

Kualitas Air Media Budidaya Nila (*Oreochromis niloticus*): Efek Pakan Bersinbiotik EM4 dan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.)

Wildanti Arifaddini*, Gede Ari Yudasmaru dan Made Dwipa Kusuma Maharani

Program Studi Akuakultur, jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan, FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha. Jln. Udayana Nomor 11, Singaraja, Bali

*e-mail korespondensi: wildanti@undiksha.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 15 November 2025
Disetujui : 26 November 2025
Terbit Online : 28 November 2025

Kata Kunci:

Oreochromis niloticus,
Sinbiotik,
Kualitas Air,
EM4,
Ipomoea batatas L.

ABSTRAK

Peningkatan produksi *Oreochromis niloticus* dalam sistem budidaya intensif sering terhambat oleh penurunan kualitas air akibat akumulasi limbah organik. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas pakan bersinbiotik, kombinasi Probiotik EM4 dan Prebiotik tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.), dalam memitigasi senyawa nitrogen toksik dan memperbaiki ekosistem perairan. Kebaharuan penelitian ini terletak pada evaluasi dosis sinbiotik spesifik (EM4 x *I. batatas* L.) terhadap efisiensi siklus nitrifikasi dan respon dinamika komunitas plankton sebagai biofilter alami dalam media budidaya nila tanpa pergantian air. Penelitian eksperimental dengan pendekatan deskriptif selama 30 hari, ini membandingkan tiga perlakuan: Kontrol (tanpa sinbiotik), Dosis A (Probiotik 1% + Prebiotik 2%), dan Dosis B (Probiotik 2% + Prebiotik 1,5%). Parameter yang diukur meliputi amonia, nitrit, nitrat, dan komposisi plankton. Hasil menunjukkan perlakuan sinbiotik secara signifikan menjaga kualitas air. Perlakuan Kontrol mengalami akumulasi nitrit sangat tinggi, mencapai 35,67 mg/L, yang berakibat pada mortalitas. Sebaliknya, Dosis A dan B berhasil mengendalikan kadar amonia dan nitrit, menunjukkan peningkatan efisiensi siklus nitrifikasi. Dosis A (1% Probiotik, 2% Prebiotik) terbukti paling optimal, memicu pertumbuhan masif plankton (biofilter alami) dengan kelimpahan tertinggi ($4,97 \times 10^6$ ind/mL) di akhir penelitian. Simpulan, pemberian pakan bersinbiotik, khususnya Dosis A, merupakan strategi manajemen kualitas air yang efektif dalam menciptakan lingkungan budidaya yang seimbang.

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas akuakultur unggulan di Indonesia, dicirikan oleh perawatannya yang mudah, pertumbuhan yang cepat, dan toleransi lingkungan yang tinggi, menjadikannya pilihan utama untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat (Harmilia *et al.* 2020). Keberhasilan dan produktivitas budidaya sangat bergantung pada kualitas air yang optimal, di mana air berfungsi sebagai media eksternal dan internal yang mempengaruhi seluruh siklus hidup dan metabolisme ikan (Koniyo, 2020; Saputra *et al.* 2023). Namun, tantangan terbesar dalam sistem budidaya intensif adalah penurunan kualitas air akibat akumulasi limbah organik, terutama dari sisa pakan yang tidak termakan dan ekskresi ikan (Scabra dan Setyowati, 2019). Akumulasi bahan organik ini memicu proses dekomposisi yang

menghasilkan senyawa nitrogen toksik, utamanya amonia (NH_3) dan nitrit (NO_2^-). Tingginya kadar NH_3 dan NO_2^- sangat beracun (*toksik*) bagi ikan nila, mengganggu metabolisme, menyebabkan stres, dan berpotensi memicu mortalitas massal, serta dapat menyebabkan eutrofikasi (Astuti dan Krismono, 2018). Oleh karena itu, diperlukan strategi manajemen kualitas air yang efektif untuk menjaga parameter tersebut dalam batas aman (SNI 7550: 2009).

Salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini adalah melalui modifikasi pakan dengan sinbiotik, yang didefinisikan sebagai kombinasi seimbang antara probiotik dan prebiotik (Tanbiyaskur *et al.* 2023). Probiotik yang digunakan, seperti bakteri *Lactobacillus* sp. dalam EM4, dikenal berperan aktif dalam mengurai senyawa toksik (NH_3 , NO_2^- , NO_3^-) dan bahan organik, sehingga memperbaiki kualitas

lingkungan (Nurhasanah dan Rahardja, 2023). Sementara itu, prebiotik, seperti tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.), berfungsi sebagai substrat selektif karena kandungan oligosakaridanya yang tidak tercerna oleh ikan namun efektif menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik yang menguntungkan (Lesmanawati *et al.* 2013; Supati *et al.* 2021). Penelitian terbaru telah menunjukkan bahwa aplikasi sinbiotik dapat secara signifikan memperbaiki parameter kualitas air dan meningkatkan kinerja pertumbuhan pada berbagai spesies akuatik (Fernanda dan Hariani, 2020). Selain itu, pengaplikasian sinbiotik juga berpotensi memicu pertumbuhan plankton, yang berperan sebagai biofilter alami dan indikator kualitas lingkungan (Masithah, 2023).

