

Penambahan probiotik EM-4 dengan konsentrasi berbeda pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*)

Addition of probiotic EM-4 with different concentrations in cultivation media on the growth and survival rate of freshwater pomfret fish (*Colossoma macropomum*)

Muhammad Ilham Fasya¹, Nanda Diniarti¹, Salnida Yuniarti Lumbessy^{1*}

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62, Selaparang, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83115, Indonesia

*email: salnidayuniarti@unram.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penambahan probiotik EM-4 dengan konsentrasi yang berbeda pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Penelitian ini dilaksanakan selama 50 hari bertempat di Laboratorium Produksi dan Reproduksi Ikan, Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu tanpa penambahan probiotik atau kontrol (P1); Probiotik EM-4 0,5 ml/L (P2); Probiotik EM-4 1,5 ml/L (P3); dan Probiotik EM-4 2,5 ml/L (P4). Parameter uji berupa berat mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat kelangsungan hidup, rasio konversi pakan, efisiensi pemanfaatan pakan, kualitas air, dan kepadatan bakteri. Analisis data menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Apabila hasil penelitian menunjukkan perbedaan signifikan maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan penambahan probiotik EM-4 pada media pemeliharaan dengan konsentrasi yang berbeda dapat memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) kepada tingkat kelulushidupan ikan, bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik, nilai konversi pakan, dan efisiensi pemanfaatan pakan. Perlakuan penambahan probiotik EM-4 pada media pemeliharaan dengan konsentrasi 1,5 ml/L air memberikan nilai terbaik terhadap tingkat kelulushidupan, pertumbuhan, FCR, EPP, dan dapat menjaga kualitas air media budidaya berada dalam kondisi baik untuk pertumbuhan bawal air tawar (*C. macropomum*).

Kata kunci: EM4, kelulushidupan, pemanfaatan pakan, pertumbuhan, total nitrogen amonia

Abstract

This study aims to analyze the addition of EM-4 probiotics with different concentrations to the cultivation media on the growth and survival of freshwater pomfret fish (*C. macropomum*). This research was carried out for 50 days at the Fish Production and Reproduction Laboratory, Aquaculture Study Program, Faculty of Agriculture, Mataram University. The method used was an experiment using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments and three replications, namely without the addition of probiotics or control (P1); probiotic EM-4 0.5 ml/L (P2); probiotic EM-4 1.5 ml/L (P3); and probiotic EM-4 2.5 ml/L (P4). Test parameters include absolute weight, absolute length, specific growth rate, survival rate, feed conversion ratio, feed utilization efficiency, air quality, and bacterial density. Data analysis used analysis of variance (ANOVA) at a confidence level of 95%. If the research results show significant differences, further tests use the *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). The research showed that adding EM-4 probiotics to the rearing media at different concentrations could significantly affect ($p < 0.05$) fish survival rate, absolute weight, specific growth rate, feed conversion value, and feed utilization efficiency. The treatment of adding EM-4 probiotics to the maintenance media with a concentration of 1.5 ml/L of air provides the best value for survival rates, growth, FCR, and EPP. It can maintain the quality of the cultivation media in good condition for the growth of freshwater pomfret (*C. macropomum*).

Keywords: EM4, survival rate, feed utilization, growth rate, total ammonia nitrogen

Fasya, M. I., Diniarti, N., & Lumbessy, S.Y. (2023). Penambahan probiotik EM-4 yang berbeda pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Mina Sains*, 9(2): 60-72.

PENDAHULUAN

Ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) merupakan ikan yang berasal dari Amerika Latin. Ikan bawal memiliki rasa

daging yang gurih, ukuran badan yang cukup besar, dan memiliki duri yang tidak banyak. Ikan ini menjadi pilihan ikan konsumsi yang diminati konsumen sehingga memiliki nilai ekonomis (Hanafie 2019). Namun,

pertumbuhan ikan bawal tawar tidak secepat ikan budidaya air tawar lainnya. Waktu pemeliharaan ikan bawal adalah 4-6 bulan (Apriyanti & Rahimah 2016). Sedangkan waktu pemeliharaan ikan air tawar lain seperti ikan lele yaitu 2-3 bulan (Fatimah & Sari 2015), nila 2-4 bulan (Kordi 2013), karper 3-5 bulan (Tim Agriminakultura 2014), dan patin 3-4 bulan (Sapriyanto 2017).

Perkembangan budidaya perikanan ditandai dengan munculnya berbagai metode inovatif yang dapat meningkatkan kecepatan dan hasil produksi. Inovasi ini salah satunya dengan menggunakan probiotik dalam proses budidaya ikan. Alasan penggunaan probiotik adalah mikroorganisme yang terkandung dalam probiotik dapat membantu memperbaiki kondisi perairan, sehingga pertumbuhan ikan menjadi lebih baik (Khotimah *et al.* 2016). Penambahan probiotik pada budidaya ikan menurut Rahmayanti *et al.* (2020) dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan ikan terhadap penyakit serta menjaga kualitas air.

Pemanfaatan probiotik diharapkan dapat mengurangi biaya produksi budidaya, terutama pada daerah-daerah yang memiliki keterbatasan air tawar. Hal ini sekaligus dapat mendukung inovasi budidaya ikan dengan sistem teknologi *Recirculating Aquaculture System (RAS)* sehingga dapat meningkatkan kualitas dan jumlah produksi benih dengan memanfaatkan air mengalir yang bebas dari mikroorganisme dan kotoran (Setyono *et al.* 2021).

Salah satu probiotik komersil yang tersedia di pasaran adalah EM-4 (*Effective Microorganisms-4*). Jenis ini merupakan kultur beberapa mikroorganisme non patogen. EM-4 mengandung kelompok mikroorganisme, yaitu bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus*, bakteri fotosintetik seperti *Rhodospseudomonas*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*, dan khamir (*yeast*) (Anugraheni, 2016). EM-4 berbentuk cair dengan warna coklat, manis dan beraroma dengan kandungan campuran mikroorganisme fermentatif. Mikroorganisme fermentatif terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus casei* dan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) (Telaumbanua *et al.* 2023). Penggunaan probiotik EM-4 ini sudah banyak digunakan dalam kegiatan budidaya ikan karena harga yang terjangkau

oleh pembudidaya dan mudah ditemukan di pasaran. Selain itu, kualitas air pemeliharaan dapat ditingkatkan melalui penggunaan EM-4 secara langsung pada wadah pemeliharaan ikan. Hal ini terjadi karena bahan organik yang sifatnya beracun dan tidak bermanfaat di dalam media akan terurai oleh mikroorganisme dari probiotik tersebut (Beauty *et al.* 2012). Ditambahkan oleh Juliyanti *et al.* (2016) bahwa nafsu makan ikan akan meningkat apabila kualitas air terjaga dengan baik, sehingga berdampak pada efisiensi pemberian pakan. Tingkat pencernaan pakan juga dapat meningkat karena proses pencernaan dapat dioptimalkan (Saniswan *et al.*, 2021).

