

## Sinergi Dosis Effective Microorganisms 4 (EM4) dan Vitamin C dalam Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan dan Keseimbangan Media Budidaya Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Ali Usman<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup> Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo, Jl. Raya

Buncitan Kotak Pos 1, Buncitan, Sedati, Sidoarjo, 61253. \*e-mail Korespondensi: [alius0384@gmail.com](mailto:alius0384@gmail.com)

**Abstrak.** Budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) masih menghadapi kendala utama berupa tingginya biaya pakan, terutama pada fase benih yang menentukan keberhasilan produksi selanjutnya. Optimalisasi pemanfaatan pakan melalui penambahan suplemen fungsional menjadi salah satu strategi yang potensial. Effective Microorganisms 4 (EM4) diketahui berperan dalam meningkatkan pencernaan pakan melalui aktivitas enzimatis dan perbaikan mikroflora usus, sedangkan vitamin C berfungsi sebagai antioksidan dan imunomodulator yang mendukung pertumbuhan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sinergi variasi dosis EM4 dengan dosis tetap vitamin C dalam pakan komersial terhadap pertumbuhan berat mutlak serta stabilitas kualitas air pada benih ikan lele umur 14 hari. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan, yaitu kontrol dan tiga dosis EM4 (10, 15, dan 20 ml/kg pakan) yang dikombinasikan dengan vitamin C 150 mg/kg pakan, masing-masing dengan enam ulangan. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan pakan berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak ( $P < 0,01$ ). Perlakuan EM4 15 ml/kg pakan menghasilkan pertumbuhan tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Parameter kualitas air selama pemeliharaan berada dalam kisaran optimal dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Disimpulkan bahwa kombinasi EM4 15 ml/kg pakan dan vitamin C 150 mg/kg pakan merupakan dosis sinergis optimal untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan lele tanpa mengganggu kestabilan media budidaya.

**Kata kunci:** *Clarias sp.*; EM4; vitamin C; pertumbuhan mutlak; kualitas air

### Pendahuluan

Ikan Lele (*Clarias sp.*) merupakan salah satu komoditas akuakultur air tawar dengan prospek ekonomi yang cerah di Indonesia, ditandai dengan permintaan pasar yang tinggi dan kemampuan adaptasi yang baik pada sistem budidaya intensif. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi ikan lele di Indonesia mengalami pertumbuhan rata-rata 7,8% per tahun selama periode 2019-2023, dengan total produksi mencapai 1,35 juta ton pada tahun 2023. Peningkatan produksi ini didukung oleh permintaan konsumen yang terus meningkat serta perkembangan teknik budidaya yang semakin efisien. (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2023)

Dalam budidaya intensif, faktor pembatas utama adalah efisiensi pakan dan manajemen lingkungan media. Pemanfaatan pakan komersial yang optimal sangat krusial, karena pakan menyumbang 60-70% dari total biaya produksi (Haryadi & Suseno, 2019). Tingginya biaya pakan ini mendorong perlunya inovasi dalam formulasi pakan untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi. Oleh karena itu, penelitian mengenai penambahan *feed additive* yang bersifat sinergis menjadi sangat penting untuk dikembangkan.

Konsep sinergi suplemen dalam pakan didasarkan pada prinsip bahwa kombinasi beberapa bahan aditif dapat memberikan efek yang lebih besar dibandingkan penjumlahan efek masing-masing komponen secara terpisah (Supriyadi et al., 2021). Peningkatan pertumbuhan pada Lele dapat dicapai melalui kombinasi suplemen yang bekerja secara berbeda, yaitu probiotik untuk meningkatkan daya cerna dan vitamin untuk meningkatkan imunitas dan metabolisme. Penelitian ini secara khusus mengkaji sinergi antara *Effective Microorganisms 4* (EM4) dan Vitamin C.

Probiotik EM4 memiliki peran ganda yang strategis dalam sistem budidaya. Di dalam saluran pencernaan ikan, EM4 beraksi dengan mengkolonisasi usus dan memproduksi enzim ekstraseluler seperti amilase, protease, dan lipase yang meningkatkan daya cerna pakan dan penyerapan nutrisi (Mardhiana et al., 2016). Mikroorganisme dalam EM4 juga berkompetisi dengan bakteri patogen untuk mendapatkan nutrisi dan tempat perlekatan, sehingga menekan populasi bakteri merugikan (Sumartini et al., 2020). Sementara di media air, mikroba dalam EM4 membantu proses dekomposisi bahan organik sisa pakan dan feses, sehingga

berpotensi menjaga stabilitas kualitas air, terutama dalam hal menekan akumulasi amonia dan fluktuasi pH (Syafuddin & Astuti, 2023).

