

Aplikasi Daun Kremah (*Alternanthera* sp.) sebagai Pakan Fungsional dalam Meningkatkan Efisiensi Pencernaan dan Histomorfologi Usus Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Dietary Application of Kremah Leaf (Alternanthera sp.) Enhances Digestive Efficiency and Intestinal Histomorphology in Nile Tilapia (Oreochromis niloticus)

Ayu Winna Ramadhani^{1*}, Dea Neriska Sari¹, R. Adharyan Islamy¹, Diana Aisyah¹, Reza Dwi Afandi²

¹PSDKU Akuakultur (Kampus Kota Kediri), Departemen Manajemen Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Kediri.

²PT Haida Agriculture Indonesia, Jl. Kraton Industri Raya No.4, Sawah, Pejengkungan, Kec. Kraton, Pasuruan.

*Korespondensi email: winnaramadhani@ub.ac.id

ABSTRACT

ARTICLE INFO

Article history:

Received: May 4th, 2026

Revised: June 24th, 2026

Accepted: August 28th, 2026

Onlined: September 06th, 2026

This study was conducted to determine the impact of kremah leaf meal (*Alternanthera* sp.) supplementation in commercial feed on digestive efficiency, intestinal histomorphology, growth performance, and survival rate of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The experiment employed a completely randomized design involving four treatments. (0%, 2%, 4%, and 6% kremah leaf meal inclusion) with three replicates was applied. A total of 120 fish (7–9 cm) were reared for 28 days. Parameters observed included gastric evacuation rate (GER), intestinal villi length, specific growth rate (SGR), survival rate (SR), and water quality. The supplementation significantly affected GER and intestinal villi length ($p < 0.05$). Fish fed a diet containing 6% kremah leaf meal exhibited the lowest stomach content weight (0.12 g), indicating improved digestive efficiency, and the greatest intestinal villi length (234.90 μm), reflecting enhanced absorptive capacity. The same treatment also produced the highest growth performance and survival rate (86.67%). Water quality parameters remained within optimal range throughout the experimental period. These findings demonstrate that dietary supplementation of 6% kremah leaf meal effectively improves digestive performance, intestinal morphology, and overall culture performance of Nile tilapia, demonstrating its potential as a functional feed ingredient derived from local resources to support sustainable aquaculture.

Key words: *Alternanthera* sp., Gastric Evacuation Time, Intestine Villi, *Oreochromis niloticus*

I. PENDAHULUAN

Tilapia (*Oreochromis niloticus*) adalah spesies ikan omnivora yang dapat mengonsumsi berbagai jenis pakan, dengan fitoplankton sebagai sumber makanan utamanya (Saputry & Latuconsina, 2022). Keunggulan lain dari ikan nila adalah pertumbuhannya yang relatif cepat, toleransi yang tinggi terhadap variasi lingkungan, dan kemampuannya untuk beradaptasi dengan berbagai sistem budidaya perikanan. Karakteristik ini menjadikan ikan nila sebagai salah satu spesies budidaya perikanan terpenting di dunia, dengan produksi global yang diproyeksikan akan terus meningkat hingga tahun 2030 (Samaddar, 2022). Dalam sistem budidaya intensif, biaya pakan mencakup porsi terbesar, sekitar 70% dari total biaya produksi. Situasi ini diperparah oleh fluktuasi pasokan bahan baku pakan global dan kenaikan harga akibat ketergantungan pada sumber bahan baku impor. Oleh karena itu, Pemanfaatan bahan baku lokal sebagai komponen formulasi pakan berpotensi menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan pembudidaya (Sunarno *et al.*, 2017).

Salah satu bahan baku lokal yang berpotensi adalah daun Kremah atau *Alligator weed* (*Alternanthera* sp.), yang secara luas dikenal sebagai gulma namun telah digunakan sebagai pakan ternak karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi (Yuliana & Ami, 2020). Selain protein, daun Kremah juga mengandung asam amino esensial, serat, vitamin, dan mineral yang berpotensi mendukung pertumbuhan dan kesehatan organisme akuatik. Tingkat palatabilitas dan daya cerna yang baik juga menjadikan daun Kremah sebagai kandidat yang menjanjikan untuk bahan pakan alternatif (Serdiati *et al.*, 2024).

Evaluasi keberhasilan pemanfaatan pakan tidak hanya didasarkan pada pertumbuhan, tetapi juga pada aspek fisiologis pencernaan. Pada ikan nila, efisiensi penyerapan nutrisi dapat

ditunjukkan oleh panjang villi usus, di mana villi yang lebih panjang mencerminkan peningkatan luas permukaan penyerapan (Magdy *et al.*, 2024). Selain itu, proses pencernaan di dalam lambung dapat dievaluasi melalui laju pengosongan lambung. Laju pengosongan lambung yang lebih cepat umumnya menunjukkan daya cerna pakan yang lebih baik dan efisiensi pemanfaatan nutrisi yang lebih tinggi (Fajriastuti, 2020).

