Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Effect of Different Probiotic Concentrations on the Growth of Catfish (*Clarias gariepinus*) Cultured in a Bucket-Based Aquaculture System (Budikdamber)

Yessi A.P Manganang, Yeni Indriani*, Numisye Iske Mose
Program Studi Teknologi Budidaya Ikan, Politeknik Negeri Nusa Utara, Tahuna, Indonesia;

Article History
Received : October 26th, 2026
Revised : November 20th, 2026
Accepted : November 25th, 2026

*Corresponding Author: **Yeni Indriani**, Politeknik Negeri Nusa Utara, Tahuna, Indonesia;
Email: yeniindriani90@gmail.com

Abstract: Effective water quality management is essential for optimizing fish growth in the Budikdamber (fish-in-a-bucket) aquaponic system. This study evaluated the effects of different EM4 probiotic concentrations on the growth performance of catfish (*Clarias gariepinus*). The experiment used a completely randomized design with four treatments and three replicates: 0 (A), 10 (B), 15 (C), and 20 ml/L EM4 (D). Parameters included relative growth rate (RGR), feed utilization efficiency (EPP), survival rate (SR), and water quality. EM4 significantly affected RGR, which increased from 5.54% in the control to 7.24% in treatment D. EPP showed an increasing trend, reaching 5.27% in treatment D, although differences among treatments were not significant. Survival rates ranged from 7.77% to 44.43%, with the highest values recorded in treatments B and D. Although pH and dissolved oxygen remained within acceptable ranges, ammonia concentrations exceeded recommended standards in all treatments, while nitrate levels exceeded the limits in treatments A and B. In conclusion, EM4 at 20 ml/L produced the highest RGR but did not yield the best results across all parameters. Therefore, improved water quality management remains necessary.

Keywords: Aquaponics; Budikdamber; *Clarias gariepinus*; EM4 probiotic; Growth performance; Water quality.

Pendahuluan

Budidaya ikan air tawar merupakan salah satu sektor penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat. Di Indonesia, ikan lele (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu komoditas budidaya yang banyak diusahakan (Nisa et al., 2021). Seiring meningkatnya kebutuhan pangan dan keterbatasan lahan budidaya, diperlukan teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi produksi dan pemanfaatan sumber daya. Salah satu teknologi yang dikembangkan adalah akuaponik, yaitu sistem yang mengintegrasikan pemeliharaan ikan dan tanaman dalam satu lingkungan budidaya. Limbah metabolisme ikan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi tanaman, sedangkan tanaman membantu menyerap unsur hara dalam air (Prasetyo *et al.,* 2022; Nurwahyunani *et al.,* 2024). Penerapan teknologi tersebut dalam wadah sederhana dikenal sebagai Budikdamber, yang sesuai diterapkan pada lahan terbatas (Haidiputri *et al.,* 2021).

Pada sistem Budikdamber, performa budidaya ikan sangat bergantung pada kondisi kualitas air yang cenderung menurun akibat terakumulasinya residu pakan dan limbah metabolik ikan. Salah satu upaya untuk mengatasinya adalah aplikasi probiotik EM4 yang tersusun atas beragam mikroorganisme, di antaranya *Lactobacillus, Bacillus, Nitrosomonas*, dan *Nitrobacter*. Mikroorganisme tersebut berperan dalam dekomposisi bahan organik dan siklus nitrogen sehingga berpotensi membantu menjaga kualitas air (Marda dan Gunawan, 2022). Selain itu, probiotik dapat mendukung kesehatan saluran pencernaan dan meningkatkan pemanfaatan pakan oleh ikan

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

(Hasibuan, 2023). Pemberian EM4 melalui pakan juga berpotensi memengaruhi jumlah sisa pakan dan limbah metabolisme yang masuk ke media pemeliharaan. Dengan demikian, penggunaan EM4 berpotensi memengaruhi pertumbuhan ikan sekaligus kondisi kualitas air dalam sistem budidaya.