Vitamin C (*Asam Askorbat*) berfungsi sebagai *performance booster* yang essensial bagi Lele. Perannya tidak hanya sebagai antioksidan untuk melawan stres oksidatif yang umum terjadi pada budidaya padat tebar, tetapi juga sebagai kofaktor penting dalam biosintesis kolagen, karnitin, dan hormon stres (kortisol) (NRC, 1993). Kecukupan Vitamin C memastikan bahwa Lele dapat mengalokasikan energi metabolik secara optimal untuk pertumbuhan tubuh, bukan untuk mengatasi stres. Dosis 150 mg/kg pakan dianggap memadai untuk meningkatkan imunitas dan efisiensi pakan berdasarkan penelitian sebelumnya (Mustofa et al., 2021).

Meskipun manfaat EM4 dan Vitamin C secara terpisah telah banyak dilaporkan, informasi mengenai efek sinergis keduanya dalam pakan komersial terhadap pertumbuhan ikan lele pada fase benih masih terbatas. Dosis optimal EM4 dikombinasikan dengan Vitamin C akan menghasilkan pertumbuhan maksimal sekaligus menjaga keseimbangan lingkungan budidaya Lele pada fase benih (umur 14 hari) belum terdefiniskan secara akurat. Dosis yang terlalu tinggi dikhawatirkan justru menjadi stresor baru bagi ikan dan media budidaya (Effendi, 2000).

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Menganalisis sinergi dosis EM4 yang berbeda dan Vitamin C terhadap pertumbuhan berat mutlak benih ikan Lele; (2) Menguji efek dosis EM4 terhadap keseimbangan parameter kualitas air (suhu, pH, DO) selama periode pemeliharaan.

Hipotesis penelitian yang diajukan adalah: Diduga sinergi dosis EM4 dan Vitamin C dalam pakan komersial berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak benih ikan Lele (*Clarias sp.*), dengan dosis optimal (15 ml/kg pakan) memberikan hasil tertinggi dan menjaga keseimbangan media budidaya.

## Bahan dan Metode

Penelitian eksperimental ini dilaksanakan selama 30 hari pada periode April hingga Mei 2025. Lokasi penelitian bertempat di Desa Buncitan, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini dilakukan dengan metode purposive sampling berdasarkan pertimbangan kriteria tertentu, yaitu: (1) ketersediaan fasilitas budidaya air tawar yang memadai untuk replikasi percobaan, termasuk akses terhadap air bersih dan listrik; (2) kondisi lingkungan yang mendukung dengan suhu udara rata-rata 28-32°C dan kelembaban 70-85% yang sesuai untuk pertumbuhan ikan lele; (3) ketersediaan benih ikan lele berkualitas dari unit pembenihan terdekat; (4) minimnya gangguan antropogenik yang dapat mempengaruhi hasil penelitian; serta (5) kemudahan aksesibilitas untuk pemantauan dan pengambilan data secara berkala. Lokasi tersebut juga memiliki karakteristik perairan dengan pH netral hingga basa (7,0–8,5) dan kandungan oksigen terlarut yang memadai, sehingga representatif untuk simulasi kondisi budidaya intensif.

Hewan uji yang digunakan adalah benih Ikan Lele (*Clarias sp.*) berumur 14 hari yang diperoleh dari unit pembenihan berizin dan tersertifikasi. Benih yang digunakan memiliki ukuran rata-rata panjang 2 cm dan berat rata-rata awal per ekor 0,5 gram. Seleksi benih dilakukan secara ketat untuk memastikan keseragaman ukuran dan kondisi kesehatan. Benih yang terpilih menunjukkan aktivitas renang yang aktif, respons terhadap pakan yang baik, dan bebas dari cacat fisik. Sebelum perlakuan, benih diaklimatisasi selama 3 hari dalam wadah pemeliharaan dengan kondisi lingkungan yang sama dengan perlakuan penelitian.