Meskipun daun Kremah (*Alternanthera* sp.) telah dilaporkan memiliki kandungan protein, serat, mineral, dan senyawa bioaktif yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif dalam akuakultur, penelitian yang tersedia masih berfokus pada karakterisasi nilai nutrisi dan evaluasi performa pertumbuhan, sementara informasi mengenai pengaruhnya terhadap mekanisme fisiologis pencernaan ikan masih sangat terbatas (Serdiati *et al.*, 2024). Selain itu, efisiensi penggunaan pakan merupakan salah satu aspek penting dalam budidaya ikan nila, mengingat biaya pakan dapat mencapai lebih dari 60-70% terhadap total biaya produksi (Sunarno *et al.*, 2017). Parameter fisiologis seperti laju pengosongan lambung (*gastric evacuation rate*) dan morfologi villi usus merupakan indikator penting untuk menjelaskan kemampuan ikan dalam mencerna dan menyerap nutrient yang pada akhirnya memengaruhi pertumbuhan serta efisiensi pemanfaatan pakan (Zidni *et al.*, 2018; Magdy *et al.*, 2024). Namun, hingga saat ini belum ditemukan penelitian yang mengevaluasi pemanfaatan tepung daun Kremah sebagai pakan fungsional melalui pendekatan fisiologi pencernaan pada ikan nila.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan tepung daun Kremah (*Alternanthera* sp.) ke dalam pakan komersial terhadap laju pengosongan lambung serta karakteristik histologi villi usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan bukti ilmiah mengenai potensi

daun Kremah sebagai bahan baku pakan alternatif yang mampu meningkatkan efisiensi proses pencernaan dan mendukung fungsi fisiologis ikan nila. Temuan yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan formulasi pakan yang lebih efektif dan berkelanjutan untuk menunjang produktivitas budidaya ikan nila.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Ikan, Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Seluruh rangkaian penelitian berlangsung selama periode September hingga November 2025. Adapun pengujian terhadap variabel penelitian dilakukan pada bulan November sampai Desember 2025 di Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang.

2.2. Prosedur Penelitian

a. Produksi Pakan dengan Tambahkan Tepung Daun Kremah

Proses pembuatan tepung daun *Alternanthera* sp. diawali dengan pengambilan daun segar yang berasal dari wilayah Sumber Pasir, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Daun yang telah dikumpulkan kemudian dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran maupun sisa-sisa bahan yang masih menempel pada permukaannya. Selanjutnya, daun dikeringkan secara bertahap, kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 45°C sesuai prosedur yang dijelaskan oleh Nubatonis dkk. (2024). Setelah kadar airnya berkurang dan daun benar-benar kering, bahan tersebut dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk, kemudian diayak menggunakan saringan berukuran 300 mesh untuk memperoleh tepung dengan ukuran partikel yang seragam.

Pakan uji disiapkan menggunakan pakan komersial T78-2 (protein kasar 25%, lemak kasar 5%, serta kandungan maksimum serat

kasar 8%, kadar abu 12%, dan kadar air 10%) sebagai bahan dasar, yang digiling dan disaring hingga ukuran 300 mesh, kemudian ditimbang masing-masing 1 kg dan ditambahkan bubuk daun Kremah sesuai perlakuan 0%, 2%, 4%, dan 6%. Hasil campuran tersebut ditambahkan dengan 20% air dan 3 g bahan pengikat (progol), diaduk hingga homogen, dicetak menggunakan mesin pembuat pelet sesuai ukuran mulut ikan nila (*Oreochromis niloticus*), kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari dan disimpan dalam wadah kedap udara sebelum digunakan.

Sebanyak 120 ekor ikan nila (*O. niloticus*) berukuran 7–9 cm yang diperoleh dari Peternakan Ikan Khawi dipelihara selama 28 hari dalam akuarium dengan ukuran 50x30x35 cm dengan kepadatan stok 10 ekor. Selama masa pemeliharaan, pemberian pakan dilakukan sebanyak tiga kali dalam sehari, yaitu pada pukul 08:00, 12:00, dan 16:00 WIB sesuai dengan perlakuan, dan sisa pakan serta kotoran dibuang secara rutin untuk menjaga kualitas air.

b. Pengamatan Laju Pengosongan Lambung

Pengamatan laju pengosongan lambung (*Gastric Evacuation Rate* atau GER) dilakukan pada minggu ke-0, minggu ke-2, dan minggu ke-4 untuk mengevaluasi respon pencernaan temporal ikan nila terhadap pemberian perlakuan pakan. Sebelum pengujian, ikan uji dipuasakan selama 24 jam, kemudian diberi pakan hingga kenyang, dan selanjutnya dipelihara dalam tangki yang diberi aerasi. Proses pengambilan sampel dilakukan 4 jam setelah ikan diberi pakan, disesuaikan dengan interval pemberian pakan penelitian, sehingga kondisi lambung mencerminkan laju pengosongan sebelum jadwal pemberian pakan berikutnya. Isi lambung diperoleh melalui pembedahan, kemudian lambung ditimbang untuk menentukan berat isi lambung sebagai dasar perhitungan GER (Yunus & Nur, 2023).

