M. S., & El-Haroun, E. (2024). Enhancing growth performance, antioxidant defense, immunity response, and resistance against heat stress in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed *Saccharomyces boulardii* and/or

Bifidobacterium bifidum. *Aquaculture Reports, 38*, Article 102462. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102462

Meurer, F., Novodworski, J., & Bombardelli, R. A. (2024). Protein requirements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during production and reproduction phases. *Aquaculture and Fisheries*. https://doi.org/10.1016/j.aaf.2024.03.004

Mureithi, S. M., Mutuku, F. M., Mwangangi, J. M., & others. (2024). Impact of climatic and water quality parameters on tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish growth: Integrating ARIMA and ARIMAX for precise modeling and forecasting. *PLOS ONE, 19*(12), Article e0313846. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313846

Nash, W., & Greenwood, C. (2020). Microalgae-blend tilapia feed eliminates fishmeal and fish oil, improves growth, and is cost viable. *Scientific Reports, 10*, Article 19328. https://doi.org/10.1038/s41598-020-75289-x

Ngatung, J. E. E., Pangkey, H., & Mokolensang, J. F. (2017). Budi daya cacing sutra (*Tubifex* sp.) dengan sistim air mengalir di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Tatelu (BPBAT), Propinsi Sulawesi Utara. *e-Journal Budidaya Perairan, 5*(3), 18–22. https://doi.org/10.35800/bdp.5.3.2017.17610

Nguyen, H. Y. N., Trinh, T. L., Baruah, K., Lundh, T., & Kiessling, A. (2021). Growth and feed utilisation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed different protein levels in a clear-water or biofloc-RAS system. *Aquaculture, 536*, Article 736404. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736404

Niode, A. R., Nasriani, N., & Irdja, A. M. (2017). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada pakan buatan yang berbeda. *Akademika: Jurnal Ilmiah Media Publikasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 6*(2), 99–112. https://doi.org/10.31314/akademika.v6i2.51

Ortiz, A. S. V., Heluy, G. M., Ludke, M. D. C. M. M., Brito, L. O., dos Santos, J. F., Rabello, C. B. V., Ludke, J. V., Santos, A. C. A., de Oliveira, E. F., da Silva, J. A. G., & Coldebella, A. (2025). Effects and economic viability of earthworm meal (*Eisenia andrei*) and zeolite in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Aquaculture International, 33*, Article 14. https://doi.org/10.1007/s10499-024-01676-0

Pathak, C. R., Luitel, H., Pakhrin, W. T., Syahrulawal, L., Sadaula, G. P., Bhandari, D. R., Koirala, S., & Khanal, P. (2025). Nutritional potential of the giant African land snail (*Achatina fulica*) as a sustainable protein source for food and feed. *Journal of Agriculture and Food Research, 23*, Article 102179. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102179

Ragasa, C., Osei-Mensah, Y. O., & Amewu, S. (2022). Impact of fish feed formulation training on feed use and farmers' income: Evidence from Ghana. *Aquaculture, 558*, Article 738378. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738378

Ribeiro, D. M., de Carvalho, E. M., & Fonseca, G. (2024). Growth performance, survival rate, and water quality in an aquaculture system using different feeding strategies for juveniles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquatic Sciences and Engineering, 39*(1), 17–23. https://doi.org/10.26650/ASE20241338060

Rusmini, R., Kusumawati, N., Prahara, M. A., & Wikandari, P. R. (2016). Pelatihan budidaya cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) bagi para tani Desa Sumberdukun, Ngariboyo, Magetan. *Jurnal ABDI, 1*(2), 114–120. https://doi.org/10.26740/ja.v1n2.p114-120

Saputra, R. R., Sarwono, & Sukarti, K. (2020). Peningkatan protein dan lemak ikan nila jantan (*Oreochromis niloticus*) setelah diberi pakan buatan dengan tambahan (*Azolla microphylla*). *Jurnal Aquawarman, 6*(1), 182–190. https://repository.unmul.ac.id/handle/123456789/19221

Santos, R. A., Saputra, F., & others. (2025). Evaluating the potential of *Tubifex* meal as a fish meal substitute in the diet of Nile tilapia fry (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Unram*. https://jperairan.unram.ac.id/index.php/JP/article/view/1730

Sari, Y. P., Setyowati, D. N., & Lestari, D. P. (2023). The effect of the combination of snail flour in feed on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Fish Nutrition, 3*(1), 39–52. https://doi.org/10.29303/jfn.v3i1.1413

Syahrizal, S., Rustam, Z., & Hajar, S. (2015). Pemeliharaan ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) dalam wadah akuarium diberi pakan cacing sutra (*Tubifex* sp.) pada strata vertikal. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 15*(4), 164–169. https://www.neliti.com/publications/225599/