Media Pemeliharaan: Digunakan 24 unit bak plastik berbentuk kotak (volume efektif 15 liter) dengan ketinggian air dijaga konstan pada 30 cm. Setiap unit dilengkapi dengan sistem aerasi individual menggunakan aerator dan batu aerasi untuk menjaga kadar oksigen terlarut. Kepadatan tebar ditetapkan 15 ekor benih Lele per wadah, sehingga total kepadatan awal relatif seragam pada semua perlakuan.

Pakan: Pakan komersial berbentuk pelet apung dengan kandungan protein minimal 30%, lemak 5-8%, serat kasar maksimal 8%, dan kadar air maksimal 12% digunakan sebagai pakan dasar. Komposisi nutrisi pakan dianalisis terlebih dahulu untuk memastikan kesesuaian dengan standar kebutuhan ikan lele fase benih.

Suplemen: Probiotik EM4 (*Effective Microorganisms 4*) cair khusus perikanan yang mengandung *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, bakteri fotosintetik, dan actinomycetes. Vitamin C yang digunakan adalah asam askorbat murni tingkat *food grade* dengan kemurnian 99%.

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, DO meter, pH meter, termometer air, mikropipet, sprayer, dan peralatan laboratorium standar lainnya.

## Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial. Desain RAL dipilih karena kondisi lingkungan pemeliharaan (media air, suhu, pencahayaan) diasumsikan relatif homogen berdasarkan hasil uji pendahuluan. Percobaan terdiri dari 4 perlakuan dan 6 kali pengulangan, menghasilkan total 24 unit percobaan.

Tabel 1. Rancangan Perlakuan Penelitian

Perlakuan	Dosis EM4 (ml/kg pakan)	Dosis Vitamin C (gr/kg pakan)	Keterangan
A	0	0	Kontrol (pakan komersial murni)
B	10	150	Dosis EM4 Rendah + Vit C
C	15	150	Dosis EM4 Optimal + Vit C
D	20	150	Dosis EM4 Tinggi + Vit C

Penentuan jumlah ulangan mengikuti rumus [10] dengan pertimbangan derajat kebebasan galat minimal 15. Perhitungan menggunakan rumus:  $(t-1)(n-1) \geq 15$ , dimana  $t$  = jumlah perlakuan (4),  $n$  = jumlah ulangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa minimal diperlukan 6 ulangan untuk setiap perlakuan.

Wadah pemeliharaan dibersihkan menggunakan sabun dan dibilas hingga bersih, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama setengah hari untuk mensterilkan dari mikroorganisme patogen. Setelah pengeringan, wadah diisi air sumur bor yang telah diaerasi selama 24 jam. Ketinggian air dipertahankan 30 cm pada semua wadah.

Benih ikan lele diaklimatisasi selama 3 hari dengan cara menempatkan wadah pengangkutan ke dalam bak pemeliharaan dan secara bertahap menambahkan air media ke dalam wadah pengangkutan. Setelah aklimatisasi, benih ditimbang secara kelompok untuk mengetahui berat awal, kemudian ditebar dengan kepadatan 15 ekor per wadah.

Pakan perlakuan disiapkan dengan metode spraying. Sebanyak 1 kg pakan komersial ditimbang untuk setiap perlakuan. Larutan EM4 dan vitamin C dibuat sesuai konsentrasi perlakuan dengan pelarut aquades. Larutan kemudian disemprotkan secara merata ke atas pakan sambil diaduk menggunakan mixer selama 10 menit. Pakan yang telah diberi perlakuan diangin-anginkan selama 15 menit sebelum diberikan kepada ikan.

Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari dengan pemberian pakan sebanyak 5% dari biomassa per hari, dibagi dalam dua kali pemberian (pukul 08.00 dan 17.00 WIB). Penyesuaian jumlah pakan dilakukan setiap 7 hari berdasarkan hasil penimbangan sampel. Monitoring kualitas air dilakukan setiap hari pada pukul 15.00 WIB. Penggantian air sebanyak 50% dari volume total dilakukan setiap 7 hari sekali untuk menjaga kualitas air.

### Parameter yang diukur

**Pertumbuhan Mutlak**, dimana penghitungan pertumbuhan berat mutlak dilakukan dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Effendie (1979), yaitu  $W = W_t - W_0$ . Dalam rumus ini, variabel  $W$  mewakili pertumbuhan berat mutlak yang diukur dalam satuan gram (g). Variabel  $W_t$  menunjukkan berat rata-rata ikan pada akhir periode penelitian, sedangkan  $W_0$  merepresentasikan berat rata-rata ikan pada awal penelitian. Dengan menerapkan rumus ini, peneliti dapat mengukur secara kuantitatif peningkatan biomassa ikan selama masa pemeliharaan sebagai indikator utama keberhasilan perlakuan pakan.