c. Pengamatan Jaringan Usus

Ikan dibedah untuk mengeluarkan ususnya. Sampel usus yang telah dibersihkan dimasukkan ke dalam larutan fiksasi 10% Neutral Buffered Formalin (NBF) untuk menghentikan aktivitas biologis dan menjaga integritas struktur jaringan. Proses fiksasi berlangsung selama 24 jam. Setelah itu, proses dehidrasi jaringan dilakukan melalui perendaman secara bertahap dalam larutan alkohol dengan konsentrasi yang bervariasi (70%, 80%, 90%, hingga 100%), masing-masing selama 45 menit. Selanjutnya, proses pembersihan dilakukan menggunakan larutan xilol dua kali, dengan masing-masing tahap berlangsung selama 45 menit. Tahap berikutnya adalah pembungkusan dan pemblokiran, yang melibatkan penempatan sampel dalam parafin cair hingga mengeras, membentuk blok parafin yang memudahkan proses pemotongan. Blok parafin yang mengandung jaringan usus kemudian diiris tipis menggunakan mikrotom dengan ketebalan sekitar 5 μm .

Langkah berikutnya adalah pemotongan jaringan menggunakan mikrotom. Irisan tersebut kemudian ditempatkan pada kaca preparat mikroskop. Setelah itu, dilakukan pewarnaan menggunakan larutan hematoxylin dan eosin (H&E). Proses pewarnaan preparat dilakukan menggunakan beberapa jenis larutan, yaitu xilol, alkohol absolut, air suling, hematoksin, dan eosin. Tahapan diawali dengan perendaman sampel dalam larutan xilol selama 1 menit, kemudian dilanjutkan secara berturut-turut ke dalam alkohol absolut selama 5 menit, air suling selama 1 menit, dan larutan hematoksin selama 4 menit. Setelah proses tersebut, preparat dicuci menggunakan air bersih sebelum direndam dalam larutan eosin selama 2 menit. Selanjutnya, sampel kembali dicuci dan menjalani proses dehidrasi melalui perendaman dalam alkohol 90% selama 1 menit, dilanjutkan alkohol absolut selama 2 menit, kemudian dilakukan proses penjernihan menggunakan xilol selama 4 menit. Preparat yang telah selesai diwarnai kemudian

dipasang pada kaca objek menggunakan perekat entellan agar jaringan melekat dengan baik.

Pewarnaan hematoksin-eosin (H&E) diterapkan untuk memperjelas morfologi jaringan sehingga setiap komponen sel dapat diamati dengan lebih jelas. Pada metode ini, hematoksin mewarnai inti sel menjadi biru, sedangkan eosin memberikan warna merah muda hingga merah pada sitoplasma dan jaringan penunjang. Setelah seluruh tahapan pewarnaan selesai, preparat diamati menggunakan mikroskop untuk mengevaluasi struktur jaringan sesuai prosedur yang dijelaskan oleh Nanda dan Abdullah (2021).

Pengukuran panjang villi dilakukan pada usus tengah menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 40x. Panjang villi ditentukan dengan mengukur jarak dari dasar mukosa hingga ujung villi menggunakan perangkat lunak Olympus Cellsens. Pengukuran dilakukan pada villi bagian atas, kanan, kiri, dan bawah, kemudian dibagi menjadi empat replikasi untuk memperoleh nilai panjang villi usus. Rata-rata panjang villi usus menurut (Salam *et al.*, 2023) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Prv = \frac{PVki + PVka + PVat + PVbw}{4}$$

Deskripsi:

Prv = Panjang rata-rata villi usus (μm)

Pvki = Panjang villi usus kiri (μm)

Pvka = Panjang villi usus kanan (μm)

Pvat = Panjang villi usus bagian atas (μm)

d. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Pengambilan sampel SGR dilakukan setiap minggu dengan menimbang berat awal ikan pada awal budidaya dan berat akhir pada akhir periode penelitian. Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan digital setelah ikan puasa untuk mengurangi pengaruh isi saluran pencernaan terhadap berat badan. SGR kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$SGR = \frac{LnWt - LnW0}{t} \times 100\%$$

Deskripsi:

SGR = Laju Pertumbuhan Spesifik (%/hari)

Wt = Berat rata-rata pada akhir (gr)

W0 = Berat rata-rata pada awal (gr)

T = Lama masa pemeliharaan (hari)

e. Tingkat Kelulushidupan (SR)

Pengambilan sampel Tingkat Kelulushidupan (SR) dilakukan dengan menghitung jumlah ikan yang masih hidup pada akhir masa pemeliharaan dan membandingkannya dengan jumlah ikan yang ditebar pada awal penelitian. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mencatat angka kematian ikan selama periode penelitian. Nilai SR kemudian dihitung dalam bentuk persentase untuk menentukan tingkat kelangsungan hidup ikan pada setiap perlakuan. Rumus SR adalah sebagai berikut:

$$SR = \frac{NT}{N0} \times 100\%$$

Deskripsi:

SR = Tingkat Kelangsungan Hidup (%)

Nt = Jumlah ikan pada akhir (ekor)

N0 = Jumlah ikan pada awal (ekor)

f. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, pH dan DO. Suhu diukur menggunakan termometer digital dengan menempatkannya di dalam air selama 2-5 menit hingga pembacaan stabil. Pengukuran nilai pH dilakukan dengan pH meter yang dicelupkan langsung ke dalam air hingga stabil. Pengukuran DO dilakukan menggunakan menggunakan DO meter dengan probe sensor yang dimasukkan ke dalam air dan dibiarkan hingga stabil, kemudian dicatat (Husayn *et al.*, 2023).