Meskipun penggunaan sinbiotik telah terbukti bermanfaat, penelitian yang secara spesifik mengevaluasi interaksi berbagai dosis formulasi sinbiotik berbasis EM4 dan tepung ubi jalar terhadap efisiensi siklus nitrogen (NH_3 , NO_2^- , NO_3^-) dan dampaknya terhadap dinamika komunitas plankton dalam media budidaya ikan nila masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan dosis pakan bersinbiotik EM4 x *I. batatas* L. terhadap kondisi parameter kualitas air, khususnya senyawa nitrogen, dan komposisi plankton pada media budidaya *O. niloticus*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi krusial mengenai dosis optimal sinbiotik sebagai solusi praktis untuk manajemen kualitas air yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Benih Ikan (BBI) Ringdikit, Seririt, dan analisis sampel dilakukan di laboratorium Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, dari bulan Januari hingga Februari 2025. Penelitian menggunakan metode Eksperimental lapangan dengan Pendekatan Deskriptif Kuantitatif selama 30 hari masa pemeliharaan (Syahrizal & Jailani, 2023).

Rancangan yang digunakan adalah perbandingan tiga kelompok perlakuan dengan masing-masing tiga kali ulangan, menghasilkan total sembilan wadah ($N=9$). Wadah yang digunakan adalah ember bervolume 30 L, diisi air tawar 20 L. Perlakuan yang diterapkan adalah:

Tabel 1. Rancangan Perlakuan

Perlakuan Keterangan		Formulasi Sinbiotik (dari total pakan)
Kontrol (K)	Pakan Komersial	Tanpa Penambahan Sinbiotik
Dosis A	Pakan Bersinbiotik	Probiotik EM4 1% + Prebiotik Ubi Jalar 2%
Dosis B	Pakan Bersinbiotik	Probiotik EM4 2% + Prebiotik Ubi Jalar 1,5%

Penyiapan Sinbiotik dan Pakan

Pembuatan Prebiotik Tepung Ubi Jalar

Tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) disiapkan dengan prosedur modifikasi dari Lesmanawati *et al.* (2013) dan Sukenda *et al.* (2015). Ubi jalar dibersihkan, dipotong, dikukus selama 30 menit, diiris tipis, dan dioven hingga kering pada suhu 55°C. Ubi kering kemudian diblender, diayak, dan dikeringkan kembali hingga menjadi tepung halus.

Formulasi Pakan Bersinbiotik

Pakan yang digunakan adalah pelet komersial MS PRIMA FEED PF 1000 (protein 39-41%). Campuran sinbiotik diformulasikan sesuai dosis A dan B. Tepung prebiotik dicampur dengan pakan, kemudian probiotik EM4 disemprotkan secara merata (menggunakan sprayer) untuk melapisi seluruh permukaan pakan. Pakan diangin-anginkan sebelum pemberian untuk mengurangi kelembaban.

Pemeliharaan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah benih nila (*O. niloticus*) dengan berat awal 4.5-5.1 gram. Padat tebar yang diterapkan adalah 20 ekor per ember (volume air 20 L), sehingga total ikan yang digunakan adalah 180 ekor. Ikan diaklimatisasi terlebih dahulu sebelum penebaran.

Pakan diberikan sebanyak 5% dari biomassa ikan per hari, dengan frekuensi tiga kali sehari (pukul 08.00, 13.00, dan 16.00 WITA). Pengukuran biomassa dan penyesuaian dosis pakan dilakukan setiap minggu. Air media tidak diganti selama masa penelitian 30 hari untuk mengamati efek akumulatif sinbiotik terhadap kualitas air.

Pengamatan Parameter Kualitas Air

Pengamatan parameter kualitas air dibagi menjadi tiga kelompok:

1. Parameter Fisika-Kimia Harian (In Situ): Suhu, pH, dan Oksigen Terlarut (DO) diukur secara *in situ* dua kali sehari (pagi dan sore) menggunakan alat Aquaread.
2. Senyawa Nitrogen: Pengambilan sampel air untuk analisis Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂⁻), dan Nitrat (NO₃⁻) dilakukan pada Minggu ke-0, dan setiap minggu sekali selama 30 hari (total 4 kali pengukuran). Analisis dilakukan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Buleleng.
3. Parameter Biologi (Plankton): Pengambilan sampel plankton menggunakan Plankton Net dilakukan pada Minggu ke-0, pertengahan penelitian, dan akhir penelitian. Sampel diidentifikasi dan dihitung kelimpahannya di laboratorium menggunakan Haemocytometer (Hasan, 2017) dengan rumus:

$$\frac{nA + nC + nG + nI}{4} \times 10^4$$

Catatan: *n* merujuk pada jumlah sel plankton pada blok yang dihitung, dan *V* adalah volume sampel yang diletakkan pada Haemocytometer.