### Rasio Konversi Pakan (FCR)

Penghitungan rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR) dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi pemanfaatan pakan. Rumus FCR yang digunakan adalah  $FCR = \text{Total Pakan Diberikan (g)} / (\text{Berat Akhir Total} - \text{Berat Awal Total})$  (g), di mana nilai FCR yang lebih rendah menunjukkan efisiensi pakan yang lebih baik. Pengukuran berat ikan untuk perhitungan FCR dilakukan dengan menimbang sampel 10 ekor ikan dari setiap wadah secara periodik setiap 7 hari. Untuk memastikan akurasi pengukuran, ikan yang akan ditimbang sebelumnya dipuasakan selama 12 jam untuk mengosongkan saluran pencernaannya.

### Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian ini meliputi tiga komponen utama yang kritis bagi pertumbuhan ikan. Suhu air diukur menggunakan termometer air raksa untuk memastikan stabilitas lingkungan pemeliharaan tetap dalam kisaran optimal. Tingkat keasaman (pH) diukur dengan pH meter digital guna mengetahui kondisi kesesuaian media bagi kehidupan benih ikan. Selain itu, kandungan oksigen

terlarut (DO) diukur menggunakan DO meter untuk memastikan kecukupan oksigen dalam media budidaya.

Pengukuran kualitas air (suhu, pH, dan oksigen terlarut) dilakukan setiap hari pada pukul 06.00 dan 17.00 WIB. Pemilihan waktu pengukuran dua kali sehari ini didasarkan pada siklus harian parameter kualitas air yang dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi organisme dalam media budidaya. Pengukuran pagi hari (06.00 WIB) merepresentasikan kondisi sebelum aktivitas fotosintesis dimulai, di mana kadar oksigen terlarut biasanya mencapai titik terendah dan karbon dioksida tertinggi. Sementara pengukuran sore hari (17.00 WIB) merepresentasikan kondisi setelah aktivitas fotosintesis berlangsung sepanjang hari, di mana kadar oksigen terlarut mencapai puncak dan pH cenderung lebih tinggi. Dengan pengukuran pada dua waktu kritis ini, dapat diperoleh gambaran fluktuasi harian kualitas air yang lebih komprehensif dan akurat. Konsistensi waktu pengukuran setiap hari bertujuan untuk meminimalkan variasi yang disebabkan oleh perbedaan waktu pengambilan data, sehingga memungkinkan perbandingan data antar hari dan antar perlakuan yang lebih valid.

Data pertumbuhan berat mutlak dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA) pada taraf nyata 5%. Jika terdapat perbedaan yang nyata, dilanjutkan dengan uji Tukey HSD. Asumsi kenormalan data diuji menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan homogenitas ragam diuji dengan uji Levene. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan kisaran optimal untuk ikan lele. Semua analisis statistik dilakukan menggunakan software SPSS versi 25.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil uji asumsi menunjukkan bahwa data pertumbuhan berat mutlak berdistribusi normal ( $P = 0,074 > 0,05$ ) dan homogen ( $P = 0,440 > 0,05$ ), sehingga memenuhi syarat untuk analisis parametrik. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ( $P = 0,001 < 0,01$ ) dari perlakuan pakan terhadap pertumbuhan berat mutlak benih ikan lele. Uji ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Rerata Pertambahan Berat Mutlak dan Uji Lanjut Tukey HSD  
(Sumber : Data Primer, 2025)

Perlakuan	Dosis EM4 (ml/kg)	Rerata Pertumbuhan Berat Mutlak (g)	SD	Notasi Tukey HSD
C	15	2.5700	.25174	a
B	10	2.2000	.24371	b
A	0 (Kontrol)	2.0367	.13541	b
D	20	1.9817	.20789	b

Hasil uji lanjut Tukey HSD menunjukkan bahwa perlakuan C (EM4 15 ml/kg pakan + vitamin C 150 mg/kg pakan) memberikan pertumbuhan tertinggi (2,570 g) dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya (notasi 'a'). Sementara perlakuan B, A, dan D tidak berbeda nyata antar mereka (notasi 'b'), meskipun secara numerik perlakuan B menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan A dan D.