2.3. Analisis Data

Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari kontrol (pakan tanpa tepung daun Kremah), P1 (pakan + 2%), P2 (pakan + 4%), P3 (pakan + 6%). Parameter yang diamati adalah laju pengosongan lambung dan histologi villi usus, Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR), tingkat kelangsungan hidup (SR), pH, DO, dan suhu.

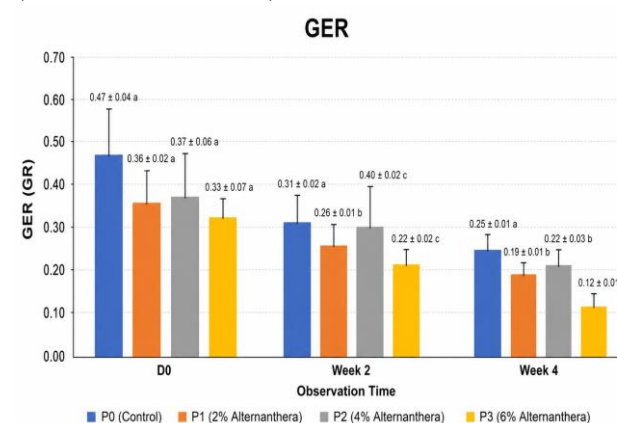
Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam satu arah (One-Way ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Sebelum dilakukan ANOVA, data diuji normalitas dan homogenitas untuk memenuhi asumsi analisis. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), maka analisis dilanjutkan dengan uji lanjut **Least Significant Difference (LSD)** untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

a. Laju Pengosongan Lambung

Efisiensi pakan dapat dipengaruhi oleh laju pengosongan lambung, di mana semakin cepat proses pencernaan pakan di dalam lambung ikan, semakin tinggi efisiensi pemanfaatan pakan (Mullah *et al.*, 2019).



Gambar 1. Laju Pengosongan Lambung

Berdasarkan hasil pengamatan awal (minggu ke-0), nilai laju pengosongan lambung ikan nila pada seluruh perlakuan berada pada kisaran

0,33–0,47 g. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi awal ikan relatif seragam, sehingga nilai GER pada minggu ke-0 dapat dijadikan sebagai acuan dasar (Zidni et al., 2018). Pengamatan pada minggu kedua menunjukkan adanya penurunan berat isi lambung menjadi 0,22–0,40 g. Selanjutnya, pada minggu ke-4, berat lambung ikan pada perlakuan P1, P2, dan P3 kembali mengalami penurunan, masing-masing menjadi 0,19 g, 0,22 g, dan 0,12 g.

b. Histologi Villi Usus

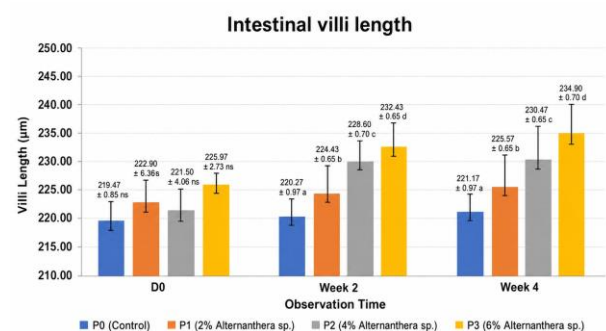


Gambar 2. Struktur jaringan usus ikan nila. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop Olympus C X23, dengan perbesaran 400x. M: Mukosa, LE: lapisan epitel, LP: lapisan propria, Sm: Submukosa, Ms: Muskularis

Pada akhir periode pemeliharaan, satu ekor ikan dipilih secara acak dari setiap unit percobaan untuk analisis histologi usus, sehingga total sampel yang diamati sebanyak 12 ekor ikan (4 perlakuan $\times$ 3 ulangan). Bagian usus tengah (midgut) diambil dan difiksasi dalam larutan Neutral Buffered Formalin (NBF) 10% selama 24 jam. Kemudian jaringan diproses melalui tahapan dehidrasi, clearing, embedding menggunakan parafin, pemotongan menggunakan mikrotom dengan ketebalan $\pm 5 \mu\text{m}$, serta pewarnaan hematoxilin-eosin (H&E).

