

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Spesies ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berstatus sebagai fauna endemik asal benua Afrika, saat ini secara luas telah diakui dan diklasifikasikan sebagai salah satu komoditas paling esensial dalam konstelasi akuakultur air tawar global. Melalui masifnya ekspansi penyebaran serta tingginya tingkat keberhasilan operasional budidayanya, peranan yang sangat krusial dalam menopang pilar ketahanan pangan sebagai sumber pemenuhan protein hewani yang terjangkau turut diemban oleh organisme ini (Geletu & Zhao, 2023). Lebih lanjut, nilai keunggulan ekonomis yang memproyeksikan potensi komersial budidaya ikan nila secara empiris sangat ditunjang oleh serangkaian karakteristik biologis yang adaptif. Berbagai karakteristik unggul tersebut secara spesifik diwujudkan dalam bentuk rentang toleransi yang luas terhadap dinamika perubahan lingkungan eksternal, tingkat resiliensi yang tangguh dalam menghadapi fluktuasi parameter kualitas air, serta rasio efisiensi fisiologis yang tinggi saat proses konversi nutrisi pakan menjadi biomassa tubuh dilangsungkan.

Dalam konstelasi nasional, eskalasi yang berkesinambungan dan signifikan secara konsisten ditunjukkan oleh angka produksi ikan nila. Merujuk pada rilis data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (2022), komoditas ini ditetapkan sebagai salah satu sektor unggulan pada perikanan budidaya air tawar. Kontribusi ekonomi yang substansial turut dihasilkan oleh sektor ini, baik dalam orientasi pemenuhan kebutuhan protein domestik masyarakat maupun sebagai

instrumen penetrasi pasar ekspor. Meskipun demikian, akumulasi limbah organik yang bersumber dari residu pakan serta hasil metabolisme ikan sering kali dipicu oleh penerapan sistem budidaya yang dijalankan secara intensif. Apabila tidak dikelola melalui mekanisme mitigasi yang komprehensif, penumpukan material organik tersebut memiliki probabilitas yang tinggi untuk mengakibatkan terjadinya degradasi kualitas air, yang pada gilirannya turut meningkatkan beban stres fisiologis pada ikan. Mengatasi problematika tersebut, implementasi pendekatan bioteknologi yang dioperasikan melalui sistem berbasis mikroba diklasifikasikan sebagai sebuah langkah krusial. Pendekatan ini mutlak diperlukan agar tingkat efisiensi pemanfaatan pakan dapat ditingkatkan, sekaligus perbaikan terhadap kualitas lingkungan media budidaya dapat direalisasikan secara bersamaan (Shawon et al., 2025).

Dalam kerangka pencapaian tingkat produktivitas yang optimal, penentuan sistem budidaya yang presisi secara empiris diklasifikasikan sebagai determinan utama penentu keberhasilan operasional. Lebih lanjut, laju pertumbuhan ikan secara signifikan ditentukan oleh ketersediaan energi serta kapasitas efisiensi metabolisme. Dalam konteks ini, pakan difungsikan sebagai penyuplai energi fundamental yang secara mutlak dibutuhkan guna menunjang proses pertumbuhan sekaligus mempertahankan kelangsungan hidup biota. Namun demikian, pada penerapan sistem budidaya secara intensif, rendahnya tingkat efisiensi pencernaan nutrisi pada pakan komersial sering kali diidentifikasi sebagai salah satu kendala krusial. Oleh sebab itu, tingkat keberhasilan operasional budidaya ikan nila secara signifikan dipengaruhi oleh kualitas input produksi, dengan fokus esensial pada komponen pakan. Sebagai implikasinya, penyediaan pakan bermutu tinggi yang

diperkaya dengan formulasi nutrisi yang memadai sangat diperlukan, sehingga eskalasi pertumbuhan serta produktivitas ikan nila secara optimal dapat direalisasikan (Oktami et al., 2024).