Penelitian terkait aplikasi probiotik pada media hidup ikan telah dilakukan terhadap beberapa spesies ikan budidaya dan ikan hias. Khususnya spesies ikan dengan nilai ekonomis tinggi seperti pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Apriyan *et al.* 2021), ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) (Khotimah *et al.* 2016), ikan gabus (*Channa striata*) (Parameswari *et al.* 2013), ikan mas koki (*Carassius auratus*) (Juliyanti *et al.* 2016). Selain itu penerapan pemberian probiotik juga dilakukan pada ikan air laut seperti ikan badut (*Amphiprion percula*) (Akbar *et al.* 2013) dan ikan bawal bintang (*Trachinotus blochii*) (Febriany *et al.* 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas perairan dan peningkatan pertumbuhan dapat dioptimalkan dengan penambahan probiotik pada wadah pemeliharaan. Namun, saat ini keterbatasan informasi tentang pengaruh pemberian probiotik dengan konsentrasi terbaik pada media budidaya ikan bawal tawar. Alasan tersebut menjadi dasar penelitian ini, dengan tujuan mengetahui efek penambahan probiotik dengan penggunaan konsentrasi yang berbeda pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal tawar (*C. macropomum*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 50 hari di Laboratorium Produksi dan Reproduksi Ikan,

Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA, Universitas Mataram.

Metode

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diujicobakan adalah perbedaan konsentrasi probiotik EM-4 pada wadah pemeliharaan *C. macropomum*. Perlakuan terdiri dari empat konsentrasi probiotik dan tiga ulangan. Konsentrasi probiotik EM-4 yang digunakan berdasarkan penelitian Apriyan *et al.* (2021) yang menggunakan ikan nila (*O. niloticus*) sebagai berikut :

- P1 = tanpa penambahan probiotik EM-4 (kontrol)
- P2 = probiotik EM-4 0,5 ml/L
- P3 = probiotik EM-4 1,5 ml/L
- P4 = probiotik EM-4 2,5 ml/L

Berat benih awal ikan yang digunakan 3-10 g dengan kisaran panjang 6-8 cm. Benih diperoleh dari peternak lokal di Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat. Media pemeliharaan yang digunakan berupa kontainer transparan berkapasitas 45 L, dengan volume air sebanyak 25 L. Setiap wadah ditebar 25 ekor ikan dengan total benih 300 ekor.

Pemeliharaan dan pemberian pakan

Ikan uji diaklimatisasi dengan tujuan supaya ikan beradaptasi dengan kondisi media pemeliharaan. Setelah 1 minggu masa aklimatisasi selanjutnya ikan dipindahkan ke wadah pemeliharaan. Masa pemeliharaan dilakukan selama 50 hari dengan padat tebar benih 1 ekor/L. Pengukuran berat dan panjang ikan dilakukan setiap 10 hari sekali. Selama pemeliharaan tidak dilakukan pergantian air pada perlakuan penambahan 0,5 ml/L (P2), P3 (1,5 ml/L), P4(2,5 ml/L). Sedangkan pada perlakuan P1 penyiponan dilakukan setiap 10 hari sekali. Probiotik EM-4 ditambahkan pada media pemeliharaan sesuai dengan konsentrasi dan ditambahkan secara berkala setiap 10 hari sekali. Selama proses pemeliharaan ikan diberi pakan komersil tipe pf888 sebanyak 3% dari bobot total dan pemberian pakan dalam sehari

dilakukan 3 kali yaitu; pukul 08.00, 13.00 dan 18.00 WITA

Pengukuran kualitas air

Kualitas air diukur setiap 10 hari sekali, parameter kualitas air yang diukur adalah: pH (pH meter), DO (DO meter), suhu (termometer), TAN (spektrofotometer), nitrat (spektrofotometer) dan kepadatan bakteri pada media air (spektrofotometer). Pengukuran pH, DO dan suhu dilakukan in situ. Parameter kepadatan bakteri, nitrat dan kadar TAN dilakukan di Laboratorium Kesehatan Ikan, Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

Kepadatan bakteri

Pengamatan kepadatan bakteri pada media air dilakukan pada hari pertama pemeliharaan, kemudian dilakukan secara berkala setiap 10 hari. Penghitungan total bakteri dilakukan menggunakan metode turbidimetri. Sampel air sebanyak 0,1 ml dan dimasukkan tabung reaksi yang telah diisi 10 ml media *Nutrient Broth* (NB). Selanjutnya dilakukan inkubasi selama 24 jam. Setelah inkubasi, NB dibuang dan menambahkan NaCl sebanyak tiga ml. Kemudian dicampur hingga homogen, dan diamati pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm (Rohidiyatul 2023).

Tingkat kelulushidupan (SR)

Tingkat kelulushidupan ikan (SR) dihitung mengacu pada Monteiro *et al.* (2021)

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

Keterangan:

SR = *Survival rate* /sintasan (%)

No = Jumlah benih tebar awal (ekor)

Nt= Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

Berat mutlak

Perhitungan berat mutlak selama pemeliharaan dihitung menggunakan rumus Lugert *et al.* (2014) sebagai berikut:

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan:

W = Berat mutlak (g)

Wt = Berat rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)

Wo = Berat rata-rata ikan pada awal penelitian (g)

Panjang mutlak

Perhitungan ertambahan panjang mutlak dilakukan dengan menggunakan rumus Jobling (2003) dalam Dangeubun *et al.* (2019) sebagai berikut:

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan :

Lm = Panjang mutlak (cm)

Lt = Panjang rata-rata ikan pada akhir penelitian (cm)

Lo = Panjang rata-rata ikan pada awal penelitian (cm)

Laju pertumbuhan berat spesifik

Laju pertumbuhan spesifik atau *Specific Growth Rate* (SGR) dihitung dengan menggunakan persamaan Paz & Val (2018) sebagai berikut:

$$SGR = \frac{\ln Wt - \ln W0}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

SGR = laju pertumbuhan spesifik (%/hari)

Wt = Berat ikan pada akhir penelitian (g)

Wo = Berat ikan pada awal penelitian (g)

T = Lama waktu pemeliharaan (hari)

Feed Conversion Ratio (FCR)

FCR dihitung berdasarkan cara perhitungan Effendie (1997) dalam Saputra *et al.* (2018) sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(Wt + D) - Wo}$$

Keterangan:

FCR = Rasio Konversi Pakan

F = Total pakan yang diberikan (g)

Wt = Bobot total ikan akhir penelitian (g)

Wo = Bobot total ikan awal penelitian (g)

D = Bobot ikan mati pada penelitian (g)

