

Efektivitas Dosis Probiotik EM4 terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Putu Satria Nugraha*, Kadek Lila Antara, Jasmine Masyitha Amelia

Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha, Jl. Udayana, Singaraja, Kab. Buleleng, Bali, Indonesia

*e-mail korespondensi: satriangrha14@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 1 Maret 2026
Disetujui : 23 April 2026
Terbit Online : 30 Mei 2026

Oreochromis niloticus,
Probiotik,
pertumbuhan,
sintasan.

ABSTRAK

Keberhasilan produksi benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem budidaya intensif sering terkendala oleh rendahnya efisiensi pemanfaatan nutrisi dan tingginya kerentanan terhadap stres lingkungan pada fase awal pertumbuhan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pemberian dosis probiotik EM4 yang berbeda dalam pakan terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik (Specific Growth Rate/SGR) dan Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*/SR) benih ikan nila. Penelitian dilaksanakan selama 30 hari di Balai Benih Ikan (BBI) Ringdikit menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu kontrol (0 mL/kg pakan), 10 mL/kg, 20 mL/kg, dan 30 mL/kg pakan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi EM4 berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan benih ($P < 0,05$). Pertumbuhan optimal diperoleh pada dosis 20 mL/kg pakan dengan nilai SGR bobot sebesar 3,02% dan SGR panjang sebesar 3,46%. Tingkat kelangsungan hidup tidak menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan ($P > 0,05$), namun secara deskriptif dosis 20 mL/kg menghasilkan sintasan tertinggi (90,00%) dibandingkan kontrol (66,67%). Parameter kualitas air selama pemeliharaan berada dalam kisaran optimal sehingga tidak menjadi faktor pembatas. Berdasarkan hasil penelitian, dosis 20 mL/kg pakan menunjukkan efektivitas tertinggi dalam meningkatkan pertumbuhan serta mempertahankan stabilitas sintasan benih ikan nila.

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas akuakultur air tawar bernilai ekonomis tinggi dan menjadi prioritas pengembangan perikanan budidaya di Indonesia. Spesies ini unggul karena pertumbuhan cepat, toleransi luas terhadap variasi lingkungan, serta kemampuan adaptasi pada berbagai sistem budidaya, dari tradisional hingga intensif (Pradayanti *et al.*, 2024). Namun, dalam sistem intensif, fase benih rentan terhadap stres lingkungan dan infeksi patogen oportunistik yang memicu tingginya mortalitas. Peningkatan imunitas melalui suplementasi probiotik, seperti *Bacillus subtilis*, dilaporkan mampu memperkuat respons imun non-spesifik dan menekan risiko kematian (Rahmi *et al.*, 2024).

Fase benih merupakan tahap kritis yang menentukan keberhasilan pembesaran karena sistem imun dan saluran pencernaan belum

berkembang optimal. Penggunaan pakan komersial tanpa bahan fungsional sering menyebabkan efisiensi nutrisi rendah dan rasio konversi pakan (FCR) tinggi. Oleh karena itu, suplementasi probiotik menjadi strategi biologis yang relevan untuk meningkatkan performa pertumbuhan dan ketahanan fisiologis ikan (Rismayanti *et al.*, 2025).

Probiotik EM4 (*Effective Microorganisms 4*) merupakan kultur campuran yang mengandung bakteri asam laktat (*Lactobacillus casei*) dan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*). *Lactobacillus spp.* berperan menurunkan pH usus, menghambat kolonisasi patogen melalui kompetisi ruang dan nutrisi serta produksi bakteriosin dan asam organik (Hoseinifar *et al.*, 2018). Kondisi asam ini juga meningkatkan bioavailabilitas mineral esensial seperti kalsium dan fosfor yang mendukung pertumbuhan longitudinal (Sojan *et al.*, 2022). Sementara itu, *S. cerevisiae* bertindak sebagai

imunostimulan melalui kandungan β -glukan yang menstimulasi aktivitas fagosit dan lisozim, serta menghasilkan enzim eksogen (protease dan amilase) yang meningkatkan pencernaan pakan dan efisiensi penyerapan nutrisi (Purbomartono *et al.*, 2020; Aini *et al.*, 2025).