Sejumlah penelitian terkait pemanfaatan EM4 pada budidaya ikan telah dilaksanakan dengan pendekatan yang beragam. Nurwahyunani *et al*. (2024) menelaah pengaruh pemberian EM4 yang diaplikasikan melalui pelet fermentasi dalam sistem akuaponik Budikdamber dengan tanaman kangkung terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele. Adapun Zainuddin *et al*. (2021) menyelidiki dampak perbedaan dosis EM4 terhadap pertumbuhan ikan lele, sementara Susilawati dan Mustarin (2023) menelaah pengaruh dosis EM4 terhadap rasio konversi pakan serta kelangsungan hidup ikan nila pada sistem akuaponik. Namun demikian, studi yang secara simultan menilai dampak variasi konsentrasi EM4 terhadap pertumbuhan, efisiensi pemanfaatan pakan, kelangsungan hidup, dan kualitas air pada ikan lele dalam sistem akuaponik Budikdamber masih tergolong terbatas. Dengan demikian, dibutuhkan penelitian yang memadukan pengamatan kinerja pertumbuhan ikan dengan kondisi kualitas air guna menilai efektivitas penggunaan EM4 pada sistem tersebut.

Penelitian ini menggunakan empat perlakuan, yaitu tanpa penambahan EM4 (kontrol), EM4 10 ml/L, 15 ml/L, dan 20 ml/L. Variasi konsentrasi tersebut sejalan dengan penelitian Agusta (2017) yang menggunakan dosis serupa untuk budidaya ikan lele. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan menelaah dampak variasi konsentrasi probiotik EM4 terhadap laju pertumbuhan relatif (RGR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), dan tingkat kelangsungan hidup (SR) ikan lele, sekaligus mengamati kondisi kualitas air pada sistem akuaponik bu aquaponics; dikdamber yang dikombinasikan dengan tanaman kangkung.

Pengujian hipotesis dilakukan berdasarkan rumusan berikut. H0: perbedaan konsentrasi EM4 tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap laju pertumbuhan relatif dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele. H1: paling sedikit satu konsentrasi EM4 berpengaruh secara signifikan terhadap laju pertumbuhan relatif dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele dalam sistem akuaponik budikdamber.

Bahan dan Metode

Metode

Rancangan yang diterapkan dalam percobaan ini adalah RAL dengan empat taraf perlakuan, masing-masing diulang tiga kali, sehingga total terdapat 12 unit percobaan. Dosis EM4 dinyatakan dalam satuan mililiter per liter volume air media pemeliharaan (ml/L). Perlakuan yang diberikan terdiri atas kontrol tanpa penambahan EM4 (A), EM4 10 ml/L (B), EM4 15 ml/L (C), dan EM4 20 ml/L (D).

Alat dan bahan

Penelitian dilakukan menggunakan wadah Budikdamber berupa ember berkapasitas 80 L sebanyak 12 unit yang dilengkapi sistem aerasi. Peralatan kualitas air yang digunakan berupa DO meter, pH meter, dan kit uji nitrat, nitrit, dan amonia. Bahan yang digunakan berupa ikan lele dengan ukuran 6 cm – 10 cm dengan kepadatan 25 ekor pada setiap perlakuan. Sistem budikdamber juga dilengkapi tanaman kangkung dengan media tanam berupa arang batok kelapa dan puning.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama enam minggu (42 hari) mulai Juni 2026 di Pusat Budidaya Ikan Air Tawar (PBIAT) Politeknik Negeri Nusa Utara. Kegiatan diawali dengan persiapan wadah, pemasangan sistem aerasi, dan penyediaan media tanam. Selanjutnya, EM4 dimasukkan ke dalam media pemeliharaan sesuai dosis masing-masing perlakuan, lalu media didiamkan selama tiga hari sebelum benih ikan lele ditebar. Pemberian pakan dilakukan dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari, dengan metode ad satiation.

Pengambilan Data

Panjang dan bobot ikan lele diukur sebanyak dua kali, yakni pada awal dan akhir penelitian, sedangkan parameter kualitas air berupa pH, suhu, oksigen terlarut, nitrat, nitrit, dan amonia diamati satu kali setiap minggu

selama periode pemeliharaan. Adapun variabel yang diamati meliputi RGR (relative growth rate), EPP, SR (survival rate), serta kualitas air.

a. RGR (*Relative Growth Rate*)
Laju pertumbuhan relatif dihitung dengan menggunakan rumus dari Zonneveld *et al.* (1991).