Pengamatan struktur villi usus ikan (Gambar 2) dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x. Panjang villi diukur dari lapisan mukosa hingga lapisan submukosa. Usus

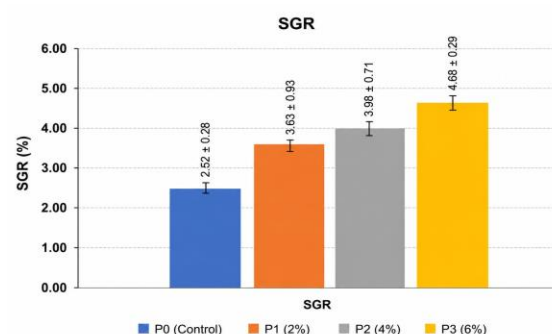
ikan terdiri dari beberapa lapisan, yaitu mukosa, submukosa, muscularis, dan membran serosa (Alif et al., 2021). Karakteristik histologis usus dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor abiotik dan biotik, termasuk spesies dan jenis pakan, kebiasaan makan, usia, serta bentuk tubuh ikan. Usus ikan terdiri dari beberapa lapisan, yaitu mukosa, submukosa, muscularis, dan serosa. Lapisan mukosa terdiri dari epitel, lamina propria, dan muscularis mukosa. Villi usus terdapat pada enterosit yang membentuk lapisan epitel (Özel et al., 2018).



Gambar 3. Panjang villi usus

Berdasarkan pengamatan awal (D0), panjang vili usus ikan nila pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 219,47–225,97 μm . Pada minggu kedua, panjang vili usus menunjukkan kisaran 220,27–232,43 μm pada perlakuan pakan dengan penambahan tepung. Selanjutnya, pada minggu keempat, terjadi peningkatan panjang vili usus dengan kisaran 221,17–234,90 μm .

c. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

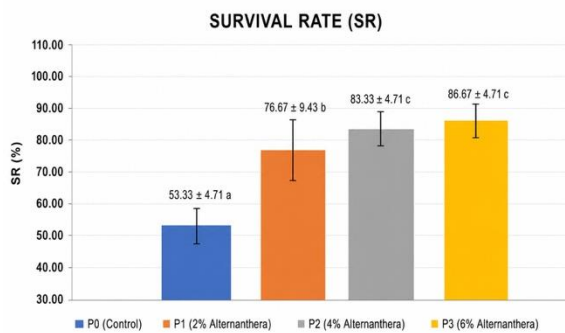


Gambar 4. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Berdasarkan hasil pengamatan SGR ikan nila, penambahan daun Kremah ke dalam pakan

menunjukkan kecenderungan untuk meningkatkan laju pertumbuhan ikan. Nilai SGR tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (6%), yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis daun kremah menjadi 6% dalam pakan memberikan respons pertumbuhan terbaik.

d. Tingkat Kelulushidupan (SR)

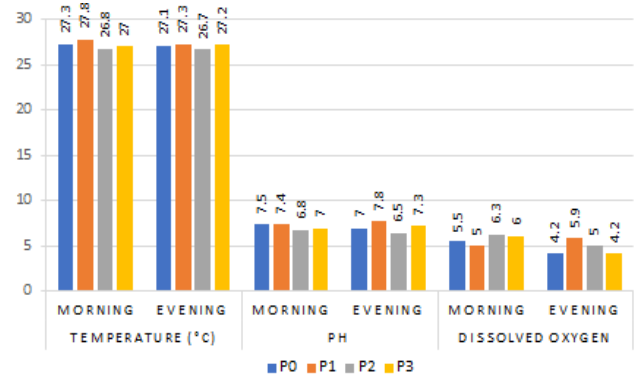


Gambar 5. Tingkat Kelangsungan Hidup (SR)

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap SR ikan nila (Gambar 5), penambahan bubuk daun Kremah ke dalam pakan menunjukkan kecenderungan peningkatan nilai SR selama periode pemeliharaan. Nilai SR tertinggi didapatkan pada perlakuan P3 (6%) sebesar 86,67%, yang menunjukkan bahwa penambahan bubuk daun Kremah dengan dosis hingga 6% dalam pakan mampu memberikan kondisi lingkungan fisiologis yang lebih baik bagi ikan.

Hal ini diduga terkait dengan senyawa bioaktif pada daun Kremah, yang berperan dalam meningkatkan kekebalan ikan dan mengurangi tingkat stres selama pemeliharaan, sehingga mendukung kelangsungan hidup benih ikan nila (Santikawati *et al.*, 2022). SR yang tinggi menunjukkan bahwa ikan dibudidayakan dalam kondisi optimal, sedangkan nilai SR yang rendah mungkin mengindikasikan adanya masalah seperti wabah penyakit, tingkat stres yang tinggi, atau kualitas air yang buruk (Renaldy *et al.*, 2024).

e. Kualitas Air



Gambar 6. Kualitas air Selama periode

Selama periode pemeliharaan, suhu air dalam budidaya ikan nila berada pada kisaran 25–28 °C, yang masih dianggap optimal untuk menunjang pertumbuhan dan tingkah kelangsungan hidup. Kisaran ini sesuai dengan standar operasional budidaya ikan nila (25–32 °C), di mana suhu memainkan peran penting dalam mengatur aktivitas metabolisme ikan (Wibowo, 2021). Variasi suhu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan iklim, sehingga penurunan suhu udara umumnya diikuti oleh penurunan suhu air. Pada perlakuan P2, suhu pada sore hari lebih rendah daripada pada pagi hari meskipun pemeliharaan dilakukan di dalam ruangan, yang diduga dipengaruhi oleh faktor internal seperti aerasi, waktu pengukuran, atau penggantian air. Suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan penurunan nafsu makan dan meningkatkan kerentanan terhadap serangan penyakit, sedangkan suhu yang terlalu tinggi berpotensi merusak insang dan memicu stres pernapasan pada ikan (Fradina & Latuconsina, 2022).