Secara fisiologis, kemampuan benih ikan dalam memanfaatkan nutrisi sangat ditentukan oleh tingkat perkembangan sistem pencernaan dan aktivitas enzim pencernaan di saluran gastrointestinal. Pada fase awal pertumbuhan, sistem pencernaan benih ikan nila belum berkembang secara sempurna, sehingga kemampuan mencerna nutrisi kompleks seperti protein dan karbohidrat masih terbatas dan berpotensi menyebabkan sebagian nutrisi tidak tercerna secara optimal serta terbuang sebagai feses. Kondisi ini tidak hanya menurunkan efisiensi pemanfaatan pakan, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan beban bahan organik dan senyawa nitrogen di media budidaya. Margaretha *et al.* (2025) melaporkan bahwa suplementasi sinbiotik, yaitu kombinasi probiotik EM4 dan prebiotik *Ipomoea batatas* L., mampu meningkatkan pencernaan nutrisi dan laju pertumbuhan benih ikan nila melalui peningkatan aktivitas mikroba pencernaan dan ketersediaan enzim eksogen. Temuan ini mengindikasikan bahwa peran mikroba probiotik dalam sistem pencernaan ikan menjadi lebih optimal ketika didukung oleh substrat prebiotik, sehingga membantu pemecahan senyawa nutrisi kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap. Peningkatan pencernaan ini berimplikasi langsung terhadap efisiensi pemanfaatan pakan.

Secara kalkulasi ekonomi, pakan diklasifikasikan sebagai komponen pembiayaan paling dominan dalam operasional budidaya ikan, di mana proporsi penyerapannya dapat mencapai angka 60–70% dari total akumulasi biaya produksi. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi pemanfaatan pakan ditetapkan sebagai

determinan kunci agar beban biaya operasional dapat ditekan secara terukur (Syah & Riza, 2017). Sejalan dengan paradigma tersebut, efisiensi pakan melalui penerapan sistem budidaya adaptif, seperti teknologi bioflok, secara empiris telah dilaporkan mampu menurunkan beban operasional sekaligus meningkatkan efektivitas komersial, sebagaimana yang telah dibuktikan pada budidaya ikan lele (Pungky et al., 2023). Berpijak pada urgensi efisiensi tersebut, intervensi berupa aplikasi agen biologis tambahan sangat diperlukan dalam formulasi pakan. Kehadiran agen bioaditif ini secara spesifik difungsikan untuk mempercepat proses hidrolisis nutrien, sehingga makromolekul yang kompleks dapat dipecah menjadi senyawa intermediet yang lebih sederhana agar secara efisien dapat diserap oleh vili-vili usus ikan. Sebagai respons komprehensif terhadap kebutuhan tersebut, pemanfaatan probiotik sebagai suplemen pakan diidentifikasi dan secara luas mulai dikembangkan sebagai salah satu pendekatan bioteknologi yang paling prospektif.

Secara terminologi, probiotik didefinisikan sebagai sediaan kultur mikroorganisme viabel (hidup) yang, apabila disuplementasikan dalam kuantitas yang memadai, secara empiris mampu menghasilkan dampak fisiologis yang menguntungkan bagi inang. Manifestasi dari dampak positif tersebut secara spesifik diwujudkan melalui perbaikan regulasi serta stabilisasi keseimbangan mikroflora di dalam ekosistem saluran pencernaan. Terkait dengan hal tersebut, inkorporasi probiotik ke dalam formulasi pakan secara saintifik telah dilaporkan mampu merestorasi keseimbangan mikrobiota usus sekaligus mengeskalasi tingkat resistensi inang terhadap paparan agen patogen. Implikasi dari mekanisme perlindungan tersebut secara langsung berkontribusi positif terhadap peningkatan status kesehatan dan optimasi performa laju pertumbuhan, khususnya pada

komoditas ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Budiman, 2024). Merespons urgensi pengaplikasian teknologi tersebut dalam lanskap budidaya perikanan nasional, *Effective Microorganisms 4* (EM4) diidentifikasi sebagai salah satu produk komersial probiotik yang paling luas diaplikasikan di Indonesia. Secara mikrobiologis, sediaan EM4 ini diformulasikan sebagai sebuah konsorsium yang menghimpun berbagai galur mikroorganisme fungsional. Konsorsium biologis tersebut secara struktural disusun oleh komunitas bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), kelompok bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas* sp.), ragi atau khamir (*Saccharomyces* sp.), serta komunitas *Actinomycetes* (Berlian et al., 2023).