$$RGR = \frac{W_t - W_0}{W_0 \, x \, t} \; x \; 100\%$$

Keterangan:
RGR = laju pertumbuhan bobot relatif (% hari^{-1})
Wt = bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)
W0 = bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)
t = lama pemeliharaan (hari)

b. EPP (Efisiensi Pemanfaatan Pakan)
Efisiensi pakan dihitung dengan merujuk pada rumus Tacon (1987):

$$EPP = \frac{W_t - W_0}{F} \; x \; 100\%$$

Keterangan:
EPP = efisiensi pemanfaatan pakan (%)
Wt = bobot total ikan pada akhir penelitian (g)
W0 = bobot total ikan pada awal penelitian (g)
F = jumlah total pakan yang dikonsumsi (g)
c. SR (*Survival Rate*)
Nilai SR (*survival rate)* dihitung berdasarkan rumus Effendi (2002) berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \; x \; 100\%$$

Keterangan:
SR = tingkat kelangsungan hidup (%)
Nt = jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian
N0 = jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Analisis Data

Pengaruh pemberian dosis EM4 terhadap parameter pertumbuhan, yang meliputi laju pertumbuhan relatif (RGR) dan efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), diuji menggunakan analisis ANOVA pada tingkat signifikansi 5% (α = 0,05). Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari suatu perlakuan, pengujian selanjutnya dilakukan menggunakan uji DMRT. Sementara itu, data mengenai kelangsungan hidup (SR) dan kualitas air dianalisis secara deskriptif melalui penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil dan Pembahasan

***Relative Growth Rate* (RGR)**

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa aplikasi probiotik EM4 memberikan pengaruh terhadap *relative growth rate* (RGR) ikan lele yang dipelihara menggunakan sistem Budikdamber berbasis akuaponik. Mengacu pada Tabel 1, nilai RGR paling rendah terdapat pada perlakuan tanpa penambahan EM4 (A), yakni sebesar 5,54%. Sementara itu, pemberian EM4 dengan dosis 10 ml/L (B), 15 ml/L (C), dan 20 ml/L (D) menghasilkan nilai RGR masing-masing sebesar 6,05%, 7,00%, dan 7,24%.

Tabel 1. Rata-rata Laju Pertumbuhan Relatif dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Lele pada Perlakuan Dosis EM4 yang Berbeda

Perlakuan	*Relative Growth Rate* (RGR)	Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)
A	5,54^{a}	3,71^{a}
B	6,05^{ab}	4,16^{a}
C	7,00^{bc}	4,66^{a}
D	7,24^{c}	5,27^{a}

Keterangan: Angka yang disertai dengan huruf berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan hasil uji lanjut DMRT

Hasil analisis ANOVA pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa pemberian EM4 pada dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif ikan lele. Berdasarkan hasil uji lanjut, perlakuan kontrol (A) menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan perlakuan C dan D, sedangkan perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan D. Perbedaan tersebut ditunjukkan melalui notasi huruf yang tercantum pada tabel. Perlakuan D dengan dosis EM4 sebesar 20 ml/L menghasilkan nilai RGR paling tinggi di antara seluruh perlakuan, sementara nilai pertumbuhan relatif terendah diperoleh pada perlakuan kontrol.

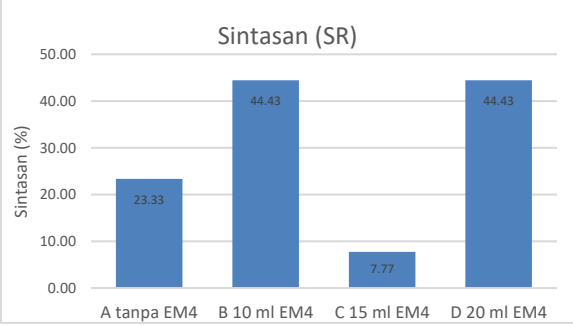
Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan lele pada setiap perlakuan yang diberikan EM4

lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perlakuan A (kontrol, tanpa EM4) menghasilkan EPP sebesar 3,71%, sedangkan perlakuan B (EM4 10 ml/L) sebesar 4,16%. EPP kemudian meningkat menjadi 4,66% pada perlakuan C (EM4 15 ml/L) dan mencapai nilai tertinggi, yakni 5,27%, pada perlakuan D (EM4 20 ml/L). Namun demikian, berdasarkan hasil analisis ANOVA pada tingkat signifikansi 5%, seluruh perlakuan menunjukkan notasi yang sama. Hal tersebut mengindikasikan bahwa perbedaan konsentrasi EM4 yang diberikan belum menghasilkan pengaruh yang nyata terhadap efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele.