Efektivitas EM4 sangat dipengaruhi oleh ketepatan dosis. Dosis rendah tidak mampu membentuk kolonisasi mikroba stabil, sedangkan dosis berlebihan dapat menimbulkan fenomena *diminishing returns* akibat kompetisi nutrisi antara mikroba dan inang (Soliman *et al.*, 2025). Dengan demikian, penentuan dosis optimum menjadi krusial. Hingga kini, ambang dosis optimal EM4 yang spesifik untuk benih ikan nila di Balai Benih Ikan (BBI) Ringdikit belum ditetapkan secara empiris. Kondisi kualitas air lokal, seperti fluktuasi suhu dan oksigen terlarut, berpotensi memengaruhi metabolisme ikan dan aktivitas mikroba probiotik (Yunani *et al.*, 2024). Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada fase pembesaran atau kombinasi sinbiotik, sehingga kajian dosis tunggal EM4 pada fase pendederan awal masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan kontekstual dalam menentukan ambang dosis presisi EM4 bagi benih ikan nila berdasarkan parameter pertumbuhan dan sintasan. Hipotesis penelitian menyatakan bahwa perbedaan dosis probiotik EM4 berpengaruh signifikan terhadap laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup, dengan dosis optimum berada pada kisaran menengah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh diferensiasi dosis EM4 terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) dan Survival Rate (SR) benih ikan nila guna menghasilkan rekomendasi aplikatif bagi peningkatan efisiensi produksi secara berkelanjutan

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 30 hari, terhitung dari bulan November hingga Desember 2025. Seluruh rangkaian kegiatan eksperimental, pemeliharaan ikan, hingga pengambilan data dilakukan di Balai Benih Ikan (BBI) Desa Ringdikit, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali.

Persiapan Wadah dan Ikan Uji

Wadah penelitian yang digunakan berupa akuarium berukuran seragam sebanyak 12 unit yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sebelum digunakan, akuarium dibersihkan dan disterilisasi guna mencegah kontaminasi patogen. Benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang digunakan memiliki bobot awal rata-rata 3,8–4,2 gram. Setiap perlakuan terdiri atas 3 ulangan dengan kepadatan 10 ekor per akuarium, sehingga total ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 120 ekor. Ikan diaklimatisasi selama 7 hari terhadap kondisi lingkungan dan pakan dasar sebelum diberikan perlakuan. Selama penelitian dilakukan pergantian air secara parsial (± 20 –30%) setiap dua hari untuk menjaga stabilitas kualitas air dan mencegah akumulasi limbah metabolik.

Prosedur Formulasi Pakan Probiotik

Pakan yang digunakan adalah pakan komersial jenis pelet apung. Probiotik EM4 (*Effective Microorganisms 4*) diaplikasikan ke pakan menggunakan metode penyemprotan (*coating*). Prosedur pencampuran dilakukan dengan melarutkan EM4 sesuai dosis perlakuan ke dalam air steril, kemudian disemprotkan secara merata ke pakan dan diangin-anginkan (tidak di bawah sinar matahari langsung) selama 15–30 menit agar

probiotik terserap sempurna dan mikroba tetap viabel.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Dosis probiotik EM4 yang diuji adalah sebagai berikut:

- Kontrol (K): Pakan komersial tanpa penambahan EM4 (0 mL/kg pakan).
- Perlakuan A (PA): Pakan komersial + EM4 dosis 10 mL/kg pakan.
- Perlakuan B (PB): Pakan komersial + EM4 dosis 20 mL/kg pakan.
- Perlakuan C (PC): Pakan komersial + EM4 dosis 30 mL/kg pakan.

Pakan diberikan secara *at satiation* (hingga kenyang) sebanyak tiga kali sehari, yaitu pada pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WITA. Metode pemberian pakan secara *at satiation* dipilih untuk memastikan tidak terjadi pembatasan nutrisi yang dapat memengaruhi interpretasi respons pertumbuhan antarperlakuan.

Parameter Pengamatan

Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate / SGR*)

Laju pertumbuhan spesifik dihitung untuk mengetahui persentase pertambahan bobot dan panjang harian selama penelitian menggunakan rumus menurut Asma *et al.* (2016)

$$SGR (\%) = \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t} \times 100$$

Keterangan:

W_t = Bobot/Panjang rata-rata akhir (g atau cm)

W_o = Bobot/Panjang rata-rata awal (g atau cm)

t = Durasi penelitian (30 hari)

Kelangsungan Hidup (*Survival Rate / SR*)

Tingkat kelangsungan hidup benih ikan dihitung untuk melihat kemampuan adaptasi dan ketahanan tubuh ikan terhadap perlakuan menggunakan rumus menurut Asma *et al.* (2016)

$$SR (\%) = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

N_o = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan secara berkala (pagi dan sore) mencakup suhu, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO). Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar baku mutu budidaya ikan nila berdasarkan SNI 7550:2009.