Efisiensi pemanfaatan pakan

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) dihitung berdasarkan cara perhitungan NRC (2011) sebagai berikut:

$$EPP = \frac{(Wt + D) - Wo}{F} \times 100\%$$

EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan

F = Total pakan yang diberikan (g)

Wt = Bobot total ikan akhir penelitian (g)

Wo = Bobot total ikan awal penelitian (g)

D = Bobot ikan mati pada penelitian (g)

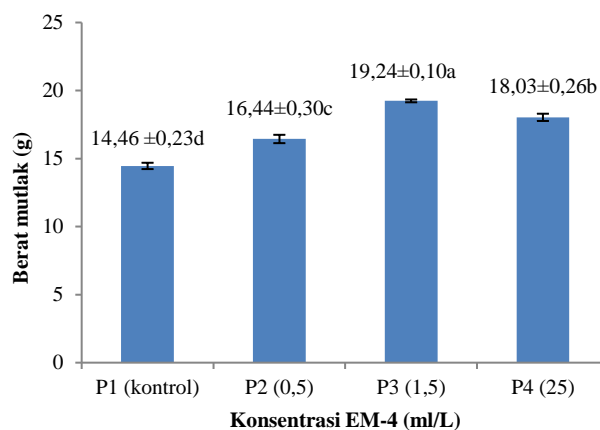
Analisis data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95%. Data hasil analisis yang menunjukkan menunjukkan perbedaan signifikan dilakukan uji *Duncan Mutiple Range Test (DMRT)* pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat mutlak

Hasil penelitian rentang nilai rata-rata berat mutlak ikan bawal antara 14,46-19,24 g (Gambar 1).



Gambar 1. Berat mutlak ikan bawal air tawar.

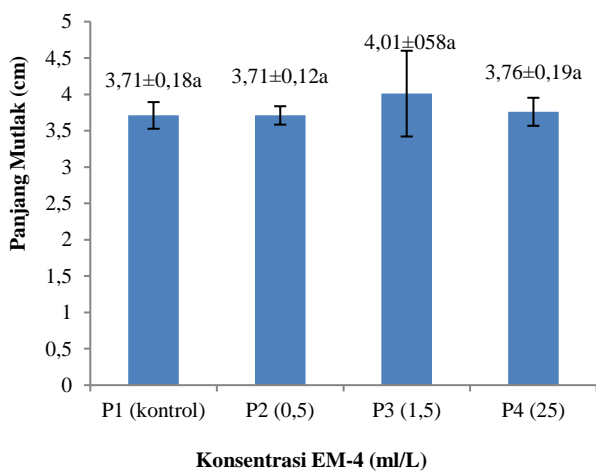
Analisis sidik ragam Anova menggambarkan penambahan probiotik EM-4 pada media pemeliharaan dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat mutlak *C. macropomum*. Uji DMRT memperlihatkan bahwa perlakuan P3 memiliki berat mutlak tertinggi, yaitu sebesar 19,24 g dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Penambahan konsentrasi probiotik EM-4 1,5 ml/L (P3) dapat meningkatkan bobot mutlak ikan bawal dibandingkan semua perlakuan uji dengan nilai 19,24 g (Gambar 1). Penambahan probiotik pada media pemeliharaan akan meningkatkan pertumbuhan ikan karena kualitas air dapat diperbaiki dan menunjang pertumbuhan ikan (Saniswan *et al.*, 2021). Peningkatan berat mutlak terjadi diduga karena

kandungan bakteri asam laktat seperti *L. casei* dan khamir (*S. cerevisiae*) pada konsentrasi tersebut optimal dalam membantu proses pencernaan pakan yang diberikan. Dugaan tersebut berdasarkan bahwa *L. casei* mampu memecah protein kompleks pakan menjadi bentuk lebih sederhana, sehingga penyerapan nutrisi lebih mudah dilakukan (Apriyan *et al.*, 2021). Menurut Cokrowati *et al.* (2020) *S. cerevisiae* mengandung nukleotida yang dapat memperbaiki kerusakan intestinal dan meningkatkan mikroflora pada *mucosal* usus sehingga kondisi usus menjadi lebih sehat. Hal ini dapat meningkatkan daya cerna ikan sehingga pertumbuhan menjadi lebih baik.

Panjang mutlak

Selama penelitian pengukuran panjang mutlak menunjukkan memiliki nilai rata-rata nilai antara 3,71-4,01 cm (Gambar 2). Hasil analisis menunjukkan penambahan probiotik EM-4 yang diberikan dengan jumlah berbeda pada media budidaya memberikan pengaruh tidak nyata ($p>0,05$) pada panjang mutlak ikan selama pemeliharaan. Perlakuan penambahan probiotik EM-4 pada P3 menghasilkan rata-rata panjang mutlak tertinggi yaitu 4,01 cm. Perlakuan P4 memiliki rata-rata panjang mutlak 3,76 cm. Penambahan probiotik EM-4 dengan konsentrasi 0,5 ml/L (P2) dan kontrol (P1) memberikan rata-rata panjang mutlak terendah yang sama yaitu 3,71 cm.

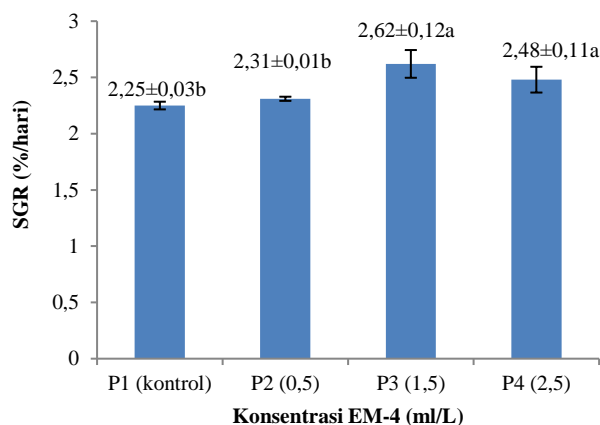


Gambar 2. Panjang mutlak ikan bawal air tawar.

Kisaran panjang mutlak selama pemeliharaan yaitu antara 3,71- 4,01 cm dengan panjang akhir 10,59-11,57 cm. Nilai tersebut berada dalam standar pertumbuhan panjang bawal air tawar berdasarkan Mahyuddin (2011) bahwa panjang ikan bawal air tawar yang berusia 3 bulan dapat mencapai ukuran 10-12,7 cm.

Laju pertumbuhan spesifik (SGR)

Rentang nilai laju pertumbuhan spesifik ikan bawal antara 2.25-2.62%/hari (Gambar 3).



Gambar 3. Laju pertumbuhan spesifik ikan bawal air tawar.