Keunggulan statistik P2 (2.5700 g) adalah manifestasi dari tercapainya beban mikroba optimal (15 ml/kg). Dosis ini memungkinkan probiotik EM4 secara efisien mengaugmentasi enzim endogen ikan (NRC, 1993) dengan enzim eksogen yang dimilikinya (protease, amilase). Proses ini meningkatkan laju hidrolisis komponen pakan (terutama protein menjadi asam amino/peptida) secara signifikan, krusial bagi lele yang memiliki saluran pencernaan relatif pendek dan waktu transit pakan yang cepat. Peningkatan efisiensi penyerapan gizi ini, ditambah dengan peran Vitamin C yang memitigasi stres oksidatif, memastikan energi metabolik diarahkan secara maksimal untuk pertumbuhan somatik (Supriyadi et al., 2021).

Sebaliknya, pertumbuhan terburuk pada P3 (1.9817 g) menegaskan bahwa dosis EM4 yang berlebihan (20 ml/kg) bersifat kontraproduktif. Dosis tinggi ini berpotensi memicu kompetisi nutrisi antara populasi mikroba yang over-represented dengan inang, menyebabkan dysbiosis atau bahkan respons imun ringan yang mengonsumsi energi. Alih-alih mendapatkan manfaat, energi yang seharusnya untuk pertumbuhan dialihkan untuk mengelola kelebihan mikroba dan/atau gangguan pencernaan, sesuai dengan prinsip pembatasan faktor luar dalam nutrisi (Syafuddin & Astuti, 2023).

Keunggulan pertumbuhan pada perlakuan C merupakan manifestasi dari tercapainya beban mikroba optimal (15 ml/kg) yang mampu meningkatkan efisiensi pencernaan tanpa menimbulkan efek negatif. Pada dosis ini, probiotik EM4 secara efisien mengaugmentasi enzim endogen ikan (NRC, 1993) dengan enzim eksogen yang dimilikinya (protease, amilase, lipase). Proses ini meningkatkan laju hidrolisis komponen pakan, terutama protein menjadi asam amino dan peptida, yang sangat krusial bagi lele yang memiliki saluran pencernaan relatif pendek dan waktu transit pakan yang cepat (Hepher & Prugnin, 1990).

Vitamin C berperan dalam meningkatkan absorpsi nutrisi hasil hidrolisis dengan menjaga integritas sel epitel usus dan sebagai kofaktor dalam metabolisme energi (Lim & Webster, 2006). Sinergi antara peningkatan pencernaan oleh EM4 dan optimasi metabolisme oleh vitamin C memastikan alokasi energi metabolik secara maksimal untuk pertumbuhan somatik, sebagaimana diungkapkan oleh Gatlin (2002).

Pada Perlakuan D (EM4 20 ml/kg), pertumbuhan justru paling rendah (1,982 g), bahkan sedikit lebih rendah dari kontrol (2,037 g). Hal ini mengindikasikan bahwa dosis EM4 yang berlebihan bersifat kontraproduktif. Dosis tinggi ini diduga memicu kompetisi nutrisi antara populasi mikroba yang over-represented dengan inang, menyebabkan dysbiosis atau bahkan respons imun ringan yang mengonsumsi energi (Merrifield et al., 2010). Alih-alih mendapatkan manfaat, energi yang seharusnya untuk pertumbuhan dialihkan untuk mengelola kelebihan mikroba dan gangguan homeostasis saluran pencernaan.

### Efisiensi Pakan

Berdasarkan pengamatan, pada perlakuan C menunjukkan efisiensi pakan yang paling baik dengan konversi pakan terendah. Ikan pada perlakuan C menunjukkan nafsu makan yang tinggi dan konversi pakan yang lebih efisien dibandingkan perlakuan lainnya. Perhitungan efisiensi pakan menunjukkan bahwa perlakuan C mampu mengkonversi pakan menjadi daging dengan rasio 1,2, sementara perlakuan lainnya berkisar antara 1,4-1,6.

Tingginya efisiensi pada perlakuan pakan C didukung oleh peran ganda EM4 dalam meningkatkan pencernaan nutrisi dan vitamin C dalam optimasi metabolisme. Menurut Wang & Xu (2006), peningkatan efisiensi pakan merupakan indikator keberhasilan suplementasi bahan aditif dalam pakan. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Irianto & Austin (2002) yang melaporkan bahwa pemberian probiotik dapat menurunkan FCR pada ikan lele hingga 20%.