Analisis Data

Setiap unit percobaan terdiri atas satu akuarium yang berisi 10 ekor ikan, dan nilai rata-rata pada setiap akuarium diperlakukan sebagai satu ulangan dalam analisis statistik. Data kuantitatif yang diperoleh (SGR dan SR) diuji normalitas dan homogenitasnya sebagai syarat uji parametrik. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan aplikasi *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) versi 26 dengan melakukan uji *One-Way Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Jika hasil ANOVA menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Panjang dan Bobot

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) bobot dan panjang digunakan sebagai gambaran komprehensif mengenai efektivitas perlakuan terhadap pertambahan massa harian serta perkembangan struktur morfologis secara longitudinal. Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data SGR memenuhi asumsi parametrik ($P > 0,05$), sehingga analisis dilanjutkan dengan ANOVA satu arah. Data rata-rata SGR bobot dan panjang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Benih Ikan Nila

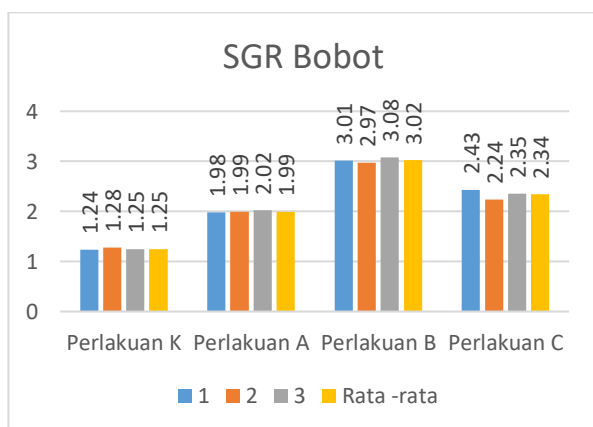
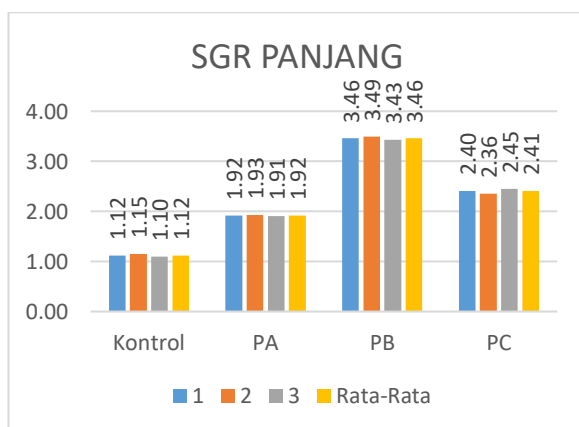
Perlakuan	SGR Bobot (%) $\pm$ SD	SGR Panjang (%) $\pm$ SD	Notasi
Kontrol (0 mL/kg)	1,25 $\pm$ 0,02	1,12 $\pm$ 0,03	a
Perlakuan A (10 mL/kg)	1,99 $\pm$ 0,02	1,92 $\pm$ 0,01	b
Perlakuan B (20 mL/kg)	3,02 $\pm$ 0,05	3,46 $\pm$ 0,03	d
Perlakuan C (30 mL/kg)	2,34 $\pm$ 0,09	2,41 $\pm$ 0,04	c

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan ($P < 0,05$).

Aplikasi probiotik berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) panjang maupun bobot benih ikan Nila. Kelompok kontrol menunjukkan nilai SGR panjang (1,12%)

dan bobot (1,25%) terendah dibandingkan perlakuan lainnya yang membuktikan lambatnya laju metabolisme tanpa dukungan suplementasi agen hayati. Stimulasi awal terhadap elongasi sel dan metabolisme massa tubuh mulai teramati secara signifikan pada dosis 10 mL/kg pakan, namun belum mencapai titik optimal.

Puncak efektivitas perlakuan tercapai pada dosis 20 mL/kg pakan, yang menghasilkan nilai rata-rata SGR tertinggi, baik pada parameter panjang (3,46%) maupun bobot (3,02%) dengan notasi d. Dosis 20 mL/kg pakan menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan perlakuan lain, mengindikasikan respons fisiologis paling efisien dalam memacu akumulasi biomassa. Sebaliknya, pada dosis 30 mL/kg pakan, terjadi deselerasi pertumbuhan (SGR panjang 2,41% dan SGR bobot 2,34%). Hal ini menunjukkan adanya batas dosis optimal, di mana peningkatan dosis di atas 20 mL/kg tidak lagi meningkatkan pertumbuhan secara proporsional. Secara visual, tren pertumbuhan menunjukkan peningkatan signifikan seiring bertambahnya dosis dari kontrol hingga 20 mL/kg, namun mengalami penurunan (deselerasi) pada dosis 30 mL/kg (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Batang Perbandingan SGR Panjang dan Bobot Antar Perlakuan

Melalui uji lanjut (*Duncan*), dosis ini terbukti sebagai titik optimal (*optimum point*) yang memberikan respons fisiologis terbaik dalam memacu akumulasi massa otot dan perkembangan struktur morfologis. Fenomena non-linear ini mengindikasikan kemungkinan adanya batas saturasi fisiologis, di mana peningkatan dosis di atas 20 mL/kg tidak lagi meningkatkan pertumbuhan secara proporsional, melainkan cenderung menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi atau melampaui ambang batas metabolisme organisme uji. Secara keseluruhan, dosis 20 mL/kg pakan memberikan respons pertumbuhan paling optimal pada kondisi penelitian ini.