Analisis Data

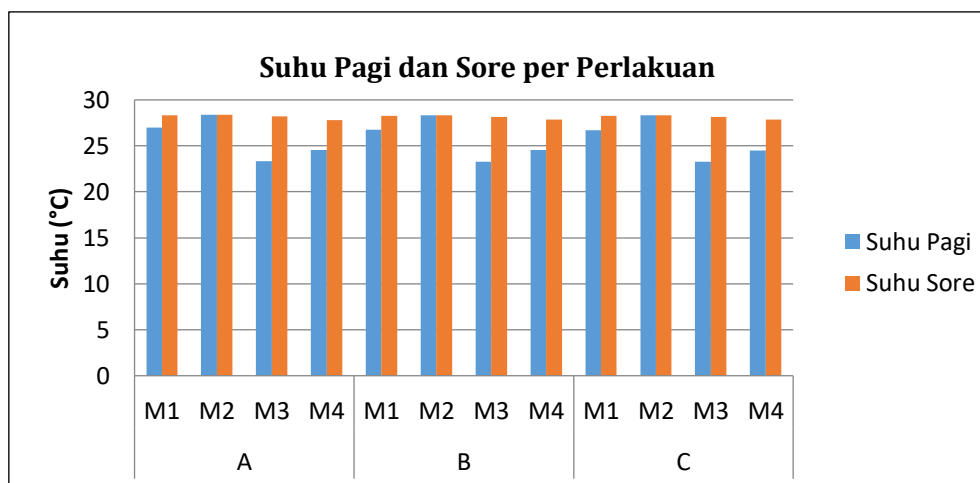
Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif kuantitatif. Analisis data deskriptif

kuantitatif, yang meliputi perbandingan nilai rata-rata, rentang fluktuasi, dan tren dari setiap perlakuan, digunakan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai efek sinbiotik (Kusumastuti *et al.* 2021). Analisis berfokus pada perbandingan nilai rata-rata, rentang fluktuasi, dan tren dari setiap parameter kualitas air (NH₃, NO₂⁻, NO₃⁻, pH, DO) serta kelimpahan dan dominasi komposisi plankton pada perlakuan Kontrol, Dosis A, dan Dosis B. Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai efek sinbiotik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Fisika Air (Suhu dan pH)

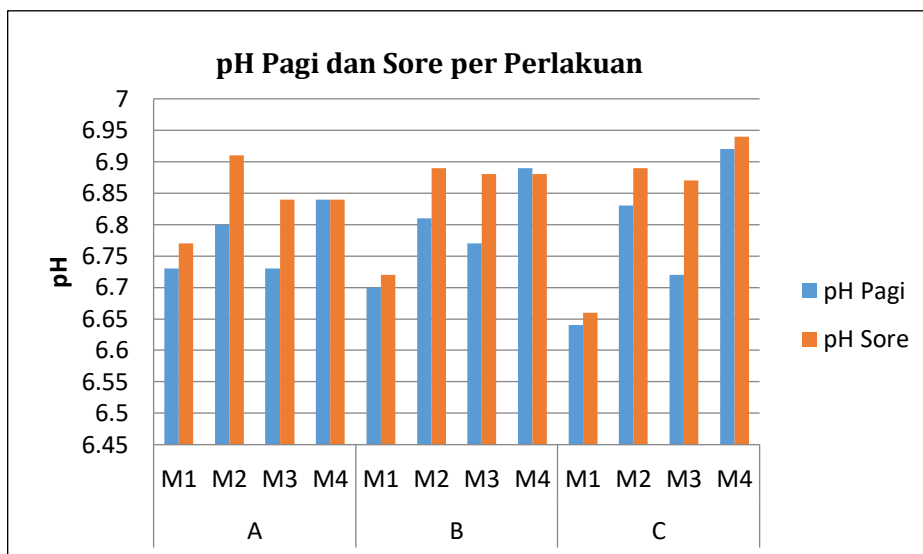
Hasil pengukuran Suhu dan pH air selama 30 hari pemeliharaan menunjukkan kestabilan relatif. pH air pada seluruh perlakuan berada dalam rentang optimal untuk budidaya *O. niloticus* (SNI 7550:2009, 6.5–8.5), dengan fluktuasi minimal antara pagi (6.6–6.9) dan sore hari (6.7–6.9). Suhu air cenderung stabil di siang hari, namun mengalami penurunan di bawah batas optimal (24°C) pada pagi hari di minggu ke-3 dan ke-4 akibat fluktuasi cuaca (curah hujan tinggi).



Gambar 1. Rerata Suhu Air (Pagi dan Sore) pada tiga kelompok perlakuan (A, B, C) selama empat Minggu (M1, M2, M3, M4)

Kondisi suhu relatif naik pada siang hari menjelang sore karena paparan sinar matahari yang cukup, yang menyebabkan suhu pada sore hari lebih stabil dan sesuai dengan baku mutu SNI 7550.

Perbedaan kondisi cuaca antara pagi dan sore hari inilah yang menyebabkan suhu pagi hari lebih bervariasi dibandingkan dengan suhu sore hari.