Survival Rate (SR)

Pengamatan selama 42 hari pada sistem akuaponik Budikdamber menunjukkan bahwa SR ikan lele menunjukkan hasil tidak sama pada setiap dosis EM4. Perlakuan 10 ml/L (B) dan 20 ml/L (D)mencapai SR tertinggi dengan nilai yang sama, yakni 44,43%, diikuti kontrol (A) sebesar 23,33%. Adapun SR paling rendah ditemukan pada perlakuan C (15 ml/L), yaitu 7,77%.



Gambar 1. Persentase Kelangsungan Hidup Ikan Lele pada Perlakuan Dosis EM4 yang Berbeda selama 42 Hari Pemeliharaan

Kualitas Air

Selama periode pemeliharaan ikan lele, kondisi kualitas air pada sistem Budikdamber berbasis akuaponik dievaluasi berdasarkan enam parameter, meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), amonia, nitrat, dan nitrit. Hasil pengukuran masing-masing parameter disajikan dalam Tabel 2. Pada semua perlakuan, suhu air tercatat dalam rentang 29,9–30,4°C, sedangkan nilai pH berada pada kisaran 7,4–7,5 dan DO sebesar 4,0–5,2 mg/L. Sementara itu, kadar amonia berkisar antara 1,75–4 mg/L, nitrat 0–1,7 mg/L, serta nitrit berada pada rentang 0,17–0,33 mg/L.

Tabel 2. Parameter Kualitas Air (Suhu, pH, DO, Amonia, Nitrat, dan Nitrit) pada Masing-Masing Perlakuan selama 42 Hari Pemeliharaan Ikan Lele dalam Sistem Budikdamber

Parameter	Satuan	Standar	Perlakuan			
			A	B	C	D
Suhu	°C	20–30	29,9	30,2	30,3	30,4
pH	-	6,5–8,5	7,5	7,4	7,4	7,4
DO	mg/L	>2	5,2	4,1	4,0	4,5
Amonia	mg/L	<0,1	3,2	4	2	1,75
Nitrat	mg/L	<1	1,7	1,6	0	0
Nitrit	mg/L	<1	0,2	0,17	0,18	0,33

Pembahasan

RGR (*Relative Growth Rate*)

Hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan laju pertumbuhan relatif (RGR) ikan lele seiring dengan meningkatnya konsentrasi EM4 yang diberikan dalam sistem Budikdamber. RGR tertinggi diperoleh pada perlakuan D yang menerima konsentrasi probiotik paling besar, sedangkan RGR terendah terdapat pada perlakuan A (Tabel 1). Temuan ini mengindikasikan bahwa probiotik berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ikan.

Dalam kegiatan budidaya ikan, probiotik berperan sebagai mikroorganisme yang memberikan manfaat dalam mempertahankan keseimbangan mikroflora pada saluran pencernaan. Pernyataan tersebut sesuai dengan Widyasari *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa penggunaan probiotik mampu meningkatkan proses pencernaan pakan serta mendukung penguraian protein, lemak, dan karbohidrat menjadi bentuk senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat lebih mudah diabsorpsi oleh tubuh ikan. Peningkatan RGR dalam penelitian ini juga selaras dengan temuan Dawood *et al.* (2019), bahwa suplementasi probiotik pada ikan budidaya dapat memperbaiki performa pertumbuhan melalui efisiensi metabolisme nutrien dan kondisi kesehatan ikan yang lebih baik. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi EM4 hingga 20 ml/L pada penelitian ini cenderung diikuti oleh peningkatan RGR ikan lele.

Perlakuan B menunjukkan RGR yang lebih tinggi dibandingkan kontrol, tetapi belum berbeda nyata dengan kontrol sehingga manfaat probiotik

pada konsentrasi rendah relatif terbatas. Perlakuan 15 mg/L dan 20 mg/L mengalami peningkatan nilai RGR, hal ini sesuai pola umum bahwa efektivitas probiotik dapat meningkat dengan peningkatan dosis asalkan tidak melampaui batas toleransi biologis ikan. Putra *et al.* (2024) juga menyatakan bahwa penambahan probiotik pada konsentrasi tertinggi masih memberi manfaat lanjut, meskipun selisihnya relatif kecil. Hal ini konsisten dengan prinsip bahwa efek dosis probiotik dapat menurun jika dosis terlalu tinggi atau jika keseimbangan mikrobiota usus tidak lagi optimal.