Survival Rate (SR)

Parameter tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*) merupakan indikator krusial untuk mengevaluasi efektivitas probiotik terhadap stabilitas fisiologis dan adaptabilitas benih ikan nila terhadap stres lingkungan. Keberhasilan perlakuan tidak hanya ditentukan oleh akselerasi bobot, tetapi juga oleh kemampuan agen hayati dalam menekan mortalitas secara signifikan. Adapun hasil rekapitulasi data kelangsungan hidup benih ikan selama periode pengamatan disajikan secara rinci pada Tabel 2.

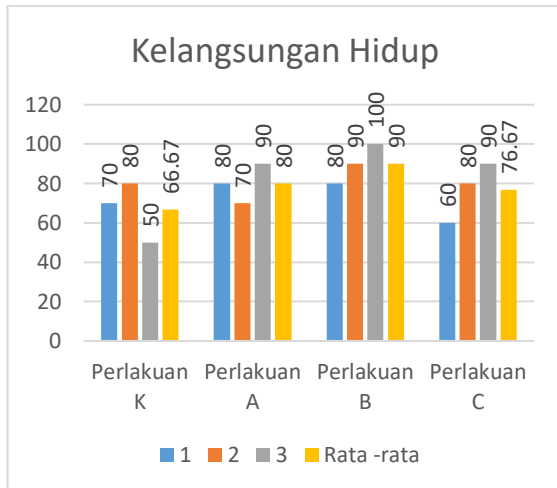
Tabel 2. Data Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila

Perlakuan	Ikan Awal	Total Kematian	Ikan Hidup	SR (%)± SD
Kontrol (0 mL/kg)	30	10	20	66,67 ± 15,27 ^a
Perlakuan A (10 mL/kg)	30	6	24	80 ± 10,00 ^a
Perlakuan B (20 mL/kg)	30	3	27	90 ± 10,00 ^a
Perlakuan C (30 mL/kg)	30	7	23	76,67 ± 15,27 ^a

Aplikasi probiotik memberikan pengaruh positif terhadap parameter kelangsungan hidup (*Survival Rate*/SR) benih ikan selama masa pemeliharaan, dengan rentang nilai antara 66,67% hingga 90%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis 20 mL/kg mencapai tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 90%, yang secara deskriptif lebih tinggi dibandingkan kontrol (66,67%), meskipun secara statistik tidak menunjukkan signifikansi perbedaan ($P > 0,05$).

Perbedaan deskriptif tersebut mengindikasikan kemungkinan kontribusi probiotik terhadap stabilitas fisiologis, meskipun bukti statistik dalam penelitian ini belum menunjukkan signifikansi. Sementara itu, Perlakuan A dan C mencatatkan nilai SR masing-

masing sebesar 80% dan 76,67%, yang secara deskriptif masih lebih baik dibandingkan kontrol. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada kelompok tanpa probiotik diduga akibat kerentanan terhadap stres lingkungan dan patogen oportunistik karena minimnya proteksi biologis. Meskipun tidak berbeda nyata secara statistik, kecenderungan peningkatan sintasan pada dosis 20 mL/kg menunjukkan potensi biologis yang positif dan perlu diuji lebih lanjut pada skala dan durasi yang lebih besar untuk mendukung stabilitas fisiologis dan daya tahan tubuh benih ikan selama periode penelitian. Visualisasi data mengenai tingkat kelangsungan hidup pada setiap ulangan perlakuan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Fluktuasi Kelangsungan Hidup
Selama Penelitian

Visualisasi data pada Gambar 2 menunjukkan fluktuasi tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila pada setiap ulangan di seluruh perlakuan. Perlakuan B menunjukkan nilai rata-rata tertinggi yaitu 90% dengan variasi antar ulangan relatif rendah, bahkan mencapai sintasan mutlak (100%) pada ulangan ketiga (U3). Sebaliknya, kelompok kontrol menampilkan variabilitas data yang lebar dengan nilai terendah mencapai 50%. Secara deskriptif, terdapat tren peningkatan kelangsungan hidup dari kontrol ke Perlakuan B,

yang mengindikasikan adanya kecenderungan positif terhadap stabilitas fisiologis benih ikan terhadap dinamika lingkungan budidaya.