Gambar 2. Rerata pH (Pagi dan Sore) pada tiga kelompok perlakuan (A, B, C) selama empat Minggu (M1, M2, M3, M4)

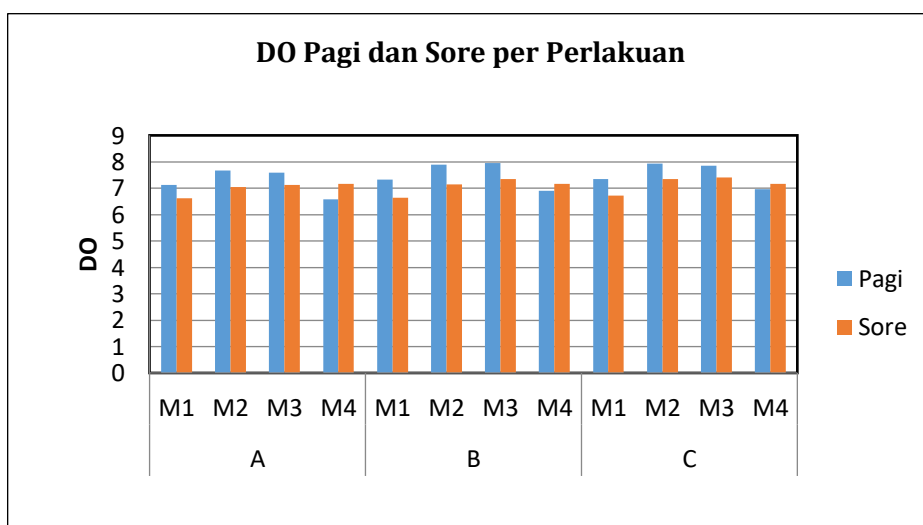
Pada siang hari, aktivitas fotosintesis fitoplankton dan tanaman air menurunkan konsentrasi karbon dioksida (CO_2) terlarut. Karena CO_2 bersifat asam, penurunan kadar CO_2 tersebut menyebabkan peningkatan nilai pH perairan. Sebaliknya, pada malam hari ketika fotosintesis tidak berlangsung, proses respirasi organisme akuatik melepaskan CO_2 ke dalam kolom air sehingga nilai pH cenderung menurun (Pramleonia et al., 2018).

Pola kestabilan pH yang teramati pada penelitian ini menunjukkan adanya keseimbangan yang baik antara proses fotosintesis dan respirasi di kolam. Stabilitas pH merupakan faktor kunci dalam budidaya ikan nila, karena dapat mengurangi risiko stres fisiologis, menjaga ketersediaan nutrisi esensial, serta menekan potensi toksisitas senyawa

kimia tertentu (Salwiyah et al., 2025). Rentang pH yang konsisten berada pada kisaran optimal 6,5–8,5 mengindikasikan bahwa kondisi perairan sangat mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

Oksigen Terlarut (DO)

Kadar Oksigen Terlarut (DO) pada seluruh perlakuan selalu berada di atas baku mutu minimum (3 mg/L), dengan rata-rata keseluruhan berkisar 6.6–8 mg/L. Pola harian DO menunjukkan anomali: kadar DO pagi hari lebih tinggi daripada sore hari, yang disebabkan oleh penurunan kelarutan gas akibat peningkatan suhu air di siang hari dan konsumsi O_2 masif oleh respirasi seluruh biota (Ikan, Bakteri, dan Plankton).



Gambar 3. Rerata DO (Oksigen Terlarut) (Pagi dan Sore) pada tiga kelompok perlakuan (A, B, C) selama empat Minggu (M1, M2, M3, M4)

Meskipun fotosintesis fitoplankton pada siang hari meningkatkan oksigen terlarut, kenaikan suhu dan intensitas respirasi organisme dapat menyebabkan penurunan DO pada sore hari ketika produktivitas primer tidak mencukupi (Telauimbanua, 2025). Dalam budidaya nila, kestabilan DO di atas baku mutu sangat penting untuk mendukung fungsi fisiologis dan menekan risiko stres lingkungan. Aerasi berperan sebagai faktor penunjang utama karena mampu meningkatkan difusi oksigen ke kolom air, menjaga keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan oksigen, serta mencegah terjadinya hipoksia. Pada sistem pakan bersinbiotik berbasis EM4 dan tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*), aerasi yang efektif menjadi krusial untuk memastikan proses metabolisme ikan tetap optimal dan kualitas air tetap terjaga.

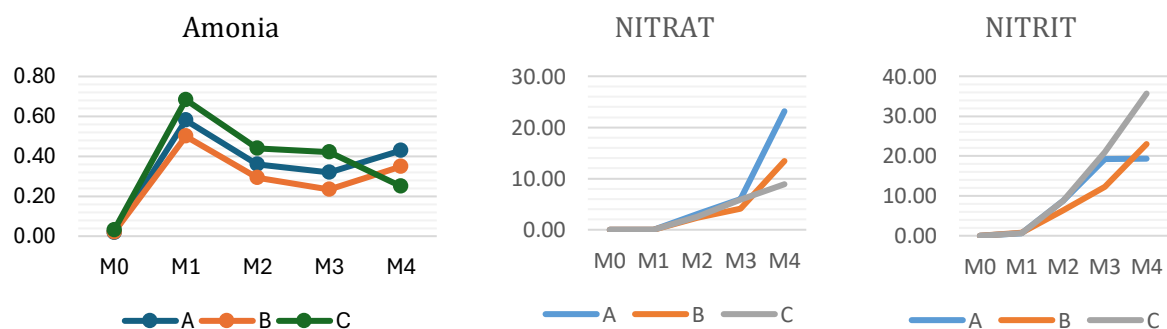
Dinamika Senyawa Nitrogen (NH_3 , NO_2^- , NO_3^-)

Dinamika senyawa nitrogen menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan, yang mencerminkan efisiensi siklus nitrifikasi (Tabel 2).