Tabel 3. Tabel Hasil Perhitungan FCR  
(Sumber : Data Primer, 2025)

Perlakuan	Dosis EM4 (ml/kg pakan)	Dosis Vit. C (mg/kg pakan)	Berat Awal Total (g)	Berat Akhir Total (g)	Jumlah Pakan Diberikan (g)	FCR
A	0	0	7,5	30,6	37,8	1,60
B	10	150	7,5	33,6	35,7	1,40
C	15	150	7,5	38,6	34,5	1,20
D	20	150	7,5	29,7	36,9	1,50

### Kualitas Air

Hasil ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan akibat perlakuan ( $P > 0.05$ ) dosis EM4 terhadap parameter Suhu, DO, dan pH media. Parameter Kualitas air dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 4. Rentang Parameter Kualitas Air  
(Sumber : Data Primer, 2025)

Parameter	Kisaran Nilai Penelitian	P Anova	Ket. Toleransi Ikan Lele
Suhu (°C)	27.5 – 30.0	0.354	Optimal (25-30 °C)
DO (ppm)	5.4 – 9.1	0.392	Optimal (> 3.0 ppm)
pH	7.8 – 9.0	0.991	Optimal (5.0 – 9.0)

Kondisi lingkungan yang stabil (Suhu  $\pm 28.5$  °C, DO tinggi, pH netral-basa) merupakan konfirmasi metodologis bahwa penelitian ini bebas dari variabel pengganggu lingkungan. Stabilitas DO dan pH ( $P > 0.9$ ) sangat penting: {DO} yang tinggi menjamin respirasi optimal, sementara pH yang stabil membantu



menjaga fraksi amonia toksik ( $\text{NH}_3$ ) tetap rendah, sehingga energi ikan tidak terbuang untuk mengatasi stres lingkungan (Effendi, 2000). Perbedaan signifikan pada Pertumbuhan Berat Mutlak dipastikan merupakan atribut murni dari efektivitas dosis nutrisi pakan.

Meskipun EM4 dilaporkan memiliki efek positif terhadap kualitas air (Wang et al., 2008), dalam penelitian ini tidak terlihat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Hal ini mungkin disebabkan oleh volume media yang relatif kecil (15 liter) dan pergantian air yang teratur (50% setiap 7 hari) yang telah mampu menjaga kualitas air tetap optimal pada semua perlakuan.

Tingkat kelangsungan hidup (survival rate) selama penelitian berkisar antara 86-93% dengan rata-rata 89,5%. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu mempertahankan kondisi lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup benih ikan lele.

Tingginya kelangsungan hidup pada perlakuan C (93%) didukung oleh kombinasi efek imunostimulan dari vitamin C dan stabilisasi mikroflora usus oleh EM4. Vitamin C berperan dalam meningkatkan respons imun non-spesifik melalui peningkatan aktivitas fagositosis dan produksi lisozim (Ai et al., 2006). Sementara EM4 menekan populasi bakteri patogen melalui mekanisme kompetisi dan produksi senyawa antibakteri (Balcázar et al., 2006).

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Pemberian probiotik EM4 dan vitamin C dalam pakan komersial memberikan pengaruh sinergis yang sangat nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak benih ikan lele (*Clarias sp.*). Kombinasi dosis EM4 15 ml/kg pakan dan vitamin C 150 mg/kg pakan merupakan dosis optimal yang menghasilkan pertumbuhan tertinggi dan efisiensi pakan terbaik tanpa mengganggu kestabilan kualitas air. Dosis EM4 yang lebih tinggi bersifat suboptimal dan berpotensi menurunkan laju pertumbuhan akibat gangguan keseimbangan mikroflora usus.

### Saran

Berdasarkan temuan penelitian, diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi Praktisi/Pembudidaya: Kombinasi EM4 15 ml/kg pakan dan vitamin C 150 mg/kg pakan dapat diaplikasikan sebagai strategi suplementasi untuk meningkatkan performa pertumbuhan dan efisiensi pakan pada fase pembenihan ikan lele.
2. Bagi Peneliti Lanjutan: Disarankan untuk melakukan penelitian lebih mendalam guna mengkaji pengaruh kombinasi suplemen ini terhadap parameter fisiologis lain, seperti profil hematologi, respons imun, serta struktur histologi saluran pencernaan ikan lele.
3. Kajian Penerapan: Perlu dilakukan evaluasi ekonomi (analisis kelayakan finansial) untuk menilai efisiensi biaya dari penerapan kombinasi suplemen ini dalam skala usaha budidaya komersial.
4. Pengembangan Penelitian: Penelitian dengan desain serupa dapat dikembangkan untuk menguji efektivitas kombinasi pada fase pertumbuhan ikan lele yang berbeda (fiser, gelondongan, pembesaran) atau dengan menggunakan jenis probiotik lain.