Secara statistik, data kelangsungan hidup telah memenuhi asumsi normalitas (*Kolmogorov-Smirnov*, $P > 0,05$) dan homogenitas ($P = 0,485$). Namun, hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,250 ($P > 0,05$) dengan nilai *F* hitung sebesar 1,667 yang berarti pemberian berbagai dosis probiotik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap sintasan dibandingkan kontrol. Meskipun demikian, kecenderungan peningkatan nilai sintasan pada dosis 20 mL/kg pakan tetap menunjukkan potensi positif probiotik dalam mendukung stabilitas biologis benih ikan nila yang memerlukan kajian lebih lanjut dengan durasi pemeliharaan atau tingkat stres lingkungan yang lebih tinggi.

Parameter Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian menunjukkan kondisi media pemeliharaan yang stabil dan memenuhi baku mutu budidaya ikan nila (SNI 7550:2009)

Tabel 3. Parameter Kualitas Air

Parameter	Kontrol (P0)		PA (Probiotik 10 mL/kg pakan)		PB (Probiotik 20 mL/kg pakan)		PC (Probiotik 30 mL/kg pakan)		Kisaran Optimal untuk Nila Menurut (SNI 7550:2009)
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore	
Suhu	27,34	28,83	27,34	28,83	27,34	28,83	27,34	28,83	25-32 °C
pH	7,78	7,98	7,60	7,80	7,40	7,60	7,61	7,81	6,5-8,5
DO	5,66	5,27	5,94	5,56	6,26	5,89	6,00	5,55	≥ 3

Hasil pemantauan kualitas air selama masa pemeliharaan menunjukkan kondisi lingkungan yang homogen dan stabil dalam rentang optimal

bagi pertumbuhan benih ikan nila. Suhu air tercatat berkisar antara 27,34–28,83 °C, sesuai dengan standar SNI 7550:2009, yang menjamin efisiensi

metabolisme serta laju konsumsi pakan secara maksimal. Stabilitas derajat keasaman (pH) pada kisaran 7,40–7,98 turut berperan krusial dalam memitigasi toksisitas amonia dan mencegah stres lingkungan yang dapat menghambat sistem imun ikan. Sementara itu, konsentrasi oksigen terlarut (DO) tetap terjaga pada level memuaskan (5,27–6,26 mg/L), di mana penggunaan probiotik dosis 20–30 mL/kg pakan tidak menunjukkan penurunan signifikan pada kadar oksigen terlarut selama penelitian, melainkan tetap mempertahankan kondisi aerobik yang sehat di atas ambang batas minimum (≥ 3 mg/L). Secara komprehensif, konsistensi seluruh parameter kualitas air di semua unit percobaan menegaskan bahwa peningkatan performa pertumbuhan, khususnya pada dosis probiotik 20 mL/kg pakan (PB), dapat diasumsikan sebagai respons terhadap perlakuan probiotik karena variabel kualitas air relatif homogen. Dengan demikian, parameter kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran optimal dan tidak menjadi faktor pembatas yang memengaruhi perbedaan pertumbuhan maupun tingkat kelangsungan hidup antarperlakuan.

Pembahasan

Mekanisme Stimulasi Pertumbuhan dan Efisiensi Pencernaan

Peningkatan SGR pada dosis 20 mL/kg pakan menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut berada pada titik optimum biologis dalam kurva respons dosis. Keseimbangan populasi mikroba probiotik dalam lumen usus memungkinkan peningkatan aktivitas enzimatis tanpa memicu kompetisi nutrisi dengan inang. Pola non-linear yang diamati mengindikasikan kemungkinan adanya batas saturasi fisiologis pada dosis 30 mL/kg pakan. Berdasarkan literatur sebelumnya, secara fisiologis bakteri asam laktat dalam probiotik seperti EM4

diduga berperan dalam memperbaiki morfologi usus yang ditandai dengan peningkatan tinggi dan luas permukaan vili sehingga absorpsi nutrisi menjadi lebih optimal. Hal ini sejalan dengan temuan Asha *et al.* (2024) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) serta Ferdous *et al.* (2024) pada larva rohu (*Labeo rohita*), yang melaporkan peningkatan parameter histomorfologi usus akibat pemberian probiotik.

Peningkatan tinggi vili ini secara langsung memperluas area penyerapan nutrisi, sehingga meskipun jumlah pakan yang diberikan sama, jumlah asam amino dan asam lemak yang diserap ke dalam aliran darah lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini sejalan dengan Margaretha *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa suplementasi sinbiotik EM4 dalam pakan mampu meningkatkan laju pertumbuhan benih ikan nila secara signifikan dibandingkan kontrol, menunjukkan adanya peningkatan efisiensi pemanfaatan nutrisi pada dosis optimal.

