



## The Effect of Giving Oxygenic Probiotics with Different Doses On the Growth and Survival of Striped Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) with an aeration system

### Pengaruh Pemberian Probiotik *Oxygenic* dengan Dosis yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan Sistem Aerasi

Josua Naiktua Simanjuntak<sup>1\*</sup>, Mulyadi<sup>1</sup>, Niken Ayu Pamukas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

#### Article Info

Received: 5 April 2026

Accepted: 5 Mei 2026

#### Keywords:

Striped catfish,

Probiotic,

Aeration,

#### ABSTRACT

Striped catfish is the leading commodity for freshwater aquaculture in Indonesia because of its high economic value, rapid growth, high protein content, and low cholesterol. However, intensive aquaculture systems often degrade water quality due to the accumulation of feed residues and metabolites, which triggers stress, lowers immunity, and increases mortality. One solution is the use of oxygenic probiotics containing *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Rhodobacter*, and *Saccharomyces* to decompose ammonia and improve fish digestion. The effectiveness of probiotics is influenced by the dosage of application. The research was conducted in March 2025 at the Cultivation Technology Laboratory, Universitas Riau, using a one-factor Complete Random Design with four levels of treatment (P0 = control, P1 = 1.5 mL/L, P2 = 2.5 mL/L, P3 = 3.5 mL/L, P4 = 4.5 mL/L) and three replicates for 30 days. The results showed P3 as the best treatment with an absolute weight of  $4.44 \pm 0.03$  g, an absolute length of  $3.41 \pm 0.01$  cm, a specific growth rate of  $4.37 \pm 0.05\%$ , a survival rate of  $95.5 \pm 3.85\%$ , and an FCR of  $1.32 \pm 0.005$ . Water quality parameters: temperature  $25.86\text{--}29^\circ\text{C}$ , pH 6.1–8.1, DO 4.1–7.2 mg/L, and ammonia 0.003–0.168 mg/L.

## 1. PENDAHULUAN

Ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar asli Indonesia yang tersebar di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Komoditas ini memiliki prospek budidaya yang sangat baik karena nilai ekonomis yang tinggi serta kandungan gizi yang bermanfaat bagi kesehatan. Menurut Saparinto dan Susiana (2014), ikan patin mengandung protein sebesar 68,6%, lemak 5,8%, abu 3,5%, dan air 59,3%. Selain kandungan protein yang tinggi, ikan patin juga memiliki kadar kolesterol yang rendah sehingga dianjurkan sebagai sumber protein hewani untuk konsumsi masyarakat (Minggawati & Saptono, 2015). Perkembangan sektor akuakultur di Indonesia mengalami peningkatan yang pesat, didorong oleh berbagai program pemerintah dalam rangka pengembangan sektor perikanan, khususnya budidaya air tawar sebagai bagian dari program minapolitan (Sidik, 2016). Salah satu strategi yang diterapkan adalah pemanfaatan lahan terbatas dengan manajemen budidaya yang efisien dan berkelanjutan. Budidaya intensif ikan patin tanpa pergantian air merupakan salah satu

\* Corresponding author

E-mail address: [josua.naiktua2545@student.unri.ac.id](mailto:josua.naiktua2545@student.unri.ac.id)

bentuk efisiensi tersebut. Namun, sistem ini sering menimbulkan masalah kualitas air akibat akumulasi sisa pakan, feses, dan senyawa metabolit yang dapat menurunkan produktivitas dan kesehatan ikan.

Penurunan kualitas air budidaya dapat berdampak buruk pada pertumbuhan dan kelulushidupan ikan. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah pemanfaatan mikroorganisme probiotik. Probiotik diketahui mampu menguraikan senyawa toksik seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), serta bahan organik lainnya. Selain itu, probiotik juga berfungsi sebagai agen yang menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen dan alga biru (Abareethan *et al.*, 2015). Kadar amonia yang melebihi 0,8 mg/L dan nitrit di atas 0,05 mg/L dapat bersifat toksik bagi ikan (Moore, 2019), sehingga pengendaliannya sangat penting dalam sistem budidaya intensif. Salah satu jenis probiotik yang kini banyak digunakan dalam perikanan adalah probiotik oxygenic. Probiotik ini mengandung bakteri seperti *Lactobacillus reuteri* dan *Streptococcus thermophilus* yang efektif dalam menguraikan zat sisa metabolisme ikan. Probiotik oxygenic dinilai mampu bekerja baik di perairan tawar maupun payau, sehingga fleksibel digunakan dalam berbagai sistem budidaya (Pitrianiingsih, 2014).