EPP (Efisiensi Pemanfaatan Pakan)

Peningkatan nilai EPP pada perlakuan yang diberikan EM4 belum menunjukkan perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi EM4 yang diterapkan belum mampu menimbulkan respons pemanfaatan pakan yang berbeda secara nyata. Meskipun perlakuan D memiliki nilai rata-rata EPP tertinggi, peningkatan tersebut masih berada dalam rentang variasi biologis ikan sehingga secara statistik belum cukup kuat untuk menunjukkan adanya pengaruh perlakuan. Menurut Telaumbanua *et al.* (2023), Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor lain, antara lain interaksi antar mikroorganisme probiotik, mutu pakan yang digunakan, serta kondisi lingkungan selama proses budidaya.

Kecenderungan nilai EPP yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Dhaja *et al*. (2021).Pada ikan lele (*Clarias gariepinus*), pakan yang difermentasi dengan probiotik menaikkan efisiensi pemanfaatan pakan, namun selisih antar perlakuan tidak berbeda nyata secara statistik. Kenaikan nilai EPP tidak otomatis berubah menjadi perbedaan yang nyata, sebab hasilnya turut ditentukan oleh respons fisiologis ikan dan kondisi lingkungan pemeliharaan.

Kecenderungan peningkatan EPP pada konsentrasi EM4 yang lebih tinggi menunjukkan bahwa probiotik berpotensi meningkatkan kemampuan ikan dalam memanfaatkan pakan. Peningkatan tersebut kemungkinan terjadi karena aktivitas mikroorganisme probiotik yang lebih optimal dalam mendukung proses pencernaan dan keseimbangan mikroflora usus. Hasil serupa dilaporkan oleh Zainuddin *et al.* (2021), bahwa penggunaan probiotik EM4 dengan dosis berbeda pada ikan lele mampu memberikan respons positif terhadap pertumbuhan ikan, meskipun tingkat respons dapat berbeda tergantung dosis dan kondisi penelitian.

SR (*Survival Rate*)

Berdasarkan Gambar 1, perlakuan B dan D menghasilkan nilai SR tertinggi, sementara nilai SR paling rendah ditemukan pada perlakuan C. Secara umum, SR pada seluruh perlakuan tergolong rendah. Variasi nilai SR antar perlakuan menunjukkan bahwa pemberian probiotik EM4 tidak selalu meningkatkan kelangsungan hidup secara linear seiring peningkatan dosis, karena efektivitas probiotik dipengaruhi oleh keseimbangan antara jumlah mikroorganisme, kondisi lingkungan, dan respons fisiologis ikan.

Rendahnya SR pada sejumlah perlakuan mengindikasikan bahwa faktor lingkungan kemungkinan berperan besar dalam menentukan kelangsungan hidup ikan. Berdasarkan hasil pengukuran, diketahui bahwa sejumlah parameter kualitas air menunjukkan kondisi yang belum berada pada tingkat optimal. Temuan tersebut sejalan dengan Pratiwi *et al*. (2020), yang menyatakan bahwa kondisi kualitas air yang kurang baik dalam sistem budidaya intensif dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif serta menurunkan kemampuan ikan dalam mempertahankan keseimbangan fisiologisnya. Apabila berlangsung lama, kondisi tersebut dapat menurunkan kelangsungan hidup ikan.

Sistem budidaya yang dipakai diduga ikut menyebabkan rendahnya SR. Pada Budikdamber, volume air yang terbatas membuat pengelolaan kualitas air sangat menentukan keberlangsungan hidup ikan. Sisa pakan dan produk metabolisme ikan membentuk akumulasi bahan organik yang dapat menurunkan mutu air bila tidak terurai secara optimal. Muhatir *et al.* (2023) menyebutkan bahwa perubahan SR (naik maupun turun) pada ikan lele bisa bergantung pada rancangan perlakuan, seperti RAS (*recirculating aquaculture system*) berbiofilter selada yang dibandingkan dengan RAS konvensional. Mortalitas yang lebih rendah juga dilaporkan pada RAS berbiofilter tanaman dalam beberapa percobaan.

Kualitas Air

Kondisi kualitas air menjadi salah satu aspek penting yang menentukan keberhasilan kegiatan

budidaya ikan, mengingat keterkaitannya secara langsung dengan proses metabolisme, pertumbuhan, serta kelangsungan hidup ikan. Dalam penelitian ini, hasil pengukuran menunjukkan adanya variasi pada nilai masing-masing parameter kualitas air yang diamati.