Selain modifikasi struktur, probiotik berkontribusi melalui sekresi enzim eksogen seperti protease, amilase, dan lipase. Enzim-enzim ini membantu memecah makromolekul pakan yang kompleks menjadi unit-unit monomer yang lebih mudah diserap. Menurut Aini *et al.* (2025), suplementasi probiotik secara signifikan meningkatkan aktivitas enzim pencernaan di usus, yang menjelaskan mengapa pada Perlakuan B, energi yang diperoleh dari pakan dialokasikan secara maksimal untuk pembentukan jaringan somatik dan protein otot. Efektivitas pemberian pakan probiotik dalam meningkatkan performa pertumbuhan juga didukung oleh penelitian Syaifullah *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa suplementasi probiotik pada sistem budidaya berbeda tetap memberikan respons pertumbuhan

yang lebih baik dibandingkan perlakuan tanpa probiotik.

Analisis Pertumbuhan Longitudinal dan Bioavailabilitas Mineral

Hasil penelitian menunjukkan korelasi positif antara pertumbuhan bobot dan pertambahan panjang tubuh. Hal ini mengindikasikan bahwa proses mineralisasi rangka berjalan efektif pada dosis 20 mL/kg. Bakteri asam laktat dalam EM4 menurunkan pH pada bagian posterior usus sehingga meningkatkan kelarutan mineral esensial seperti kalsium dan fosfor, yang mendukung pembentukan osteoblas. Sojan *et al.* (2022) melaporkan bahwa probiotik berpotensi memengaruhi metabolisme mineral dan proses osteogenesis melalui regulasi jalur molekuler tertentu seperti *Bone Morphogenetic Protein* (BMP). Selain itu, peningkatan panjang dan bobot yang berjalan seimbang sebagaimana terlihat pada penelitian ini juga didukung oleh hasil Wirantari & Marantika (2023), yang menunjukkan bahwa pakan hasil fermentasi mampu meningkatkan pertumbuhan panjang dan sintasan ikan nila melalui peningkatan ketersediaan nutrisi dan perbaikan metabolisme mineral.

Fenomena Diminishing Returns pada Dosis Tinggi

Penurunan SGR pada Perlakuan C (30 mL/kg pakan) menunjukkan adanya ambang batas saturasi dalam suplementasi hayati. Dosis tinggi diduga berpotensi meningkatkan kepadatan populasi mikroba di mukosa usus hingga mendekati batas toleransi fisiologis, sehingga efisiensi pemanfaatan nutrisi oleh inang menjadi kurang optimal. Fenomena ini sesuai dengan teori *dose-response* dalam akuakultur, di mana kurva pertumbuhan akan mencapai titik optimum sebelum mengalami deselerasi pada dosis berlebihan (Soliman *et al.*, 2025; El-Raghi *et al.*, 2025). Temuan serupa juga

diindikasikan dalam penelitian Margaretha *et al.* (2025), di mana peningkatan dosis sinbiotik tidak selalu linear dengan peningkatan pertumbuhan, melainkan menunjukkan kecenderungan adanya batas optimal biologis.

Dinamika Sintasan dan Penguatan Sistem Imun Non-Spesifik

Secara deskriptif, Perlakuan B menunjukkan nilai sintasan lebih tinggi (90%) dibandingkan kontrol (66,67%), meskipun secara statistik tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hasil ini konsisten dengan penelitian Margaretha *et al.* (2025) yang melaporkan peningkatan sintasan benih nila pada perlakuan pakan bersinbiotik EM4. Probiotik bekerja melalui mekanisme *competitive exclusion*, di mana bakteri menguntungkan menempati situs pelekatan pada epitel usus dan menghasilkan senyawa antibakteri seperti asam organik dan bakteriosin. Mekanisme ini diduga memperkecil peluang kolonisasi patogen oportunistik seperti *Aeromonas hydrophila*, sebagaimana dilaporkan oleh Hoseinifar *et al.* (2018). Temuan ini juga sejalan dengan Syaifullah *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa probiotik meningkatkan stabilitas fisiologis ikan budidaya pada sistem berbeda melalui peningkatan respons adaptif terhadap tekanan lingkungan.

Sinergi Kualitas Air dan Homeostasis Lingkungan

Keberhasilan aplikasi probiotik dalam penelitian ini tidak terlepas dari stabilitas parameter kualitas air yang berada dalam kisaran optimal SNI 7550:2009. Stabilitas suhu dan pH mendukung aktivitas metabolik ikan serta efektivitas kerja mikroba probiotik. Temuan ini didukung oleh Arifaddini *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa pemberian pakan bersinbiotik EM4 berkontribusi terhadap stabilitas kualitas air

dan performa pertumbuhan ikan nila. Selain itu, sistem pengelolaan kualitas air yang baik juga merupakan faktor pendukung penting sebagaimana dilaporkan oleh Yudiana *et al.* (2022), bahwa sistem resirkulasi efektif dalam menjaga parameter amonia, nitrit, dan nitrat tetap dalam batas aman bagi ikan nila. Kondisi lingkungan yang stabil memungkinkan ikan mengalokasikan energi metaboliknya secara optimal untuk pertumbuhan. Energi tidak teralihkan untuk menghadapi tekanan lingkungan yang berlebihan (Martini, 2024; Yunani *et al.*, 2024). Integrasi manajemen kualitas air yang baik dengan suplementasi EM4 dosis 20 mL/kg berpotensi mendukung stabilitas sistem budidaya benih ikan nila di Balai Benih Ikan Desa Ringdikit.