Selama periode pemeliharaan, nilai pH berada di kisaran 7–8, yang masih ideal untuk mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan nila, karena budidaya ikan nila umumnya memerlukan pH optimal 6,5–8,5. Nilai pH di luar kisaran ini, terutama jika terlalu tinggi, dapat meningkatkan kadar amonia beracun yang berpotensi membahayakan ikan,

serta memicu stres dan menurunkan sistem kekebalan tubuh, sehingga ikan menjadi lebih rentan terhadap penyakit. Selama penelitian, kualitas air dikelola melalui pembuangan dan penggantian air rutin sekali seminggu untuk menjaga stabilitas pH dan suhu, sementara penambahan daun Kremah dalam pakan tidak secara langsung memengaruhi pH karena dikonsumsi oleh ikan dan tidak ditambahkan ke medium air (Caesar *et al.*, 2021).

Selama masa pemeliharaan, konsentrasi DO dalam budidaya ikan nila berada pada kisaran 4–6 mg/L, yang masih berada dalam kisaran toleransi sehingga dapat menunjang kelangsungan hidup ikan. Kisaran DO yang optimal untuk pertumbuhan ikan nila umumnya yaitu 5–7 mg/L, sedangkan nilai di bawah 3 mg/L dapat menyebabkan gangguan fisiologis dan bahkan kematian (Sembodo *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata DO pada semua perlakuan masih mendukung pertumbuhan, sehingga aktivitas metabolik, efisiensi pemanfaatan pakan, dan laju pertumbuhan ikan tetap baik. Stabilitas DO dalam penelitian ini diduga disebabkan oleh pasokan aerator yang meningkatkan difusi oksigen ke dalam media. Sebaliknya, tingkat DO yang rendah berpotensi menyebabkan stres, penurunan nafsu makan, dan peningkatan risiko kematian akibat kondisi anoksik (Abd *et al.*, 2022).

3.2 Pembahasan

Hasil pengamatan GER yang dilakukan pada minggu kedua menunjukkan penurunan berat lambung ke kisaran 0,22–0,40 g dan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok ($p < 0,05$). Penurunan ini menunjukkan bahwa semakin rendah isi lambung, semakin cepat proses penyerapan nutrisi di dalam lambung ikan (Karimah & Samidjan, 2018). Proses pencernaan ini sejalan dengan laju metabolisme ikan, di mana semakin cepat ikan mencerna makanan, semakin rendah pula isi lambungnya (Zidni *et al.*, 2018).

Pada pengamatan laju pengosongan lambung (GER) pada minggu ke-4, berat lambung ikan pada perlakuan P1, P2, dan P3 menurun menjadi masing-masing 0,19 g, 0,22 g, dan 0,12 g, dengan nilai signifikansi ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap laju pengosongan lambung pada pengamatan minggu keempat. Penurunan berat lambung terendah pada perlakuan P3 menunjukkan pakan pada perlakuan ini lebih cepat dikosongkan dari lambung, yang diduga berkaitan dengan peningkatan efisiensi penyerapan pakan oleh tubuh ikan (Nasution *et al.*, 2021).

Pada dosis 6%, kandungan nutrisi, terutama protein (24,79%) dan serat (12,54%), diduga berada pada tingkat yang baik untuk merangsang aktivitas enzim (protease, amilase, dan lipase) dan meningkatkan motilitas saluran pencernaan, sehingga proses degradasi pakan dan pengeluaran sisa makanan dari lambung terjadi lebih cepat tanpa menimbulkan gangguan akibat kelebihan serat. Secara keseluruhan, percepatan pengosongan lambung ini meningkatkan kesiapan ikan untuk menerima pakan berikutnya, mengoptimalkan konsumsi, dan menyediakan energi yang lebih besar untuk pertumbuhan, sehingga perlakuan 6% menunjukkan respons fisiologis terbaik dalam mendukung efisiensi pencernaan ikan nila.

Hasil pengamatan awal (D0) menunjukkan bahwa sebelum pemberian pakan komersial yang ditambahkan daun Kremah, panjang villi usus ikan masih relatif seragam di seluruh perlakuan. Panjang villi usus diukur untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hal ini dilakukan untuk menentukan apakah perlakuan memiliki pengaruh terhadap panjang villi usus (Iriani *et al.*, 2025).

Hasil pengamatan minggu kedua dan keempat menunjukkan kecenderungan panjang villi usus meningkat seiring dengan peningkatan tingkat perlakuan. Villi usus dengan luas permukaan yang memadai memungkinkan efisiensi

penyerapan nutrisi yang lebih tinggi, sehingga mendukung pertumbuhan ikan yang optimal (Haetami *et al.*, 2022). Villi usus yang lebih panjang menandakan peningkatan kapasitas penyerapan nutrisi pada saluran pencernaan. Semakin panjang villi, semakin luas pula luas permukaan usus yang tersedia untuk penyerapan nutrisi dari pakan. Perluasan area saluran pencernaan, seperti peningkatan panjang villi dan mikrovilli, serta pemanjangan saluran pencernaan, memungkinkan ikan untuk terus memenuhi kebutuhan nutrisinya secara normal (Erian *et al.*, 2018).