Pada parameter kualitas air suhu pada seluruh perlakuan menunjukkan nilai yang relatif seragam. Suhu pada perlakuan A (29,9°C) masih berada dalam kisaran standar optimal 20–30°C berdasarkan SNI 6484.5-2011 tentang pembesaran ikan lele, sedangkan suhu pada perlakuan B, C, dan D (30,2–30,4°C) berada sedikit di atas batas atas kisaran tersebut. Kondisi ini berpotensi meningkatkan stres termal pada ikan apabila berlangsung lama. Menurut Lubis *et al.* (2019), suhu air memengaruhi aktivitas makan, metabolisme, dan pertumbuhan ikan lele. Suhu yang tepat meningkatkan nafsu makan dan laju pertumbuhan secara umum, sehingga suhu dalam rentang 25–30°C berkontribusi pada performa pemeliharaan yang lebih baik. Suhu yang berada di atas kisaran optimal dapat menurunkan efisiensi pertumbuhan atau meningkatkan stres jika mendekati batas ekstrem.

Kondisi pH pada media pemeliharaan menunjukkan kestabilan pada seluruh perlakuan, dengan nilai berkisar antara 7,4–7,5. Kisaran tersebut masih termasuk dalam rentang yang mendukung kegiatan budidaya ikan air tawar. Temuan ini sesuai dengan laporan Indriani dan Ulaan (2024), yang menyatakan bahwa pH pada kisaran 6,5–8,5 mencerminkan kondisi asam-basa perairan yang masih ideal untuk menunjang kehidupan ikan maupun pertumbuhan tanaman. Kondisi pH yang relatif netral menunjukkan bahwa proses biologis dalam sistem Budikdamber berlangsung dengan baik (Wang *et al.*, 2023). Stabilitas pH dapat dipengaruhi oleh aktivitas tanaman dalam menyerap karbon dioksida melalui proses fotosintesis serta aktivitas bakteri nitrifikasi dalam mengubah senyawa nitrogen beracun menjadi bentuk yang lebih aman.

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang terukur pada seluruh perlakuan berada dalam kisaran 4,0–5,2 mg/L, sehingga masih memenuhi kebutuhan oksigen ikan lele (>2 mg/L). Nilai DO paling tinggi ditemukan pada perlakuan A, sedangkan konsentrasi terendah tercatat pada perlakuan C. Karena masih di atas batas minimum, ketersediaan oksigen dalam media pemeliharaan dinilai cukup untuk menunjang respirasi ikan dan mikroorganisme pengurai. Usman *et al.* (2022) menjelaskan bahwa seluruh organisme hidup memanfaatkan oksigen terlarut untuk bernapas dan menjalankan metabolisme guna menghasilkan energi bagi pertumbuhan dan reproduksi.

Konsentrasi amonia pada seluruh perlakuan tercatat berada di atas batas baku mutu yang ditetapkan, yaitu <0,1 mg/L. Berdasarkan Tabel 2, kadar amonia tertinggi ditemukan pada perlakuan B, sedangkan konsentrasi terendah terdapat pada perlakuan D. Limbah nitrogen ini diduga berasal dari ekskresi ikan serta penguraian sisa pakan dan feses (Rharrhour *et al.,* 2022). Kadar amonia yang tinggi dalam budidaya perairan tergolong masalah kritis sebab dapat langsung mengganggu kesehatan ikan dan menurunkan kualitas air.

Konsentrasi nitrit yang terukur pada seluruh perlakuan berkisar antara 0,17–0,33 mg/L dan masih berada di bawah batas toleransi, yaitu <1 mg/L. Nilai nitrit tertinggi ditemukan pada perlakuan D, sedangkan konsentrasi terendah tercatat pada perlakuan B. Nilai yang rendah ini diduga mencerminkan nitrifikasi yang berjalan cukup baik sehingga penumpukan senyawa toksik dapat dicegah. Hal tersebut sejalan dengan Kartina *et al*. (2023), yang mengaitkan nitrit rendah dengan nitrifikasi yang baik. Pada sistem akuaponik dengan sayuran kangkung yang dikaji dalam rujukan tersebut, amonia, nitrit, dan nitrat tetap di bawah kadar toksik bagi ikan karena nitrifikasi berhasil.