Penelitian ini terbatas pada durasi pemeliharaan 30 hari dan belum mengevaluasi parameter imunologis maupun histomorfologi usus secara langsung, sehingga mekanisme fisiologis yang dijelaskan masih bersifat inferensial. Selain itu, penelitian ini belum mengevaluasi rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR), ujiantang terhadap patogen oportunistik, maupun analisis komposisi mikrobiota usus secara molekuler. Keterbatasan tersebut menyebabkan interpretasi mekanisme peningkatan pertumbuhan dan sintasan masih didasarkan pada pendekatan fisiologis tidak langsung. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan durasi lebih panjang serta parameter imunologis dan mikrobiologis yang lebih komprehensif diperlukan untuk memperkuat validitas mekanisme kerja probiotik EM4 pada fase pendederan benih ikan nila. Secara keseluruhan, respons biologis yang diperoleh menunjukkan pola kurva respons dosis yang konsisten dengan teori suplementasi mikroba dalam sistem akuakultur.

Implikasi Praktis dan Ekonomis

Secara aplikatif, peningkatan SGR hingga 3,02% pada dosis 20 mL/kg pakan berimplikasi

pada percepatan waktu pencapaian ukuran tebar atau ukuran jual, yang secara langsung dapat meningkatkan frekuensi siklus produksi dalam satu tahun. Berdasarkan selisih nilai SGR antara perlakuan optimal dan kontrol (3,02% vs 1,25%), percepatan pertumbuhan tersebut secara teoritis berpotensi mempersingkat waktu pencapaian ukuran tebar sekitar 7–10 hari dibandingkan tanpa suplementasi probiotik, dengan asumsi laju pertumbuhan relatif konstan. Percepatan siklus produksi ini berimplikasi pada peningkatan frekuensi panen tahunan dan efisiensi operasional unit pembenihan.

Peningkatan sintasan secara deskriptif dari 66,67% menjadi 90% menunjukkan potensi peningkatan output produksi pada skala pembenihan. Secara konseptual, peningkatan laju pertumbuhan dan kecenderungan sintasan yang lebih tinggi berpotensi meningkatkan efisiensi siklus produksi dan output benih, sehingga memberikan peluang peningkatan rasio keuntungan terhadap biaya produksi pada skala pembenihan. Dengan demikian, penerapan dosis optimal probiotik EM4 tidak hanya meningkatkan performa biologis, tetapi juga berpotensi meningkatkan efisiensi biaya produksi dan margin keuntungan pembudidaya pada skala pembenihan, meskipun analisis finansial langsung belum dilakukan dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi probiotik EM4 dalam pakan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pertumbuhan benih ikan nila. Dosis optimal diperoleh pada perlakuan 20 mL/kg pakan yang menghasilkan nilai laju pertumbuhan spesifik tertinggi serta kecenderungan sintasan yang lebih baik. Hasil ini memberikan bukti empiris bahwa pemberian probiotik pada dosis moderat dapat

meningkatkan efisiensi produksi pada fase pendederan benih ikan nila. Temuan ini memperkuat konsep bahwa suplementasi probiotik pada dosis moderat lebih efektif dibandingkan dosis rendah maupun tinggi dalam mendukung efisiensi biologis fase pendederan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak Balai Benih Ikan (BBI) Desa Ringdikit, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng, Bali atas fasilitasi tempat dan sarana penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan teknis dan akademik selama proses penelitian hingga penyusunan naskah ini. Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pendanaan publik, komersial, maupun nirlaba.