Laju pertumbuhan organisme budidaya secara signifikan dapat ditingkatkan melalui inkorporasi bakteri asam laktat ke dalam formulasi pakan. Mekanisme peningkatan ini secara langsung difasilitasi oleh terjadinya perbaikan pada proses pencernaan serta stabilisasi keseimbangan mikroflora di dalam usus. Melalui proses metabolisme, berbagai senyawa asam organik diproduksi oleh komunitas bakteri ini, yang mana senyawa tersebut secara efektif difungsikan untuk menciptakan modifikasi lingkungan saluran pencernaan. Kondisi lingkungan yang telah termodifikasi tersebut secara supresif mampu menghambat proliferasi agen patogen, sembari secara simultan mendukung kolonisasi mikroorganisme yang bersifat menguntungkan (Oktaviani et al., 2021). Di samping itu, eksistensi ragi (khamir) di dalam sediaan EM4 turut diidentifikasi perannya sebagai penyuplai esensial bagi pemenuhan nutrisi krusial, di antaranya meliputi vitamin B-kompleks beserta profil asam amino. Postulat ini secara empiris diperkuat oleh temuan riset Rachmawati et al. (2025), di mana aktivitas sekresi enzim protease dan amilase pada fisiologi pencernaan ikan nila dilaporkan mengalami peningkatan secara

signifikan sebagai respons fisiologis terhadap suplementasi *Saccharomyces cerevisiae*. Secara paralel, peningkatan aktivitas enzim pencernaan yang selaras dengan perbaikan performa pertumbuhan juga ditemukan secara nyata oleh Yu et al. (2025) pada kelompok uji yang diberikan perlakuan *Bacillus subtilis*, khususnya apabila dikomparasikan dengan kelompok kontrol tanpa paparan probiotik. Sebagai implikasi komprehensif dari keseluruhan mekanisme mikrobiologis dan enzimatis tersebut, aplikasi probiotik secara konsisten dilaporkan mampu mereduksi nilai rasio konversi pakan atau *Feed Conversion Ratio* (FCR). Penurunan nilai indikator FCR ini secara langsung dijadikan sebagai bukti empiris yang merepresentasikan terjadinya eskalasi pada tingkat efisiensi pemanfaatan pakan.

Meskipun demikian, efektivitas probiotik sangat dipengaruhi oleh dosis dan kondisi mikrobiota usus inang. Dosis yang terlalu rendah sering kali tidak cukup untuk menciptakan perubahan komposisi mikroba usus yang signifikan, sedangkan dosis yang berlebihan dapat menyebabkan interaksi kompetitif di antara mikroorganisme dan mengubah keseimbangan mikrobiota usus, sehingga memengaruhi efektivitasnya dalam budidaya ikan (Ringo *et al.*, 2022). Di Balai Pembenihan Ikan Desa Ringdikit, praktik pemberian pakan masih didominasi oleh pakan komersial tanpa penambahan probiotik. Kondisi ini membuka peluang untuk mengkaji potensi aplikasi EM4 dalam meningkatkan pertumbuhan benih ikan nila di lokasi tersebut.