Mengingat pentingnya peran probiotik dalam menjaga kualitas media pemeliharaan dan mendukung pertumbuhan ikan, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian probiotik oxygenic terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin dalam sistem budidaya dengan aerasi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui dosis probiotik yang paling optimal. Pertanyaan utama yang dikaji adalah apakah pemberian probiotik oxygenic berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin, serta berapa dosis terbaik yang dapat digunakan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan sistem budidaya ikan patin yang efisien dan berkelanjutan, serta menjadi acuan dalam menentukan dosis aplikasi probiotik untuk peningkatan produktivitas. Berdasarkan landasan teoritis dan tujuan tersebut, hipotesis yang diajukan adalah bahwa pemberian probiotik oxygenic berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin, dan terdapat dosis optimal yang memberikan hasil terbaik.

## 2. METODE PENELITIAN

### *Waktu dan Tempat*

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2025 di Laboratorium Teknologi Budidaya, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Pekanbaru, Riau.

### *Metode Penelitian*

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktor yang terdiri dari 5 taraf perlakuan dan untuk memperkecil kekeliruan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $P_0$  : Tanpa penambahan oxygenic,  $P_1$  : Dosis probiotik oxygenic 1,5 mL/L air,  $P_2$  : Dosis probiotik oxygenic 2,5 mL/L air,  $P_3$  : Dosis probiotik oxygenic 3,5 mL/L air,  $P_4$  : Dosis probiotik oxygenic 4,5 mL/L air.

### *Analisis Data*

Data yang diperoleh selama penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, data yang diperoleh terlebih dahulu dilakukan uji normalitas homogenitas untuk selanjutnya data dianalisis secara statistik. Untuk mengetahui pengaruh pemberian probiotik oxygenic,

dilakukan analisis keragaman dengan melakukan uji (ANOVA). Bila hasil uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur, maka selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji rentang Student Newman-Keuls pada tiap perlakuan untuk menentukan perbedaan antar perlakuan. Untuk data kualitas air dan pengamatan embriogenesis ditabulasikan kedalam bentuk gambar dan dianalisis secara deskriptif.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Pertumbuhan Bobot Mutlak Ikan Patin (Pangasius sp)*

Parameter yang dianalisis meliputi protein, lemak, karbohidrat dan air. Hasil analisis proksimat bekicot yang digunakan dalam penelitian ini ditabulasikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Pertumbuhan Bobot Mutlak Ikan Patin**

| Ulangan   | P0                     | P1                     | P2                     | P3                      | P4                      |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| U1        | 2,08                   | 3,71                   | 3,77                   | 4,46                    | 3,71                    |
| U2        | 1,97                   | 3,68                   | 3,66                   | 4,49                    | 3,7                     |
| U3        | 2                      | 3,65                   | 3,71                   | 4,38                    | 3,71                    |
| Rata-rata | 2,02±0.03 <sup>a</sup> | 3,68±0.01 <sup>b</sup> | 3,71±0.03 <sup>b</sup> | 4,44±0.032 <sup>c</sup> | 3,71±0.003 <sup>b</sup> |

Keterangan : Huruf superskrip (a, b, c) yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ ).

Pertumbuhan bobot mutlak ikan patin menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, dengan nilai berkisar antara 2,02 g hingga 4,44 g. Nilai tertinggi tercatat pada perlakuan P3 (3,5 mL/L), sedangkan perlakuan P0 (kontrol) menghasilkan bobot terendah. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian probiotik oxygenic memberikan pengaruh signifikan terhadap bobot mutlak ( $P < 0,05$ ). Uji lanjut Student Newman Keuls menunjukkan bahwa perlakuan P3 berbeda nyata dibanding perlakuan lainnya. Pemberian probiotik oxygenic terbukti meningkatkan pertumbuhan karena dapat menjaga keseimbangan mikroba dalam saluran pencernaan dan meningkatkan imunitas ikan. Menurut Umasugi (2018), keberadaan probiotik mampu memberikan keuntungan bagi inang dengan menjaga keseimbangan mikroorganisme dalam usus. Selain itu, Fujiana (2020) menambahkan bahwa probiotik juga mampu memperbaiki kualitas lingkungan perairan, sehingga selama proses pemeliharaan, ikan tumbuh dalam kondisi media yang baik. Pada perlakuan P1 dan P2 yang menggunakan dosis rendah, pertumbuhan tidak maksimal karena aktivitas bakteri probiotik dalam menguraikan senyawa nitrogen belum optimal. Sementara pada P4, penggunaan dosis tinggi diduga menyebabkan populasi bakteri berlebih, yang justru menurunkan kualitas air dan memengaruhi nafsu makan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumule (2017) bahwa penggunaan probiotik secara berlebihan dapat berdampak negatif, termasuk peningkatan mortalitas pada ikan.