Konsentrasi nitrat pada perlakuan A dan B tercatat berada di atas batas baku mutu, sedangkan pada perlakuan C dan D nilainya masih berada dalam kisaran yang memenuhi baku mutu. Kondisi ini mengisyaratkan adanya penumpukan hasil akhir metabolisme nitrogen dari sisa pakan, feses, dan ekskresi ikan selama pemeliharaan. Menurut Sumoharjo *et al.* (2013), ikan mengeluarkan amonium sebagai produk akhir metabolisme protein. Kandungan nitrogen protein adalah 16%, dan 80% nya diasimilasi ikan; 80% dari nitrogen terasimilasi itu dikeluarkan, dan 90% dari yang dikeluarkan berupa total amonia nitrogen (TAN) ditambah urea.

Kesimpulan

Variasi konsentrasi EM4 memengaruhi RGR ikan lele secara nyata, dan nilai tertinggi (7,24%) dicapai pada dosis 20 ml/L. Dosis ini juga menghasilkan EPP tertinggi (5,27%), namun secara statistik EPP tidak berbeda nyata di antara semua perlakuan. Tingkat kelangsungan hidup (SR) berkisar 7,77–44,43%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan 10 dan 20 ml/L. Hasil pengamatan terhadap kualitas air menunjukkan bahwa nilai pH dan kadar oksigen terlarut masih berada dalam rentang yang optimal serta nitrit masih di bawah batas toleransi, sedangkan amonia pada seluruh perlakuan dan nitrat pada perlakuan A dan B melebihi standar yang direkomendasikan. Dengan demikian, EM4 20 ml/L menghasilkan RGR tertinggi, tetapi belum menunjukkan hasil terbaik pada seluruh parameter. Penerapannya perlu disertai pengelolaan kualitas air, terutama pengendalian amonia dan nitrat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Kemdiktisaintek atas dukungan pendanaan melalui BIMA yang telah menunjang pelaksanaan penelitian ini hingga dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Polnustar atas penyediaan fasilitas, sarana pendukung, serta kesempatan yang diberikan selama proses penelitian. Selanjutnya, penulis menyampaikan penghargaan kepada pengelola PBIAT Polnustar atas izin, bantuan teknis, dan dukungan yang diberikan selama kegiatan pemeliharaan ikan dan proses pengumpulan data.

Referensi

Augusta, T. S. (2017). Pengaruh pemberian probiotik EM4 terhadap pertumbuhan ikan lele Sangkuriang (Clarias gariepinus var.) yang dipelihara di kolam terpal. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika,* 6(2), 69–72. https://unkripjournal.com/index.php/JIHT/article/download/114/113

Dawood, M. A. O., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M. & Van Doan, H. (2019). "Probiotic application for sustainable aquaculture." *Reviews in Aquaculture*, 11(3): 907–924. https://doi.org/10.1111/raq.12272

Dhaja, Y., Rume, M. I. & Dhengi, S. (2021). "Pengaruh Penambahan Fermentasi Probiotik terhadap Efisiensi dan Konversi Pakan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)." *AQUANIPA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 3(1).

Effendi, H. (2002). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius. 73 hlm.

Haidiputri, T. A. N., Elmas, M. S. H. & Tim KKN Kecamatan Dringu. (2021). "Pengenalan Budikdamber (Budidaya Ikan dalam Ember) untuk Ketahanan Pangan di Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo." *Jurnal Abdi Panca Marga*, 2(1).

Indriani, Y., & Ulaan , M. (2024). Analysis of the Effects Aquaponic Cultivation Systems on the Growth of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) and Pak Choy (*Brassica rapa* L.). Jurnal Biologi Tropis, 24(4), 596–603. https://doi.org/10.29303/jbt.v24i4.7730

Kartina, N., Julyantoro, P. G. S. & Wijayanti, N. P. P. (2023). "Pemanfaatan Langsung Tanaman Kayu Apu Dadak (*Azolla pinnata*) sebagai Pakan Tambahan pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)." *Bumi Lestari Journal of Environment*, 23(2): 62. https://doi.org/10.24843/blje.2023.v23.i02.p07

Lubis, S., Windarti & Riauwaty, M. (2019). "The Effects of Photoperiod Manipulation on Morpho-Anatomy and Growth of *Clarias gariepinus*." *Berkala Perikanan Terubuk*, 46(3): 60–68. https://doi.org/10.31258/terubuk.46.3.60-68

Marda, A. B. & Gunawan, R. P. B. (2022). "Pengaruh Bakteri Probiotik EM4 pada Pengangkutan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap Kelangsungan Hidup dalam Media Plastik." *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 6(2): 285–291.