Dinamika luaran empiris yang bervariasi terkait penetapan takaran dosis optimal probiotik sejauh ini masih ditemukan pada beberapa telaah literatur terdahulu. Sebagai rujukan komparatif, temuan riset yang dipublikasikan oleh Fahrizal dan Nasir (2017) melaporkan bahwa inkorporasi probiotik dengan

konsentrasi dosis yang berbeda pada formulasi pakan, secara statistik dinyatakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap eskalasi parameter pertumbuhan bobot maupun panjang tubuh ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Meskipun demikian, efektivitas perlakuan tersebut dalam mereduksi nilai rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio/FCR*) secara signifikan tetap berhasil dibuktikan pada kajian yang sama.

Sebagai rujukan komparatif, luaran empiris yang dilaporkan oleh Linayati et al. (2021) menunjukkan bahwa inkorporasi probiotik pada pakan terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap eskalasi performa pertumbuhan ikan bandeng, khususnya apabila dikomparasikan dengan pakan kontrol tanpa penambahan probiotik. Variabilitas respons pertumbuhan antarkajian tersebut secara teoritis diestimasikan sangat dipengaruhi oleh beberapa determinan, yang meliputi tingkat konsentrasi mikroba probiotik yang diaplikasikan, spesifikasi kondisi lingkungan media budidaya, serta tahapan stadia fisiologis ikan yang digunakan sebagai subjek uji. Mengatensi berbagai temuan tersebut, rekomendasi takaran dosis EM4 yang spesifik sekaligus telah teruji secara eksperimental pada ekosistem budidaya di Balai Benih Ikan (BBI) Desa Ringdikit sejauh ini masih belum tersedia. Oleh sebab itu, investigasi empiris secara mutlak diperlukan agar formulasi dosis aplikatif yang efisien, berorientasi ekonomi, dan adaptif secara berkelanjutan dapat segera didapatkan. Berpijak pada rasionalisasi kesenjangan literatur (*research gap*) serta urgensi faktual yang telah diuraikan, maka perancangan riset ini dilaksanakan dengan mengusung tajuk: **"Respons Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap Pakan Probiotik EM4 di Balai Benih Ikan Desa Ringdikit"**.

1.2. Identifikasi Masalah

"Merujuk pada konstruksi pemikiran dan rasionalisasi latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka pokok permasalahan yang akan diinvestigasi dalam penelitian ini secara spesifik diidentifikasi sebagai berikut::

1. Rendahnya tingkat efisiensi pemanfaatan nutrisi pada formulasi pakan komersial, yang secara empiris diimplikasikan pada terhambatnya pencapaian potensi maksimal laju pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*), serta tingginya beban pembiayaan operasional yang diakibatkan oleh belum optimalnya nilai rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio/FCR*) dalam penerapan sistem budidaya intensif.
2. Belum ditetapkannya standarisasi takaran dosis aplikasi probiotik EM4 yang telah teruji secara empiris dan spesifik guna mengoptimalkan performa pertumbuhan benih ikan nila di ekosistem Balai Benih Ikan (BBI) Desa Ringdikit. Di samping itu, masih ditemukannya diskrepansi luaran dari berbagai literatur terdahulu terkait formulasi dosis optimal, yang secara teoritis mengindikasikan bahwa efektivitas agen biologis tersebut sangat dipengaruhi oleh dinamika kondisi lingkungan serta tahapan stadia fisiologis ikan uji yang digunakan.

1.3. Pembatasan Masalah

Guna memastikan agar orientasi penelitian tetap terarah secara presisi, serta untuk mencegah terjadinya perluasan interpretasi yang berada di luar konteks kajian, maka ruang lingkup permasalahan secara spesifik dibatasi dan ditetapkan sebagai berikut:

1. Subjek uji biologi yang digunakan dalam kerangka eksperimental ini secara spesifik dibatasi pada fase benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Adapun kriteria inklusi untuk spesifikasi morfometrik benih yang ditetapkan meliputi dimensi panjang awal pada kisaran 3–4 cm, dengan estimasi bobot biomassa rata-rata berada pada rentang 3,8–4,2 gram.
2. Agen biologis tambahan yang difungsikan sebagai variabel perlakuan dalam penelitian ini secara eksklusif dibatasi pada sediaan probiotik komersial EM4 (*Effective Microorganisms 4*). Adapun mekanisme inkorporasi bahan uji tersebut diimplementasikan secara ketat melalui metode pencampuran (pembibisan) langsung ke dalam formulasi pakan.
3. Evaluasi terhadap variabel observasi utama dalam kajian eksperimental ini secara spesifik dibatasi pada indikator respons pertumbuhan biologis—yang meliputi parameter pertambahan bobot mutlak, pertambahan panjang mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate/SGR*)—serta persentase tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate/SR*). Sementara itu, pemantauan terhadap dinamika parameter kualitas air (mencakup suhu, derajat keasaman/pH, dan oksigen terlarut/*DO*) secara fungsional ditetapkan murni sebagai data sekunder penunjang. Langkah pemantauan lingkungan tersebut diimplementasikan guna memvalidasi bahwa kondisi ekologis media pemeliharaan senantiasa terjaga pada kisaran yang optimal bagi keberlangsungan proses fisiologis benih ikan nila.
4. Pelaksanaan operasional riset secara spasial dipusatkan pada area fasilitas Balai Benih Ikan (BBI) Desa Ringdikit, Kabupaten Buleleng. Adapun durasi pemeliharaan subjek uji sekaligus rentang periode observasi secara temporal

dibatasi dan ditetapkan selama 30 hari. Siklus waktu tersebut secara metodologis dipilih guna memastikan bahwa representasi data eskalasi pertumbuhan yang valid dan signifikan secara empiris dapat diperoleh.

1.4. Rumusan Masalah

Merujuk pada ruang lingkup pembatasan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya, maka rumusan permasalahan pokok yang akan diinvestigasi dan dijawab melalui kajian eksperimental ini secara spesifik dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah eskalasi laju pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) secara signifikan dipengaruhi oleh inkorporasi sediaan probiotik EM4 ke dalam formulasi pakan komersial?
2. Pada takaran konsentrasi dosis berapakah sediaan probiotik EM4 paling optimal untuk diaplikasikan, sehingga pencapaian eskalasi performa pertumbuhan yang paling superior pada benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat direalisasikan?

1.5. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan permasalahan yang telah ditetapkan sebelumnya, maka tujuan utama yang hendak dicapai melalui pelaksanaan kajian eksperimental ini secara spesifik dirumuskan sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis dan mengevaluasi signifikansi pengaruh yang dihasilkan dari inkorporasi sediaan probiotik EM4 ke dalam formulasi pakan terhadap eskalasi laju pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
2. Untuk mengidentifikasi dan menetapkan takaran konsentrasi dosis sediaan

probiotik EM4 yang paling optimal guna diaplikasikan, sehingga pencapaian efektivitas tertinggi terhadap eskalasi performa pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat secara nyata direalisasikan.

1.6. Manfaat Hasil Penelitian

Secara komprehensif, luaran empiris yang dihasilkan dari pelaksanaan kajian eksperimental ini diharapkan mampu memberikan kontribusi kemanfaatan, yang secara spesifik diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara konseptual, luaran riset ini diharapkan mampu diintegrasikan sebagai literatur rujukan guna memperkaya khazanah keilmuan pada disiplin akuakultur. Secara spesifik, kontribusi keilmuan tersebut difokuskan pada pengembangan kajian bioteknologi pakan fungsional, serta elaborasi komprehensif terkait peranan agen mikroorganisme probiotik dalam menstimulasi mekanisme metabolisme fisiologis benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

2. Manfaat Praktis

- Bagi Pembudidaya: Memberikan solusi teknis yang ekonomis dalam mengatasi rendahnya efisiensi pakan melalui pemanfaatan mikroorganisme lokal yang mudah didapat.
- Bagi Instansi Terkait: Memberikan data berbasis riset sebagai dasar penetapan SOP pemberian pakan pada unit pembenihan nila di tingkat desa.