Perawatan dengan dosis 6% diyakini memberikan kondisi paling optimal untuk perkembangan struktur villi karena keseimbangan protein, serat, dan senyawa bioaktif berada pada tingkat yang sesuai untuk merangsang proliferasi sel epitel usus. Kandungan nutrisi dan fitokimia dalam daun Kremah diyakini berperan dalam meningkatkan kesehatan mukosa usus, meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, dan memperluas permukaan penyerapan. Kondisi ini menyebabkan proses penyerapan nutrisi berlangsung lebih efisien, sehingga mendukung pertumbuhan ikan. Dosis 6% merupakan perlakuan terbaik untuk meningkatkan panjang villi usus dan efektivitas fungsi pencernaan ikan nila (Serdiati *et al.*, 2024).

Penambahan bubuk daun Kremah dalam pakan diduga mampu meningkatkan panjang vili usus melalui kandungan nutrisinya, terutama protein, serat, dan senyawa bioaktif, yang berperan dalam memperbaiki kondisi fisiologis saluran pencernaan. Protein berkontribusi dalam proses regenerasi dan proliferasi sel epitel usus, sehingga menghasilkan struktur vili yang lebih berkembang dan fungsional. Selain itu, senyawa bioaktif yang bersifat antioksidan berpotensi menekan stres oksidatif pada jaringan usus, menjaga integritas mukosa, serta meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi (Risna *et al.*, 2020). Peningkatan kapasitas penyerapan ini

selanjutnya berimplikasi pada pemanfaatan nutrisi yang lebih optimal, yang tercermin pada peningkatan laju pertumbuhan spesifik (SGR) seiring dengan meningkatnya dosis penambahan daun Kremah dalam pakan.

IV. KESIMPULAN

Penambahan tepung daun Kremah (*Alternanthera* sp.) sebesar 6% dalam pakan komersial merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan efisiensi pencernaan dan memperbaiki histomorfologi usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*), yang ditunjukkan oleh pengosongan lambung yang lebih cepat dan villi usus yang lebih panjang dibandingkan perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan serta bantuan selama pelaksanaan penelitian hingga tahap penyusunan manuskrip ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi di Luar Kampus Utama (PSDKU) Kediri, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, atas dukungan dan fasilitas yang telah disediakan selama kegiatan penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd, M. E., Hack, E., El, M. T., Maha, S., Heba, M. N., Amira, M. S., Tahan, M. El, Soliman, S. M., & Khafaga, A. F. (2022). Effect of environmental factors on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Biometeorology*, 66(11), 2183–2194. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02347-6>
- Alif, A., Syawal, H., & Riau waty, M. (2021). Histopathology of the Liver and Intestines of Siamese Catfish (*Pangasionodon hypophthalmus*) Fed with Feed Containing *Rhizophora apiculata* Leaf Extract. *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(2), 152–161.

- Caesar, N. R., Yanuhar, U., Raharjo, D. K. W. P., & Junirahma, N. S. (2021). Monitoring of water quality in the catfish (*Clarias* sp.) farming in Tuban Regency Monitoring of water quality in the catfish (*Clarias* sp.) farming in Tuban Regency. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 718(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/718/1/012061>
- Erian, V., Zainuddin, & Balqis, U. (2018). Zainuddin, Z., & Balqis, U. (2018). Overview of the Surface Area of the Intestinal Villi of Adult Male Local Catfish (*Clarias batrachus*). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner, 2(3), 283–287.
- Fajriastuti, T. I. (2020). “P Effect of Lumbricus sp. Extract Dosage in Fermented Feed on Gastric Emptying Rate and Blood Glucose Levels in Milkfish (*Chanos chanos* Forsskal 1775). Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin.
- Fradina, I. T., & Latuconsina, H. (2022). Feed Management for Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Broodstock and Fry at the Aquaculture Facility, Kepanjen-Malang Regency. -Journal of Science and Technology, 3(1), 29–45.
- Haetami, K., Mulyani, Y., & Aisyah. (2022). The Effect of Bacillus CgM22 Probiotic Induction in Feed on Weight Gain and Intestinal Villi Morphometry in Common Carp (*Cyprinus carpio*). Jurnal Perikanan Unram, 12(3), 395–407.
- Husayn, M. M., Yonarta, D., Azhari, M., & Anggana, M. (2023). Study of aquaculture water quality for tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the aquaponic system at the Deju Farm hatchery unit. Journal of Artha Biological Engineering, 1(1), 35–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.62521/82311k54>
- Iriani, F., Hadijah, & Umar, N. (2025). The effect of feeding *Hermetia illucens* maggots using different culture media on histological changes in the intestines of koi fish *Cyprinus carpio*. Journal of Aquaculture and Environment, 8(1), 22–27. <https://doi.org/10.35965/jae.v8i1.6784>
- Karimah, U., & Samidjan, I. (2018). Growth performance and survival rate of tilapia (*Oreochromis niloticus*) given different amounts of feed . Journal of Aquaculture Management and Technology, 7(1), 128–135.
- Magdy, Y., Tantawy, A. H., & Khalil, E. K. (2024). Ultrastructural and histological study of intestine of adult Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*). Benha Veterinary Medical Journal, 46(1), 1–4. <https://doi.org/https://doi.org/10.21608/bvmj.2024.271731.1792>
- Mullah, A., Diniarti, N., & Astriana, B. H. (2019). The effect of adding silkworms (*Tubifex*) as a combination of artificial feed on feed utilization efficiency and growth of Sangkurang catfish larvae (*Clarias gariepinus*). Jurnal Perikanan Unram, 9(2), 160–171. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jp.v9i2.163>
- Nainggolan, Y., Hutapea, D. L., Sirait, W. F., & Sirait, M. (2025). Anava single lane (One Way – Anova). Innovative: Journal Of Social Science Research, 5(1), 5670–5682. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/innovative.v5i1.17989>
- Nasution, M. R., Aryani, N., & Nuraini. (2021). The Effect of Stocking Density and Different Feeding Frequencies on the Growth and Survival of Baung Fish Larvae (*Hemibagrus nemurus*). Ilmu Perairan (Aquatic Science), 9(3), 173–179.
- Nubatonis, D., Santoso, P., Jasmanindar, Y., Cendana, U. N., Penfui, J. A., & Kodepos, K. K. (2024). The Effect of Adding Moringa Leaf Powder to Feed on the Growth of Patin Fish (*Pangasius* sp.). Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan, 23(2), 14–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v23i2.4583>
- Özel, O. T., Coşkun, I., & Çakmak, E. (2018). Intestine Villi Morphology of Black Sea Trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814). Journal of Limnology and Freshwater Fisheries