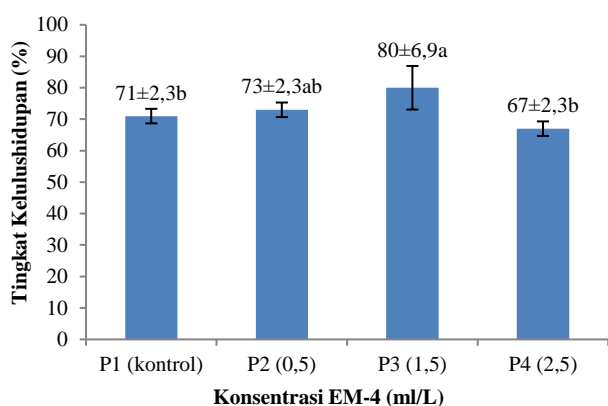
Hasil analisis memperlihatkan pemberian probiotik EM-4 pada media pemeliharaan dengan perbedaan konsentrasi memberi pengaruh nyata ($p<0,05$) pada laju pertumbuhan spesifik ikan yang diamati. Hasil uji lanjut Duncan memperlihatkan bahwa perlakuan penambahan probiotik konsentrasi 1,5 ml/L memberikan laju pertumbuhan spesifik tertinggi (2,62±0,12%/hari). Ada perbedaan antara perlakuan kontrol dan P2, tapi tidak berbeda nyata dengan P4.

Penambahan konsentrasi probiotik pada media budidaya dapat memberikan nilai SGR lebih besar dibanding perlakuan P1. Diduga hal ini disebabkan perlakuan yang diberikan dapat membuat kondisi internal ataupun eksternal ikan menjadi ideal untuk memaksimalkan pertumbuhan. Pertumbuhan ikan menurut Linayati *et al.* (2021) dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal yaitu pakan, kualitas benih dan kualitas air budidaya. Sementara itu rendahnya nilai SGR pada perlakuan P1 diduga

karena tidak ada pemberian probiotik sehingga tidak terdapat mikroorganisme seperti *L. casei* yang dapat membantu proses pertumbuhan ikan. Dugaan ini berdasar hasil penelitian Akbar *et al.* (2013) bahwa *Lactobacillus* sp. adalah bakteri yang menjaga keseimbangan mikroba pada saluran pencernaan ikan, selanjutnya daya cerna akan meningkat dan berat akhir ikan menjadi lebih baik.

Tingkat kelulushidupan (SR)

Tingkat kelulushidupan rata-rata ikan bawal tawar selama pemeliharaan berkisar antara 67-80% (Gambar 4).



Gambar 4. Tingkat kelulushidupan (SR) ikan bawal air tawar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian EM-4 pada media pemeliharaan dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap SR ikan bawal air tawar. Hasil uji DMRT menggambarkan perlakuan yang diberikan dengan konsentrasi 1,5 ml/L (P3) memberikan SR ikan bawal tertinggi, yaitu sebesar 80% dan berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P4, namun tidak berbeda nyata dengan P2.

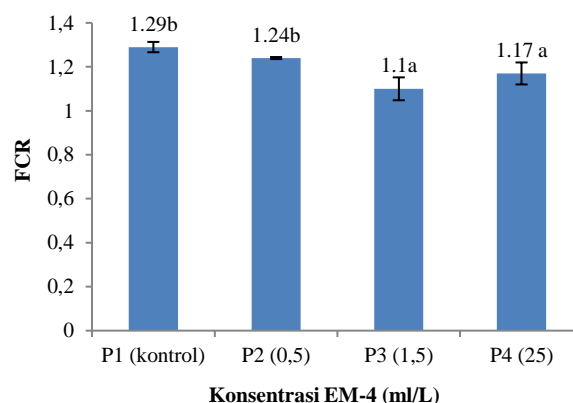
Penambahan konsentrasi probiotik EM-4 1,5 ml/L (P3) dan 0,5 ml/L (P2) memiliki kemampuan sama dalam meningkatkan SR ikan dibanding dengan perlakuan P1. Kondisi ini diduga karena kandungan mikroorganisme baik seperti *L. casei* dan *S. cereviciae* dapat menstimulasi kerja dari sistem imun ikan. Sistem imun menurut Uribe *et al.* (2011) merupakan mekanisme organisme untuk mempertahankan kondisi homeostasis tubuh dan melindungi dari potensi bahaya yang

berasal dari lingkungan sehingga dapat meningkatkan tingkat kelulushidupan dari ikan.

Probiotik EM-4 mengandung beberapa mikroorganisme yang dapat berperan sebagai immunostimulan seperti *L. casei* sehingga mampu menstimulasi imunitas pada ekosistem endogenus ikan (Sunaryanto *et al.* 2014). Cokrowati *et al.* (2020) menambahkan bahwa *S. cereviciae* mengandung asam nukleat nukleat, nukleotida, serta β -glucan yang dapat meningkatkan aktivitas fagositosis sel fagosit. Namun ketika konsentrasi probiotik EM-4 yang diberikan meningkat menjadi 2,5 ml/L (P4) maka terjadi penurunan tingkat kelangsungan hidup ikan bawal. Hal ini diduga karena terlalu tingginya konsentrasi probiotik yang diberikan dapat menekan kerja sistem imun dan menyebabkan ikan stress. Selaras dengan pendapat Cokrowati *et al.* (2020) bahwa pemberian immunostimulan dengan konsentrasi yang tinggi dan dalam waktu lama dapat menghambat respon imun ikan, karena bahan tersebut tidak bekerja sebagai immunostimulator akan tetapi berperan menjadi immunosupresor.

Rasio Konversi Pakan (FCR)

Rentang nilai rasio konversi pakan ikan bawal rata-rata selama pemeliharaan adalah 1,1-1,29 (Gambar 5).



Gambar 5. Rasio konversi pakan ikan bawal air tawar.

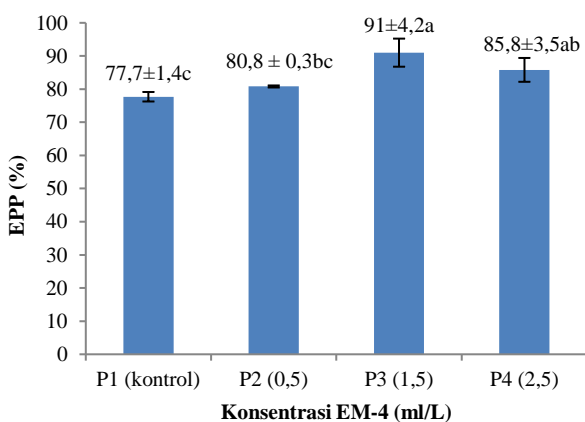
Hasil analisis sidik ragam Anova menunjukkan penambahan probiotik EM-4 pada media budidaya ikan dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rasio konversi pakan ikan

bawal. Uji DMRT menunjukkan perlakuan penambahan probiotik dengan konsentrasi 1,5 ml/L (P3) memberikan rasio konversi pakan ikan bawal yang terendah, yaitu 1,1 serta berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P2, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4.