DAFTAR PUSTAKA

- Asha, A. A., Haque, M. M., Hossain, M. K., Hasan, M. M., Bashar, A., Hasan, M. Z., ... & Bablee, A. L. (2024). *Effects of commercial probiotics on the growth performance, intestinal microbiota and intestinal histomorphology of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) reared in biofloc technology (BFT)*. *Biology*, 13(5), 299.
- Aini, N., Wahyuningsih, S. P. A., Achhlam, D. H., Fatimah, Amin, M. H. F. A., & Do, H. D. K. (2025). *Modulation of gut microbiota, intestinal physiology, and digestive enzyme levels by duo-strain probiotics in african catfish (Clarias gariepinus) challenged with Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Nutrition*, 2025(1), 6624613.
- Arifaddini, W., Yudasmar, G. A., & Maharani, M. D. K. (2025). *Kualitas air Media Budidaya Nila (Oreochromis niloticus): Efek pakan Bersinbiotik EM4 dan Tepung Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.)*. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 8(2), 53-61.
- El-Raghi, A. A., El-Naser, I. A. A., Amer, A. A., Abdel-Warith, A. W. A., Younis, E. M., Davies, S. J., & El-Bab, A. F. F. (2025). *Dose-response curves for the effects of Lactobacillus plantarum on growth performance, feed utilization, and health status of Litopenaeus vannamei shrimp*. *Optimizing the economic efficiency of supplementation*. *Annals of Animal Science*, 25(2), 649-659.
- Ferdous, Z., Hossain, M. K., Hadiuzzaman, M., Rafiquzzaman, S. M., Halim, K. A., Rahman, T., ... & Shahjahan, M. (2024). *Multi-species probiotics enhance survival, growth, intestinal microbiota and disease resistance of rohu (Labeo rohita) larvae*. *Water Biology and Security*, 3(1), 100234.
- Hoseinifar, S. H., Sun, Y. Z., Wang, A., & Zhou, Z. (2018). *Probiotics as means of diseases control in aquaculture, a review of current knowledge and future perspectives*. *Frontiers in microbiology*, 9, 2429.
- Margaretha, E., Yudasmar, G. A., & Fain, H. (2025). *Pengaruh Suplementasi Sinbiotik (EM4 X Ipomoea Batatas L) Dalam Pakan Terhadap Sintasan Dan Laju Pertumbuhan Benih Ikan nila (Oreochromis Niloticus)*. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 19(2), 102-111.
- Martini, N. N. D. (2024). *Komparasi Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) pada Sistem Resirkulasi dengan Media Filter yang Berbeda*. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 11(1), 15-25.
- Purbomartono, C., Aditya, Y., Mulia, D. S., Wuliandari, J. R., & Husin, A. (2020). *Respon Imun Non-Spesifik Ikan Mas (Cyprinus carpio L.) yang Diberi β -Glukan Melalui Diet Pakan*. *Sainteks*, 17(2), 115-124.
- Pradayanti, P. P., Martini, N. N. D., & Kusuma, M. D. (2024). *Pengaruh Aplikasi Jenis Probiotik Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 23(2), 50-63.
- Rahmi, A., Khaeriyah, A., Yani, F. I., & Sahabuddin. (2024). *Respon imun ikan nila salin (Oreochromis niloticus) terhadap pakan yang diperkaya dengan probiotik Bacillus subtilis*. *Journal Galung Tropika*, 13(3), 471-482.
<https://doi.org/10.31850/jgt.v13i3.1248>
- Rismayanti, N. L. P., Martini, N. N. D., & Amelia, J. M. (2025). *Pengaruh Suplementasi Probiotik Lactobacillus spp. Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Rasio Konversi Pakan Ikan Lele (Clarias sp.)*. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 19(2), 80-90

-
- SNI 7550:2009. (2009). *Produksi Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Kelas Benih Sebar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sojan, J. M., Raman, R., Muller, M., Carnevali, O., & Renn, J. (2022). *Probiotics enhance bone growth and rescue BMP inhibition: new transgenic zebrafish lines to study bone health*. *International journal of molecular sciences*, 23(9), 4748.
- Soliman, N., Kruithoff, C., San Valentin, E. M., Gamal, A., McCormick, T. S., & Ghannoum, M. (2025). *Small Intestinal Bacterial and Fungal Overgrowth: Health Implications and Management Perspectives*. *Nutrients*, 17(8), 1365
- Syaifullah, M. M., Martini, N. N. D., & Yudasmar, G. A. (2025). *Comparative Study Of The Effects Of Probiotic Feed In Conventional And Biofloc Culture Systems On The Growth Of Catfish (Clarias sp.)*. *AQUASAINS*, 13(2), 1676-1689.
- Wirantari, A. P., & Marantika, A. K. (2023). *Fermented Feed: Komparasi Lama Fermentasi Larutan Daun Singkong (Manihot utilissima) Terhadap Laju Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 12(2), 327-334.
- Yudiana, I. D. G. T., Martini, N. N. D., & Swasta, I. B. J. (2022). *Studi Perbandingan Kualitas Air dengan Sistem Resirkulasi yang Berbeda pada Parameter Uji Amonia, Nitrit dan Nitrat*. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2).
- Yunani, S., Latuconsina, H., & Mubarakati, N. J. (2024). *Korelasi Parameter Kualitas Air Terhadap Laju Pertumbuhan dan Sintasan Benih Ikan Mas (Cyprinus carpio L.)*. *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*, 6(1), 170-180.