Tabel 2. Ringkasan Kualitas Air dan Mortalitas Ikan Nila.

Perlakuan	NH_3 Maks. (mg/L)	NO_2^- Maks. (mg/L)	NO_3^- Akhir (mg/L)	Mortalitas Total (ekor)
Kontrol (C)	0.68 (M1)	35.67 (M4)	8.90	31
Dosis A	0.58 (M1)	19.33 (M4)	23.17	21
Dosis B	0.50 (M1)	23.00 (M4)	13.43	18

Amonia (NH_3) mengalami lonjakan pada Minggu 1 (M1) di semua perlakuan, namun fluktuasi pada Dosis A dan B lebih terkendali pada minggu-minggu berikutnya. Nitrit (NO_2^-) pada perlakuan Kontrol (C) melonjak drastis dari M3 ke M4, mencapai puncaknya 35.67 mg/L. Sebaliknya, pada Dosis A dan B, kadar NO_2^- cenderung terkendali setelah M2. Nitrat (NO_3^-) pada Dosis A dan B mengalami peningkatan signifikan (M3-M4), dengan puncaknya pada Dosis A (23.17 mg/L). Kontrol (C) menunjukkan kadar NO_3^- yang stagnan dan rendah (Gambar 4).



Gambar 4. Tren Fluktuasi Senyawa Nitrogen (Amonia, Nitrit dan Nitrat (mg/L) Selama 30 Hari Pemeliharaan.

Keterangan: Garis A dan B = Perlakuan Dosis; C = Kotrol. M0 – M4 = Pengukuran Mingguan (Minggu ke-0 hingga Minggu ke-4)

Dinamika Komunitas Plankton

Identifikasi menemukan 8 filum dengan 27 genus, didominasi oleh *Chlorophyta* dan

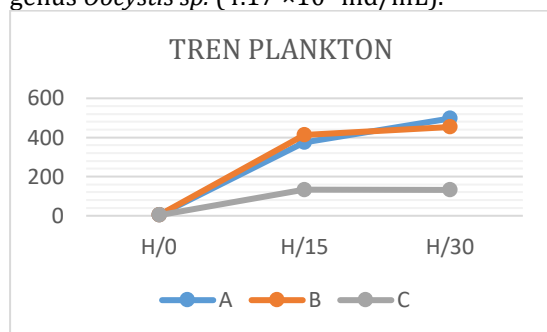
Heterokontophyta (termasuk genus *Oocystis* sp. dan *Navicula* sp.).

Kelimpahan total plankton pada perlakuan sinbiotik jauh lebih tinggi dibandingkan Kontrol (Tabel 2, Gambar 2).

Tabel 3. Kelimpahan Total Plankton pada Tiga Titik Pengamatan.

Perlakuan	Kelimpahan H/0 (10^4 ind/mL)	Kelimpahan H/15 (10^6 ind/mL)	Kelimpahan H/30 (10^6 ind/mL)	Rata-Rata Total (10^6 ind/mL)
Kontrol (C)	2.8	1.34	1.31	0.89
Dosis A	3.0	3.75	4.97	2.92
Dosis B	3.0	4.13	4.54	2.90

Dosis A dan B menunjukkan pertumbuhan plankton yang masif dari H/15 hingga H/30. Dosis A mencapai kelimpahan tertinggi pada akhir penelitian (4.97×10^6 ind/mL), didominasi oleh genus *Oocystis* sp. (4.17×10^6 ind/mL).



Gambar 5. Tren Pertumbuhan Kelimpahan Plankton Selama 30 Hari Pemeliharaan pada Tiga Perlakuan.

Pembahasan

Efisiensi Siklus Nitrogen dan Toksisitas

Nitrit

Perbedaan signifikan pada kadar senyawa nitrogen menegaskan peran krusial pakan bersinbiotik dalam manajemen limbah. Lonjakan amonia (NH_3) di awal penelitian (M1) disebabkan oleh akumulasi limbah organik (feses dan sisa pakan) yang dikonversi melalui amonifikasi (Saridu et al., 2023). Namun, efektivitas sistem biologis kemudian terlihat dari konversi limbah pada perlakuan sinbiotik.

Pada perlakuan Kontrol (C), sistem gagal mengkonversi nitrit menjadi nitrat. Akumulasi nitrit (NO_2^-) hingga 35.67 mg/L jauh melampaui batas aman budidaya nila (umumnya $< 0,1$ mg/L) yang dapat menyebabkan methemoglobinemia dan secara langsung bertanggung jawab atas mortalitas tertinggi (31 ekor). Toksisitas nitrit telah teridentifikasi mampu menginduksi serangkaian disfungsi fisiologis pada organisme akuatik.