Penambahan konsentrasi probiotik 1,5 ml/L (P3) dan 2,5 ml/L (P4) memberikan kemampuan yang sama dalam mengoptimalkan nilai FCR dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 5). Hal ini diduga karena *L. casei* yang terkandung dalam probiotik EM-4 mampu menyederhanakan protein kompleks yang terdapat pada pakan menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga penyerapan nutrisi pada pakan dapat berjalan optimal. Hal ini selaras dengan pernyataan Syadillah *et al.* (2020) bahwa enzim protease yang dimiliki *Lactobacillus* sp. dapat menyederhanakan protein kompleks menjadi lebih sederhana sehingga memudahkan penyerapan pakan oleh usus. Khamir jenis *S. cerevisiae* atau biasa disebut ragi roti yang terkandung dalam probiotik EM-4 juga dapat meningkatkan nafsu makan serta daya cerna ikan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Manurung & Mose (2018) bahwa nukleotida yang dalam ragi roti mampu membuat nafsu makan ikan baik sehingga pengambilan pakan meningkat.

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Nilai rata-rata EPP ikan bawal selama penelitian berlangsung berkisar antara 77,7-91% (Gambar 6).



Gambar 6. Efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan bawal air tawar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian probiotik pada media pemeliharaan dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan ikan bawal air tawar. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan P3 memberikan nilai EPP ikan bawal tertinggi, yaitu sebesar 91% dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan perlakuan 2/P2, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 2,5 ml/L (P4).

Nilai EPP ikan bawal sejalan dengan nilai FCR, yaitu penambahan konsentrasi probiotik 1,5 ml/L (P3) dan 2,5 ml/L (P4) memberikan kemampuan yang sama dalam mengoptimalkan pemanfaatan pakan dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 85,8 - 91% (Gambar 6). Tingginya nilai EPP yang diperoleh pada perlakuan tersebut mengindikasikan bahwa terjadi pemanfaatan pakan yang optimal digunakan untuk proses pertumbuhan ikan. Afdola (2018) menyatakan bahwa tingkat pencernaan pakan ikan menjadi lebih baik pada pemberian probiotik disebabkan karena probiotik dapat membuat kondisi saluran pencernaan ikan menjadi lebih asam. Kondisi ini akan mempercepat sekresi enzim untuk membantu proses pencernaan pakan. Lebih lanjut Saniswan *et al.* (2021) menjelaskan bahwa jika pakan dapat dicerna dengan baik menyebabkan nutrisi pakan akan terserap secara optimal yang ditunjukkan melalui peningkatan nilai retensi protein, lemak dan karbohidrat.

Kualitas Air

Suhu, pH dan DO

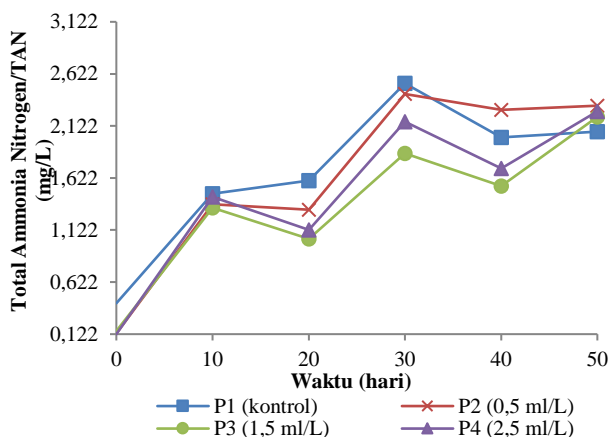
Pengujian kualitas air selama penelitian masih berada dibatas kelayakan budidaya ikan bawal air tawar (Tabel 1). Hasil tersebut menunjukkan penambahan konsentrasi probiotik pada media budidaya tanpa penggantian air mampu menjaga kualitas air budidaya ikan bawal seperti perlakuan kontrol yang melakukan pergantian air. Menurut Supono, (2015) kualitas air berpengaruh pada pertumbuhan ikan. Kualitas air yang baik akan memberikan dukungan terhadap pertumbuhan yang optimal, sebaliknya kualitas air yang

kurang baik dapat berakibat pertumbuhan ikan menjadi terhambat.

Tabel 1. Hasil uji parameter kualitas air selama penelitian

Parameter	Perlakuan				Sumber rujukan
	P1	P2	P3	P4	
Suhu (°C)	27,5-28,7	27,5-29	27,6-29,1	27,7-29,2	25-30 (Inayah <i>et al.</i> 2017)
pH	6,3-7,8	6,3-7,8	6,6-7,8	6,4-7,8	6-8 (Arianto <i>et al.</i> 2019)
DO (mg/L)	3,6-4,5	3,6-4,8	3,8-4,8	4-6	≥3 (Astuti <i>et al.</i> 2015)

Keterangan: P1: tanpa penambahan probiotik (kontrol), P2=probiotik 0,5 ml/L, P3=probiotik 1,5 ml/L, P4=probiotik 2,5 ml/L



Gambar 7. Nilai TAN pada media pemeliharaan ikan bawal air tawar.

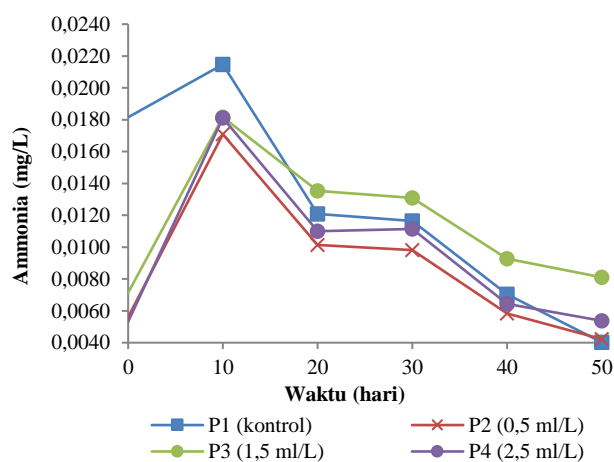
Total Amonia Nitrogen (TAN)

Hasil pengukuran nilai TAN pada media pemeliharaan setelah 50 hari masa pengamatan berkisar antara 0,13-2,53 mg/L (Gambar 7). Perlakuan kontrol (P1) dan perlakuan probiotik: 0,5 ml/L (P2) memberikan nilai TAN tertinggi pada pemeliharaan hari ke-30. Perlakuan probiotik 0,5 ml/L (P2) dan 2,5 ml/L (P4) memberikan nilai TAN tertinggi pada pemeliharaan hari ke-50. Hasil pengamatan TAN pada semua perlakuan uji memiliki kisaran nilai TAN antara 0,12-2,53 mg/L. Hasil tersebut masih dalam batas aman guna pemeliharaan ikan air tawar. Zhao *et al.* (2019) menegaskan bahwa paparan nilai TAN yang kecil (≤ 2 mg/L) dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik ikan yang dipelihara, sedangkan paparan TAN yang tinggi ($\geq 4,5$ mg/L) dapat menyebabkan perubahan pada tingkah laku dan organ-organ spesifik ikan.