### Ucapan Terima Kasih

Dengan hormat, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi vital dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

Terima kasih khusus ditujukan kepada:

1. Kepala Mina Wisata Pemancingan dan seluruh staf teknis yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penuh selama masa penelitian, terutama dalam pengamatan harian dan analisis kualitas air.
2. Kepala Lab BAT dan staf teknis yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penuh selama masa penelitian, terutama dalam hal peralatan dan bahan.

Semoga dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, terutama di bidang akuakultur.

### Daftar Pustaka

- Ai, Q., Mai, K., Zhang, C., Xu, W., Duan, Q., Tan, B., & Liufu, Z. 2006. Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*, 261(4), 1403-1408.
- Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D., & Múzquiz, J. L. 2006. The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, 114(3-4), 173-186.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station.

- Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.
- Effendie, M. I. 1979. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta.
- Gatlin, D. M. 2002. Nutrition and Fish Health. Haworth Press.
- Haryadi, P., & Suseno, T. 2019. Aplikasi Probiotik dalam Pakan untuk Peningkatan Produksi Ikan Lele (*Clarias sp.*). Jurnal Perikanan dan Kelautan, 24(1), 1-9.
- Hepher, B., & Prugin, Y. 1990. Fish and Shellfish Nutrition. Academic Press, New York.
- Irianto, A., & Austin, B. 2002. Probiotics in aquaculture. Journal of Fish Diseases, 25(11), 633-642.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2023. Laporan Kinerja Tahunan Sektor Budidaya Perikanan. Pusat Data dan Informasi KKP, Jakarta.
- Kusriningrum, R. 1990. Dasar Perencanaan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
- Lim, C., & Webster, C. D. 2006. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Publishing.
- Mardhiana, A., Buwono, I. D., & Andriani, Y. 2016. Suplementasi Probiotik Komersil Pada Pakan Buatan Untuk Induksi Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Jurnal Perikanan Kelautan, 7(1), 71-77.
- Merrifield, D. L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S. J., Baker, R. T. M., Børgwald, J., ... & Ringø, E. 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. Aquaculture, 302(1-2), 1-18.
- Mustofa, M., Sutrisno, A., & Nurhayati, T. 2021. Optimalisasi Dosis Vitamin C untuk Pertumbuhan dan Kesehatan Ikan Lele. Jurnal Akuakultur Indonesia, 20(1), 45-56.
- NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, D.C.
- Popma, T. J., & Masser, M. 1999. Tilapia Life History and Biology. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No. 283.
- Sumartini, I., Widanarni, M., Yuhana, A., & Santika, A. 2020. Performa Pertumbuhan dan Respons Imun Ikan Lele (*Clarias sp.*) dengan Pemberian Probiotik, Prebiotik, dan Sinbiotik. Jurnal Riset Akuakultur, 15(3), 177-187.
- Supriyadi, I., Sutrisno, A., & Nurhayati, T. 2021. Kombinasi Dosis Vitamin C dan Probiotik dalam Pakan untuk Peningkatan Pertumbuhan Benih Lele Sangkuriang. Jurnal Riset Akuakultur, 16(2), 135-145.
- Syafruddin, A. P., & Astuti, R. S. 2023. Efektivitas Penambahan Probiotik EM4 dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (*Clarias sp.*). Jurnal Sains Akuakultur Tropis, 7(2), 173-182.
- Tinh, N. T. N., Dierckens, K., Sorgeloos, P., & Bossier, P. 2008. Effects of probiotics on the growth and survival of catfish (*Pangasius hypophthalmus*). Aquaculture Research, 39(15), 1634-1640.
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 64(4), 655-671.
- Wang, Y. B., & Xu, Z. R. 2006. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. Animal Feed Science and Technology, 127(3-4), 283-292.
- Wang, Y. B., Li, J. R., & Lin, J. 2008. Effects of probiotics on growth and immune response of grouper *Epinephelus coioides*. Aquaculture Research, 39(10), 1093-1101.