Gangguan ini ditandai dengan peningkatan kadar methemoglobin (MetHb), diikuti dengan kerusakan pada jaringan insang yang berujung pada stres oksidatif dan apoptosis. Secara mekanistik, Yan et al. (2024) menjelaskan bahwa nitrit memicu jalur *heme oxygenase* (HO) melalui peningkatan konsentrasi MetHb dan heme. Proses aktivasi ini pada akhirnya mengganggu metabolisme glikolipid serta menyebabkan stres Retikulum Endoplasma (ER) dan lonjakan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS). Konfirmasi adanya kerusakan seluler lebih lanjut didukung oleh Shen et al. (2024), yang mengamati bahwa paparan nitrit kronis pada ikan dapat menginduksi ekspresi gen *p53* dan *Bax*, yang merupakan penanda molekuler utama jalur apoptosis. Dengan demikian, tingginya kadar nitrit yang teramat pada perlakuan Kontrol (35,67 mg/L) memiliki korelasi yang sangat kuat sebagai penyebab langsung mortalitas massal, diakibatkan oleh keracunan hematologis dan disfungsi metabolik sistemik (Wei et al., 2025). Hal ini menegaskan pentingnya intervensi sinbiotik untuk mendukung nitrifikasi sekunder dan menjaga nitrit pada level aman. Hasil ini sejalan dengan Rusli (2025) yang menyatakan akumulasi NO_2^- dalam sistem budidaya yang tidak didukung aktivitas biologis, dan menunjukkan bahwa tanpa agen biokonversi, nitrit menjadi faktor pembatas kelangsungan hidup utama. Kadar NO_3^- yang stagnan dan rendah (8.90 mg/L) membuktikan kegagalan siklus nitrifikasi sekunder.

Sebaliknya, Dosis A dan B, yang dilengkapi EM4 (probiotik), menunjukkan pengendalian NO_2^- yang efektif dan peningkatan NO_3^- substansial hingga 23.17 mg/L pada Dosis A). Peningkatan NO_3^- adalah bukti kuat bahwa bakteri *Nitrobacter* telah berkembang dan proses nitrifikasi berjalan tuntas (Rusli, 2025). Hasil ini sejalan dengan penelitian Nurhasanah dan Rahardja (2023) yang membuktikan bahwa penambahan probiotik

mampu menekan konsentrasi NH_3 dan NO_2^- melalui percepatan proses nitrifikasi. Lingkungan perairan yang aman ini berkorelasi langsung dengan tingkat kelangsungan hidup ikan yang lebih tinggi.

Peran Sinbiotik dalam Memicu Biofilter Plankton

Pakan bersinbiotik bertindak sebagai katalis utama dalam pembentukan ekosistem biofilter. Prebiotik tepung ubi jalar (kaya karbohidrat kompleks) menyediakan substrat energi selektif bagi bakteri EM4, meningkatkan aktivitasnya dalam mengurai limbah dan menghasilkan nutrisi anorganik (Lasmanawati *et al.*, 2013).

Kenaikan konsentrasi NO_3^- dan NH_3 pada fase M1-M2 berfungsi sebagai pupuk yang merangsang pertumbuhan masif fitoplankton. Kelimpahan plankton yang sangat tinggi pada Dosis A (4.97×10^6 ind/mL) dan B (4.54×10^6 ind/mL) menegaskan peran plankton sebagai biofilter alami. Fitoplankton, terutama *Oocystis sp.* dan *Navicula sp.*, memanfaatkan NO_3^- dan NH_3 untuk fotosintesis, yang selanjutnya menjaga kualitas air dan berkontribusi pada kadar DO (Oksigen terlarut) (Marsaoli *et al.*, 2019). Hasil ini didukung oleh penelitian Agustina (2023) yang menemukan bahwa sinbiotik berbasis karbohidrat dapat meningkatkan kelimpahan fitoplankton, memfungsikannya sebagai penyerap nutrisi dan stabilisator perairan.

Optimalisasi Dosis

Kedua dosis sinbiotik berhasil mengungguli Kontrol, namun terdapat perbedaan efektivitas yang dipengaruhi oleh komposisi probiotik-prebiotik. Dosis B (Probiotik 2%; Prebiotik 1,5%) dengan konsentrasi probiotik yang lebih tinggi menunjukkan inisiasi pertumbuhan plankton yang lebih cepat, yang sejalan dengan Djauhari *et al.* (2023) mengenai percepatan siklus nutrisi di fase awal.

Meskipun Dosis B memberikan percepatan pertumbuhan awal, kemungkinan besar disebabkan oleh konsentrasi probiotik yang lebih tinggi. Dosis A terbukti lebih unggul dalam jangka panjang. Hal ini dikarenakan kandungan prebiotik karbohidrat sebesar 2% pada Dosis A menyediakan suplai karbon yang lebih stabil bagi komunitas bakteri heterotrof, sehingga mendukung rasio karbon-nitrogen (C/N) yang optimal dan meningkatkan efisiensi asimilasi nitrogen oleh mikroba. Pendapat ini sejalan dengan temuan penelitian bahwa rasio