Secara keseluruhan nilai TAN tertinggi terdapat pada perlakuan P1 di hari ke-30 (Gambar 7). Tingginya kandungan TAN pada media air diduga dapat mempengaruhi

pertumbuhan ikan bawal yang dibudidaya, hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan ikan pada perlakuan P1 lebih rendah jika dibandingkan perlakuan dengan konsentrasi probiotik lainnya.

Nilai TAN pada media budidaya setelah 50 hari adalah antara 0,004-0,021 mg/L (Gambar 8). Hasil penelitian menunjukkan nilai amonia pada semua perlakuan memiliki pola sama, yaitu mengalami peningkatan hingga pemeliharaan hari ke-10 nilai amonia tertinggi dimiliki oleh P1 sebesar 0,021 mg/L. Selanjutnya pada pemeliharaan hari ke-20 kadar amonia menurun di semua perlakuan hingga akhir masa pemeliharaan (hari ke-50) dengan nilai amonia tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan probiotik 1,5 ml/L (P3) sebesar 0,008 mg/L.



Gambar 8. Konsentrasi amonia (NH₃) pada media pemeliharaan ikan bawal air tawar.

Nilai NH₃ tertinggi diperoleh perlakuan P1 dengan nilai 0,021 mg/L di hari ke-10 pemeliharaan. Tingginya NH₃ diduga karena tidak ada pemberian probiotik dalam media pemeliharaan, yang menyebabkan jumlah

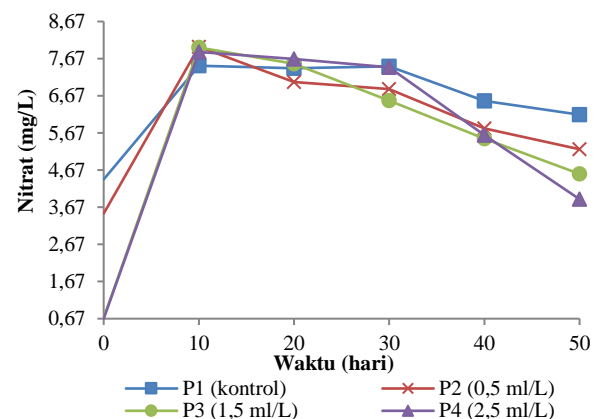
bakteri pengurai amonia sedikit. Hal ini selaras dengan pertumbuhan ikan bawal yang lebih rendah pada perlakuan kontrol (P1). Namun, setelah pemeliharaan 10 hari pertama hingga akhir pengamatan, kandungan amonia yang tertinggi terdapat pada perlakuan 1,5 mL/L (P3). Hal ini diduga disebabkan sisa metabolisme ikan menumpuk dan mengalami dekomposisi dengan baik oleh bakteri pengurai. Selain itu perlakuan P3 selama pemeliharaan juga tidak dilakukan penyiponan. Namun, kadar amonia masih dapat ditoleransi ikan sehingga pertumbuhan ikan pada perlakuan ini lebih baik dibanding dengan perlakuan kontrol. Wahyuningsih *et al.* (2020) menyatakan bahwa konsentrasi NH_3 sebanyak 0.02-0.07 mg/L mengakibatkan pertumbuhan terhambat dan menyebabkan kerusakan jaringan pada beberapa spesies ikan. Ambang batas toksisitas amonia tergantung jenis, ukuran, padatan halus, senyawa aktif permukaan, logam dan nitrat.

Hasil ini memperkuat dugaan bahwa penggunaan probiotik EM-4 yang diberikan mampu menurunkan dan menjaga kualitas air media walaupun tanpa dilakukan penggantian air selama pemeliharaan. Menurut Apriyan *et al.* (2021) *Saccharomyces* dapat melakukan asimilasi amonia untuk menurunkan kadar amonia pada media budidaya. Astari *et al.* (2022) menambahkan bahwa *L. casei* terdiri dari asam laktat yang dapat memfermentasi bahan organik sehingga dapat merombak bahan organik yang terkandung di dalam air. Walaupun perlakuan P1 memberikan nilai TAN dan amonia yang lebih tinggi secara tampilan grafik. Namun pada akhir masa pemeliharaan (50 hari) perlakuan P1 memiliki kadar TAN dan amonia yang paling rendah. Hal ini diduga adanya proses penyiponan setiap 10 hari sekali. Menurut Sumaraw *et al.* (2019) bahwa cara menciptakan lingkungan yang ideal salah satunya dengan penggantian air.

Nitrat

Pengukuran nitrat (NO_3) selama masa pemeliharaan dengan berbagai konsentrasi perlakuan pemberian probiotik EM-4 berkisar antara 0,67-7,99 mg/L (Gambar 9). Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai nitrat semua perlakuan memiliki pola sama, yaitu mengalami

peningkatan hingga pemeliharaan hari ke-10. Nilai nitrat tertinggi terdapat pada perlakuan P2 (7,99 mg/L). Selanjutnya hari ke-20 terjadi penurunan kadar nitrat pada semua konsentrasi probiotik yang diberikan hingga akhir masa pemeliharaan (hari ke-50), kecuali pada P1 terjadi kenaikan kadar nitrat pada hari ke-30 (7,46 mg/L). Perlakuan P1 dari hari ke-30 hingga pada hari terakhir pemeliharaan (hari ke-50) memiliki nilai nitrat yang menurun. Walaupun menurun, nilai nitrat hari ke-50 tersebut tetap lebih tinggi (6,16 mg/L) dibandingkan dengan perlakuan yang lain.



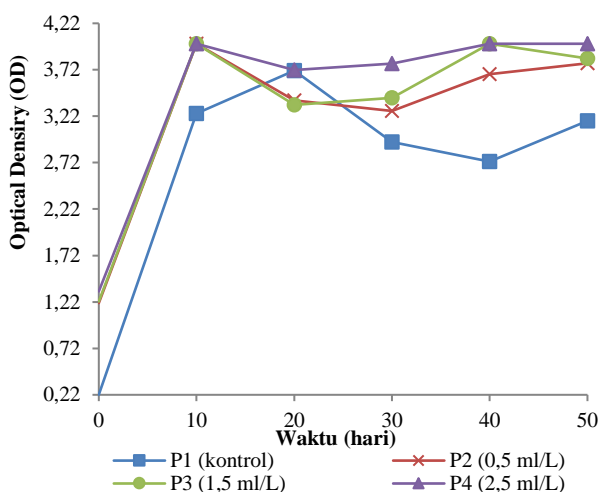
Gambar 9. Kandungan nitrat pada media pemeliharaan ikan bawal air tawar.