Muhatir, L. S. R., Diniarti, N. & Mukhlis, A. (2023). "Growth of Sangkuriang Catfish (*Clarias gariepinus*) in The Recirculation System." *Indonesian Journal of Aquaculture Medium*, 3(2): 67–79.

https://doi.org/10.29303/mediaakuakultur.v3i2.2443

Nisa, M. R., Hariani, D. & Purnama, E. R. (2021). Pemberian Kombinasi Tepung Daun Pepaya dan Probiotik pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias* sp.). *LenteraBio*, 9(2): 82–89. https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n2.p82-89

Nurwahyunani, A., Rahayu, P., Rahayu, K. P. S., Hartanto, M. F. A., Saputri, A., Indriastuti, C. A. & Anwar, L. (2024). "Pengaruh Pemberian Fermentasi Probiotik EM4 pada Pelet Ikan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (*Clarias* sp.) Sistem Aquaponik Budikdamber Tanaman Kangkung." *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 10(1): 1–9.

Prasetyo, A., Suswadi, S., Mahananto, M., Irawan, N. C., Anwaristi, A. Y., Ariowibowo, J. & Suryaningsih, A. T. (2022). "Pelatihan Budidaya Ikan dalam Ember di Desa Jaten, Kecamatan Jaten, Kabupaten Karanganyar." *GANESHA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2): 106–112.

Pratiwi, R., Hidayat, K. W. & Sumitro. (2020). Production Performance of Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) Cultured with Added Probiotic *Bacillus* sp. on Biofloc Technology. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(3): 274–285. https://doi.org/10.20473/jafh.v9i3.16280

Putra, M. S. H., Liliyanti, M. A., Kalih, L. A. T. T. W. S. & Soraya, I. (2024). "Efektivitas Pemanfaatan Probiotik pada Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Sistem Bioflok." *Al-Qalbu: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Sains*, 2(1): 30–37.

Rharrhour, H., Wariaghli, F., Goddek, S., Sadik, M., El Moujtahid, A., Nhhala, H. & Yahyaoui, A. (2022). Towards Sustainable Food Productions in Morocco: Aquaponics. *E3S Web of Conferences*, 337: 03004. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233703004

Sumoharjo, S., Maidie, A., Saleha, Q., Erwiantono, E. & Fahlefi, E. N. (2013). "Penyisihan Limbah Nitrogen dari Sistem Akuakultur Multitrofik Terpadu Menggunakan Tanaman Sayur sebagai Konverter Fotoautotrof." *Jurnal Riset Akuakultur*, 8(3): 393–401. https://doi.org/10.15578/jra.8.3.2013.393-401

Susilawati, E. & Mustarin, A. (2023). "Pengaruh Pemberian EM4 dengan Dosis Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap FCR (*Feed Conversion Ratio*) dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)." *Jurnal Lemuru*, 5(3): 479–494.

Tacon, A. G. (1987). *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp: A Training Manual*. Brazil: FAO of The United Nations. pp. 106–109.

Telaumbanua, B. V., Telaumbanua, P. H., Lase, N. K. & Dawolo, J. (2023). "Penggunaan Probiotik EM4 pada Media Budidaya Ikan: Review." *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1): 36–42. https://doi.org/10.30598/TRITONvol19issue1page36-42

Usman, E., Rostika, R., Pratiwy, F. M. & Haetami, K. (2022). "EPA, DHA, ADG and FCR in Biofloc Catfish for Improving the Quality of the Nutrient with Fish Oil Administration." *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 17(1): 27–34. https://doi.org/10.9734/AJFAR/2022/v17i130395

Wang, Y.-J., Yang, T. & Kim, H.-J. (2023). pH Dynamics in Aquaponic Systems: Implications for Plant and Fish Crop Productivity and Yield. *Sustainability*, 15(9): 7137. https://doi.org/10.3390/su15097137

Widyasari, K. R. D., Yudasmara, G. A. & Martini, N. N. D. (2022). "Analisa Performa dan Efisiensi Pakan pada Ikan Lele Sangkuriang melalui Penambahan Probiotik." *Jurnal Perikanan*, 12(2): 205–213. https://doi.org/10.29303/jp.v12i2.296

Zainuddin, Z., Awaludin, A., Acay, A. & Melisa, A. O. (2021). "Penggunaan Probiotik EM4 terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias* sp.) dengan Dosis yang Berbeda." *Journal of Biology Education*, 4(2).

Zonneveld, N., Husman, E. A. & Boon, J. H. (1991). *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Terjemahan. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. 336 hlm.