C:N berperan penting dalam pertumbuhan mikroba bioflok dan kualitas air budidaya: misalnya, pada sistem bioflok nila merah, rasio C:N yang berbeda secara signifikan memengaruhi pertumbuhan dan survival ikan (Sudirman *et al.*, 2023). Selain itu, penelitian pada ikan nilam menunjukkan bahwa rasio C/N yang lebih tinggi meningkatkan kelimpahan dan keragaman bakteri heterotrof dalam bioflok (Alfiyan *et al.*, 2021). Dengan demikian, kombinasi prebiotik karbohidrat dan rasio C/N yang tepat kemungkinan besar memperkuat struktur mikroba yang menguntungkan dan berkontribusi pada stabilitas sistem budidaya. Tidak hanya itu, dosis A (Probiotik 1%; Prebiotik 2%) dengan konsentrasi prebiotik yang lebih tinggi (2%) menyediakan sumber energi yang lebih stabil dan berkelanjutan bagi bakteri probiotik. Prebiotik yang lebih banyak ini memastikan populasi bakteri menguntungkan dapat dipertahankan lebih lama, menghasilkan kelimpahan plankton tertinggi pada akhir penelitian (4.97×10^6 ind/mL). Kelimpahan maksimum dan dominasi *Oocystis sp.* yang masif menunjukkan efisiensi jangka panjang dalam menjaga ekosistem yang seimbang dan lebih stabil.

Secara keseluruhan, Dosis A (Probiotik 1%, Prebiotik 2%) adalah formulasi yang paling optimal untuk menciptakan keseimbangan ekosistem dan mempertahankan produktivitas biofilter hingga akhir siklus budidaya. Pakan bersinbiotik terbukti sebagai strategi yang efektif untuk manajemen kualitas air, memungkinkan budidaya tanpa penggantian air dengan sistem biologis yang fungsional secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pemberian pakan bersinbiotik (Probiotik EM4 dan Prebiotik Tepung Ubi Jalar) merupakan strategi yang efektif dalam mengendalikan kualitas air media budidaya ikan nila (*O. niloticus*) dengan sistem tertutup. Perlakuan sinbiotik berhasil membentuk ekosistem yang seimbang melalui optimalisasi siklus nitrifikasi, ditandai dengan terkendalinya nitrit (NO_2^-) dan peningkatan nitrat (NO_3^-) yang signifikan, berbeda drastis dengan perlakuan kontrol yang mengalami kegagalan biologis dengan akumulasi NO_2^- hingga 35.67 mg/L. Pemberian sinbiotik juga memicu pertumbuhan kelimpahan plankton secara masif, berfungsi sebagai biofilter alami. Dosis A (Probiotik 1% dan Prebiotik 2%) adalah formulasi yang paling unggul karena mencapai kelimpahan total plankton tertinggi (4.97×10^6 ind/mL), yang mengindikasikan lingkungan paling stabil untuk produktivitas jangka