Pada pemeliharaan hari ke-30 kandungan nitrat pada perlakuan P1 lebih tinggi, namun nilai nitrat tersebut masih dalam batas yang aman untuk budidaya ikan. Menurut Apriyan *et al.* (2021) kadar nitrat perairan yang optimal untuk pertumbuhan ikan dibawah 10 mg/L. Tingginya kandungan nitrat perlakuan P1 diduga kandungan amonia yang tinggi disebabkan bakteri pengurai amonia tersedia dalam jumlah sedikit. Kondisi ini berbeda dengan perlakuan yang mendapatkan penambahan probiotik yang memiliki kandungan nitrat lebih rendah pada media pemeliharaan. Kondisi tersebut diduga diakibatkan proses asimilasi yang dilakukan bakteri yang ada pada air media budidaya. Wahyuningsih *et al.* (2020) menyatakan bahwa siklus nitrogen bakteri kemoautotrof mengoksidasi amonium menjadi nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-), ion-ion tersebut dapat dihilangkan oleh tanaman air, alga, dan bakteri

yang mengasimilasinya sebagai sumber nitrogen.

Total kepadatan bakteri

Kepadatan bakteri setelah 50 hari masa pemeliharaan dengan berbagai konsentrasi pemberian probiotik EM-4 berkisar antara 0,22-4 OD (Gambar 10). Variasi kepadatan bakteri yang disajikan Gambar 10 menunjukkan nilai total kepadatan bakteri pada seluruh perlakuan mengalami peningkatan saat pemeliharaan hari ke-10. Kepadatan bakteri pada seluruh perlakuan penambahan probiotik memiliki nilai yang sama (4 OD). Perlakuan P1 memiliki kepadatan bakteri yang lebih rendah (3,24 OD). Fluktuasi kepadatan bakteri terjadi pada hari ke-20 hingga hari ke-50. Nilai tertinggi kepadatan bakteri pada hari ke-50 terdapat pada perlakuan P4 sebesar 3,71-4 OD.



Gambar 10. Total kepadatan bakteri pada media pemeliharaan ikan bawal air tawar.

Pemberian probiotik EM-4 dengan konsentrasi 1,5 ml/L (P3) memiliki rentang nilai OD 1,2 – 4 memberikan efek terbaik pada pertumbuhan dan SR ikan bawal dibandingkan dengan perlakuan lain. Pada perlakuan kontrol pertumbuhan ikan bawal tidak sebaik perlakuan pemberian probiotik. Hal ini diduga disebabkan perlakuan P1 tidak memiliki mikroorganisme probiotik yang dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Perlakuan probiotik dengan konsentrasi 2,5 ml/L (P4) memiliki nilai pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan lebih rendah dibandingkan dengan penambahan

probiotik 1,5 ml/L. Kondisi ini terjadi diduga karena konsentrasi yang ditambahkan terlalu tinggi. Selaras dengan hasil penelitian Khotimah *et al.* (2016) dengan pemberian probiotik EM-4 dengan dosis yang berbeda pada media pemeliharaan ikan patin menunjukkan bahwa tingginya dosis probiotik yang diberikan (4,5 ml/L) pada media budidaya menyebabkan perubahan kondisi air dan berdampak pada rendahnya pertumbuhan sekaligus tingkat kelulushidupan ikan patin. Selanjutnya Parameswari *et al.* (2013) menyatakan jumlah bakteri probiotik yang masuk dari media pemeliharaan ke dalam saluran cerna ikan terlalu banyak dapat menyebabkan *overgrowth*.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Pemberian konsentrasi probiotik EM-4 yang berbeda pada media budidaya dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan, kelulushidupan, FCR, dan EPP ikan bawal air tawar *C. macropomum*. Pemberian konsentrasi probiotik EM-4 1,5 ml/L memberikan hasil terbaik terhadap nilai tingkat kelulushidupan, berat mutlak, SGR, FCR, dan EPP. Hal ini didukung oleh nilai amonia, nitrat, dan kepadatan bakteri yang berada pada kisaran pemeliharaan ikan *C. macropomum*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdola. (2018). Pengaruh penambahan probiotik dalam pakan terhadap pertumbuhan benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 5(1), 1–10.
- Akbar, F., Ma'shum, M., Setyowati, D. N., & Maha, K. S. (2013). Pengaruh pemberian probiotik EM4 dengan dosis berbeda terhadap kelangsungan hidup larva ikan badut (*Amphiprion percula*). *Jurnal Perikanan Unram*, 1(2), 60–69.
- Anugraheni, R. (2016). Pengaruh penambahan probiotik em4 pada pakan ikan terhadap pertumbuhan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) [skripsi]. Universitas Sanata Dharma.
- Apriyan, I. E., Diniarti, N., & Setyono, B. D. H.