- Research*, 4(1), 42–46.
<https://doi.org/10.17216/LimnoFish.365434>
- Renaldy, A., Ilmiah, & Hasnidar. (2024). Administration of EM4 Probiotics in Feed on Tilapia Growth (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Nusantara*, 1(2), 131–142.
- Risna, F., Handayani, L., & Nurhayati. (2020). The effect of adding fish bone activated charcoal to feed on the histology of tilapia intestines (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Tilapia*, 1(2), 28–33.
- Salam, N. I., Chadijah, A., & Rahmi. (2023). The Effect of Red Bean Flour Concentration on the Morphometric Conditions of Milkfish Intestines *Chanos chanos* Forskal , 1755). *JSIPi (Jurnal Sains Dan Inovasi Perikanan)*, 7(2), 116–120.
<https://doi.org/10.33772/jsipi.v7i2.150>
- Samaddar, A. (2022). Recent trends on tilapia cultivation and its major socioeconomic impact among some developing nations: A review. 16(4), 1–11.
<https://doi.org/10.9734/AJFAR/2022/v16i430376>
- Santikawati, S., Sitinjak, L., & Waruwu, R. A. (2022). The Effect of Temperature on the Specific Growth Rate and Survival Rate of Tilapia Fry (*Oreochromis niloticus*) With Photoperiod Manipulation Technology. *Tapian Nauli: Jurnal Penelitian Terapan Perikanan Dan Kelautan*, 4(2), 9–17.
- Saputry, A. M., & Latuconsina, H. (2022). The effect of papaya leaf extract (*Carica papaya*) with concentration on egg hatchability of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 7, 113–116.
- Sembodo, P. A., Maizar, A., Hertika, S., & Kilawati, Y. (2023). Analysis of Water Quality and Phagocytic Activity (*Clarias* sp.) in Aquaponic and Non-Aquaponic Cultivation Systems. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8814–8820.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4295>
- Serdiati, N., R, A. I., Noorhidayat, B. M., Veryl, H., & Fitri, S. V. (2024). Nutritional Value of Alligator weed (*Alternanthera philoxeroides*) and Its Application for Herbivorous Aquaculture Feed. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 13(3), 318–324.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2024.124>
- Simanjuntak, U., Yulianto, T., Kusuma, W., Putra, A., Kunci, K., Simanjuntak, U., Yulianto, T., Kusuma, W., & Putra, A. (2022). The Effect of Feeding Time on the Efficiency and Growth Rate of Grouper Fish (*Epinephelus fuscoguttatus* x *Epinephelus lanceolatus*). *Jurnal Intek Akuakultur*, 6(1), 57–70.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31629/intek.v6i1.3643>
- Sunarno, M. T. D., Kusmini, I. I., & Prakoso, V. A. (2017). Utilization of local raw materials in klungkung, bali for best tilapia feed (*Oreochromis niloticus*). *Media Akuakultur*, 12(2), 105–112.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/ma.12.2.2017.105-112>
- Wibowo, S. (2021). Utilization of Fish Ponds for Plant Cultivation Using Aquaponics. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(4), 921–927.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i4.7161>
- Yuliana, A. I., & Ami, M. S. (2020). Analysis of vegetation and potential utilization of weed species after corn cultivation. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 4(2), 20–28.
- Zidni, I., Afrianto, E., Mahdiana, I., Herawati, H., & S, I. B. (2018). Gastric Evacuation Rate of common carp (*Cyprinus carpio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 9(2), 147–151.