panjang. Dengan demikian Dosis A direkomendasikan untuk aplikasi budidaya tanpa pergantian air guna meningkatkan efisiensi produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, L. P., & Krismono, K. 2018, 'Pengelolaan kualitas perairan melalui penerapan budidaya ikan dalam keramba jaring apung "SMART"', *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, vol. 10, no. 2, hh. 87-97.
- Alfiyan, D., Mumpuni, F. S., & Mulyana, M. 2021, 'Kelimpahan dan keragaman bakteri pada budidaya ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) sistem bioflok dengan rasio c/n yang berbeda', *Jurnal Mina Sains*, vol. 7, no. 1, hh. 20-28.
- Agustina, R. 2023, 'Penambahan Sinbiotik (Probiotik *Lactobacillus Sp.* Prebiotik Ekstrak Ampas Kelapa) Terhadap Pertumbuhan Dan Tingkat Kesehatan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)', Skripsi. Politeknik Negeri Lampung.
- Djauhari, R., Gea, S. W., Suriansyah, S., Matling, M., Monalisa, S. S., & Utami, D. A. S. 2023, 'Suplementasi sinbiotik dengan dosis berbeda pada benih ikan patin (*Pangasius sp.*) yang dipelihara di kolam tanah', *Jurnal Perikanan Unram*, vol. 13, no. 2, hh. 344-353.
- Fernanda, D. A., & Hariani, D. 2020, 'Pengaruh Pemberian Sinbiotik dan Enzim dengan Berbagai Konsentrasi pada Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila GIFT (*Oreochromis sp.*)', *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, Vol. 9, No. 3, hh. 239-249.
- Hasan, U. 2017, 'Kelimpahan Plankton di Perairan Danau Toba, Kelurahan Haranggaol, Kabupaten Simalungun', *Warta Dharmawangsa*, (53).
- Harmilia, E. D., Helmizuryani, H., & Ahlan, A. 2020, 'Pengaruh dosis probiotik pada pakan komersil terhadap pertumbuhan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*)', *Fiseries*, vol. 8, no. 1, hh. 9-13.
- Koniyo, Y. 2020, 'Analisis kualitas air pada lokasi budidaya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah', *Jurnal Technopreneur (JTech)*, vol. 8, no. 1, hh. 52-58.
- Kusumastuti, A., Khoiron, A. M., & Achmad, T. A. 2021, 'Metode penelitian kuantitatif'. Deepublish
- Lesmanawati, W., Widanarni, W., Sukenda, S., & Purbiantoro, W. 2013, 'Potensi Ekstrak Oligosakarida Ubi Jalar Sebagai Prebiotik Bakteri Probiotik Akuakultur (The Potential of Sweet Potato Oligosaccharide Extract as Aquaculture Probiotic Bacteria Prebiotic)', *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*, vol. 3, no. 1, hh. 16-20.
- Marsaoly, M., Supriharyono, S., & Rudiyantri, S. 2019, 'Hubungan Konsentrasi Nitrat Dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Di Waduk Jatibarang, Semarang The Connection Of Nitrate and Phospat with Abundance of Phytoplankton In Jatibarang Reservoir City Of Semarang', *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, vol. 8, no. 3, hh. 111-117.
- Masithah, E. D. 2023, *PLANKTON-Manfaat, Bahaya & Bagaimana Mendapatkannya*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Nurhasanah, A., & Rahardja, B. S. 2023, 'Effect of Probiotics in Recirculating Aquaculture System (RAS) on the Concentration of Ammonia, Nitrite, and Nitrate in the Aquaculture of Catfish (*Clarias sp.*)', dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1273, no. 1, hh. 012018, IOP Publishing, Inggris.
- Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., & Wardoyo, S. E. 2018, 'Parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*)', *Sains Natural: Journal of Biology dan Chemistry*, vol. 8, no. 1, hh. 24-34.
- Rusli, M. 2025, 'Dinamika Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Sistem Resirkulasi', *Seminar Nasional Pariwisata dan Kewirausahaan (SNPK)*, vol. 4, hh. 1129-1139.
- Supati, M. M. W., Lumbessy, S. Y., & Lestari, D. P. 2021, 'Pemanfaatan Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L.*) Sebagai Sumber Prebiotik Pakan Komersil Pada Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)', *Journal of Fish Nutrition*, vol. 1, no. 1, hh. 70-80.
- Sukenda, Rizki Praseto, & Widanarni 2015, 'Efektivitas sinbiotik dengan dosis berbeda pada pemeliharaan udang vaname di tambak', *Jurnal Akuakultur Indonesia*, vol. 14, no. 1, hh. 1-8.
- Scabra, A. R., & Setyowati, D. N. A. 2019, 'Peningkatan mutu kualitas air untuk pembudidaya ikan air tawar di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat', *Jurnal Abdi Insani*, vol. 6, no. 2, hh. 267-275.
- Syahrizal, H., & Jailani, M. S. 2023, 'Jenis-jenis penelitian dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif QOSIM: Jurnal Pendidikan Sosial & Humaniora, vol. 1, no. 1, hh. 13-23.
- Saputra, P. Y., Yudasmara, G. A., & Maharani, I. M. D. K. 2023, 'Analisis Storet Kualitas Sumber Air Pada Kegiatan Pembenihan Di Balai Perbenihan Ikan (BPI) Buleleng, Bali', *Pena*

- Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, vol. 22, no. 2, hh. 63-70.
- Saridu, S. A., Leilani, A., Renitasari, D. P., Syharir, M., & Karmila, K. 2023, 'Pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok', *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (Jvip)*, vol. 3, no. 2, hh. 90-95.
- Sudirman, A., Rahadjo, S., Rukmono, D., Islam, I., & Suriyadin, A. 2023, 'Analisis Kualitas Air Dan Kepekatan Bioflok Pada Budidaya Polikultur Ikan Lele (*Clarias sp.*) dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sistem Bioflok', *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, vol. 18, no. 2, hh. 140-151
- Shen, C., Cao, S., Mohsen, M., Li, X. S., Wang, L., Lu, K. L., ... & Song, K. 2024, 'Effects of chronic nitrite exposure on hematological parameters, oxidative stress and apoptosis in spotted seabass (*Lateolabrax maculatus*) reared at high temperature'. *Aquaculture Reports*, 35, 102022.
- Salwiyah, S., Zubaydah, W. O. S., Muskita, W. H., Abidin, L. O. B., & Afu, L. O. A. 2025, 'Analisis Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Budidaya Ikan Nila Larasati (*Oreochromis Niloticus*) yang dipelihara dengan Sistem Aquaponik dan Menggunakan Pakan Pellet yang Berbeda', *Media Akuatika: Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, vol. 10, no. 2.
- Tanbiyaskur, T., Wijayanti, M., Syaifudin, M., Mukti, R. C., & Aritonang, L. P. 2023, 'Pemanfaatan Kombinasi Prebiotik Dan Probiotik Asal Rawa Untuk Meningkatkan Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Dan Status Kesehatan Ikan Selincah (*Belontia hasselti*)', *Jurnal Riset Akuakultur*, vol. 18, no. 4, hh. 239-249.
- Telaumbanua, M. 2025, 'Pengaruh oksigen terlarut (DO) dalam budidaya perairan', *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 2(1), pp. 200-206.
- Wei, T., Wei, X., Huang, J., Luo, S., & Huang, A. 2025, 'Nitrite-induced intestinal injury mechanisms and multi-organ toxicity in Tilapia: Insights from integrated multi-omics analysis'. *Aquaculture*, 742961.
- Yan, H., Zhao, Z., & Li, W. 2024, 'Nitrite exposure leads to glycolipid metabolic disorder via the heme-HO pathway in teleost'. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 281, 116653.