- (2021). Pengaruh pemberian probiotik dengan dosis yang berbeda pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan*, 11(1), 150–165. <https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.246>
- Apriyanti, R. N., & Rahimah, D. S. (2016). *Akuaponik Praktis.pdf* (1st ed.). Trubus Swadaya.
- Arianto, D., Harris, H., Yusanti, I. A., & Arumwati, A. (2019). Padat penebaran berbeda terhadap kelangsungan hidup, fcr dan pertumbuhan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) pada pemeliharaan di waring. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 14(2), 14–20. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v14i2.3486>
- Astari, B., Ismi, S., & Mahardika, K. (2022). Determining of water bioremediation dosage in recirculating water system for cantik grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*) nurseries. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1036(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1036/1/012035>
- Astuti, L. P., Adiwilaga, E. M., Setiawan, B. I., & Pratiwi, N. T. M. (2015). Kondisi hipoksia dan laju dekomposisi bahan organik di lokasi budidaya ikan waduk Ir.H. Djuanda. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 6(3), 147. <https://doi.org/10.15578/bawal.6.3.2014.147-154>
- Beauty, G., Yustiati, A., & Grandiosa, R. (2012). Pengaruh dosis mikroorganisme probiotik pada media pemeliharaan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih mas koki (*Carassius auratus*) dengan padat penebaran berbeda. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 3(3), 1–6.
- Cokrowati, N., Hartati, I. L., & Lestari, D. P. (2020). Addition of yeast bread (*Saccharomyces cerevisiae*) in feed to increase growth of barramundi (*Lates calcarifer*). *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 270–278. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i2.1984>
- Dangeubun, J. L., Serang, A. M., & Syahailatua D. Y., (2019) Growth, food efficiency, and survivorship of several fish species treated with artificial feed enriched with *Alstonia acuminata*. *AAFL Bioflux* 12(3):832-839
- Fatimah, E. N., Sari, M., & Rini, W. (2015). *Kiat Sukses Budidaya Ikan Lele* (1st ed.). Bibit Publisher. Jakarta.
- Febriany, B. S., Mulyana, Lesmana, D. (2022). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan bawal bintang (*Trachinotus blochii*) dengan penambahan dosis probiotik yang berbeda. *Jurnal Mina Sains*, 8(1): 11–18.11. <https://doi.org/10.30997/jmss.v8i1.5617>
- Hanafie, A. (2019). *Biologi Reproduksi dan Teknik Pembenihan Ikan* (1st ed.). Lambung Mangkurat University Press.
- Inayah, A. R., Rusliandi, & Mulyadi. (2017). Pemeliharaan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) dengan pemberian pakan yang difermentasi menggunakan probiotik pada sistem resirkulasi. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 4(2).
- Juliyanti, V., Salamah, & Muliani. (2016). Pengaruh penggunaan probiotik pada media pemeliharaan terhadap benih maskoki (*Carassius auratus*) pada umur yang Berbeda. *Acta Aquatica*, 3(2), 66–74. <https://doi.org/10.29103/aa.v3i2.326>
- Khotimah, K., Harmilia, E. D, & Sari, R. (2016). Pemberian probiotik pada media pemeliharaan benih ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dalam akuarium. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 4(2), 152–158. <https://doi.org/10.36706/jari.v4i2.4432>
- Kordi, M. G. H. K. (2013). *Budidaya Nila Unggul.pdf* (1st ed.). Agro Media Pustaka.
- Linayati, Prasetyo, T. A., & Mardiana, T. Y. (2021). Performa laju pertumbuhan ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diberikan pakan dengan pengkayaan probiotik. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 20(1), 64–71. <https://doi.org/10.54911/litbang.v20i.146>
- Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C., & Krieter, K., (2014). A review on fish growth calculation: multiple functions in

- fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 6: 1–13. doi: 10.1111/raq.12071
- Mahyuddin, K. (2011). *Usaha pembenihan ikan bawal di berbagai wadiah. pdf*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- NRC. (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. National Academies Press, Washington
- Manurung, U. N., & Mose, N. I. (2018). Peningkatan pertumbuhan dan sintasan hidup ikan bawal (*Colossoma macropomum*) dengan penambahan ragi roti dalam pakan. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(2), 26–27. <https://doi.org/10.32938/slk.v1i2.546>
- Monteiro, P. C., Brandão, F. R., Farias, C. F. S., De Alexandre Sebastião, F., Majolo, C., Dairiki, J. K., De Oliveira, M. R., Chaves, F. C. M., De Almeida O'Sullivan, F. L., Martins, M. L., & Chagas, E. C. (2021). Dietary supplementation with essential oils of *Lippia sidoides*, *Ocimum gratissimum* and *Zingiber officinale* on the growth and hemato-immunological parameters of *Colossoma macropomum* challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Reports*, 19, 100561. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100561>
- Parameswari, W., Sasanti, A. D., & Muslim. (2013). Populasi bakteri, histologi, kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) yang dipelihara dalam media dengan penambahan probiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1), 76–89. <https://doi.org/10.36706/jari.v1i1.1781>
- Paz, A. L.; Val, A. L. (2018). Manipulation of growth of the Amazonian fish tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalminidae): analysis of physiological and zootechnical aspects. *Acta Amazonica* 48: 197-206
- Rahmayanti, F., Mahendra, Munandar, Febrina, C. D., & Rahma, E. A. (2020). Pemanfaatan probiotik untuk budidaya perikanan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Darma Bakti Teuku Umar*, 2(1), 179. <https://doi.org/10.35308/baktiku.v2i1.2045>
- Rohidiyatul. (2023). Efektivitas ekstrak daun komak (*Lablab purpureus*) terhadap sistem imun ikan karper (*Cyprinus carpio*) yang diinjeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. [skripsi]. Universitas Mataram.
- Saniswan, Y., Hasan, H., & Lestari, P. T. (2021). Penambahan probiotik pada media pemeliharaan terhadap pertumbuhan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Ruaya*, 9(1), 10–21.
- Sapriyanto, C. (2017). *Pembesaran 6 Ikan Konsumsi di Pekarangan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Saputra, I., Putra, W. K. A., & Yulianto, T. (2018). Tingkat konversi dan efisiensi pakan benih ikan bawal bintang (*Trachinotus blochii*) dengan Frekuensi Pemberian Berbeda. *Journal of Aquaculture Science*, 3(2), 170–181. <https://doi.org/10.31093/joas.v3i2.56>
- Setyono, B. D. H., M. Junaidi, A. R. Scabra., & H. Kaswadi. 2021. Penerapan teknologi Recirculating Aquaculture System (RAS) untuk perbaikan kualitas lingkungan pada budidaya ikan nila di Desa Sokong Kecamatan Tanjung Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia*, 1(1): 69 - 76 <https://doi.org/10.29303/jppi.v1i1.128>
- Sumaraw, J. T., Manoppo, H., Tumbol, R. A., Rumengan, I. F. M., Dien, H. A., & Sumilat, D. A. (2019). Kajian bakteri probiotik untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(1), 243–255.
- Sunaryanto, R., Martius, E., & Marwoto, B. (2014). Uji kemampuan *Lactobacillus casei* sebagai agensia probiotik. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 1(1),9. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v1i1.546>
- Supono. (2015). *Manajemen Lingkungan untuk Akuakultur*. Edisi Pertama. Plantaxia. Yogyakarta.
- Syadillah, A., Hilyana, S., & Marzuki, M. (2020). Pengaruh penambahan bakteri (*Lactobacillus* sp.) dengan konsentrasi

- berbeda terhadap pertumbuhan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan*, 10(1), 8–19. <https://doi.org/10.29303/jp.v10i1.146>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.30598/TRITONvol19issue1page36-42>
- Tim Agriminakultura. (2014). *Sukses bisnis & budidaya ikan mas*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Uribe, C., F. Hugo, E., Ricardo & Moran, G. (2011). Innate and adaptive immunity in teleost fish: A review. *Veterinarni Medicina*. 56. 486-503. DOI: 10.17221/3294-VETMED
- Wahyuningsih, S., Gitarama, A. M., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan. *Syntax Literate*, 5(2), 112. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.929>
- Zhao, C., Xu, J., Xu, X., Wang, Q., Kong, Q., Xu, F., & Du, Y. (2019). Organ-specific responses to total ammonia nitrogen stress on juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Environmental Science and Pollution Research*, 26(11), 10826–10834. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04524-4>