#### *Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Patin (Pangasius sp)*

Pertumbuhan panjang mutlak ikan patin dari setiap perlakuan selama di sampling 7 hari sekali penelitian disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Patin**

| Ulangan   | P0                     | P1                     | P2                     | P3                     | P4                      |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| U1        | 2,59                   | 2,83                   | 2,86                   | 3,43                   | 2,83                    |
| U2        | 2,47                   | 2,77                   | 3,08                   | 3,4                    | 2,91                    |
| U3        | 2,64                   | 2,66                   | 3,04                   | 3,42                   | 2,84                    |
| Rata-rata | 2,56±0,08 <sup>a</sup> | 2,75±0,08 <sup>b</sup> | 2,99±0,11 <sup>c</sup> | 3,41±0,01 <sup>d</sup> | 2,86±0,04 <sup>bc</sup> |

Keterangan : Huruf superskrip (a, b, c) yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ ).

Pertumbuhan panjang mutlak ikan patin selama penelitian berkisar antara 2,56 cm (P0) hingga 3,41 cm (P3). Berdasarkan uji ANAVA, terdapat perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ) antar perlakuan, dengan perlakuan P3 berbeda signifikan dibandingkan perlakuan lainnya. Dosis optimal probiotik pada P3 membantu meningkatkan pemanfaatan nutrisi dan mendukung lingkungan yang kondusif untuk pertumbuhan panjang ikan. Wijaya (2022) menyatakan bahwa pertumbuhan merupakan proses peningkatan ukuran yang bersifat irreversibel dan dapat diukur melalui panjang atau bobot. Kesesuaian antara pertumbuhan panjang dan bobot pada perlakuan P3 menunjukkan bahwa dosis 3,5 mL/L merupakan dosis yang paling efektif. Menurut Chen (2022), keberadaan mikroorganisme dalam jumlah seimbang mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan mencegah munculnya patogen. Sebaliknya, pada perlakuan P0 yang tidak diberikan probiotik, serta pada perlakuan P1, P2, dan P4, pertumbuhan panjang tidak optimal. Widanarni (2022) menyatakan bahwa pada kondisi dengan banyaknya mikroba dan ikan yang bersaing terhadap oksigen, pertumbuhan ikan menjadi terhambat karena proses degradasi limbah tidak maksimal, sehingga kualitas air menurun dan mengganggu nafsu makan ikan.

### **Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp*)**

Laju pertumbuhan spesifik merupakan % dari selisih berat akhir dan berat awal dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan ikan (Mulqan *et al.*, 2017). Laju pertumbuhan spesifik ikan patin selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp*)**

| Ulangan   | P0                     | P1                     | P2                     | P3                     | P4                     |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| U1        | 2,44                   | 4,37                   | 4,42                   | 4,98                   | 4,37                   |
| U2        | 2,26                   | 4,34                   | 4,32                   | 5,00                   | 4,36                   |
| U3        | 2,31                   | 4,31                   | 4,37                   | 4,92                   | 4,37                   |
| Rata-rata | 2,34±0,09 <sup>a</sup> | 4,34±0,03 <sup>b</sup> | 4,37±0,05 <sup>b</sup> | 4,97±0,04 <sup>c</sup> | 4,37±0,05 <sup>b</sup> |

Keterangan : Huruf superskrip (a, b, c) yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ )

Laju pertumbuhan spesifik ikan patin tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 dengan nilai 4,97% per hari, dan terendah pada P0 sebesar 2,34% per hari. Uji ANAVA menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan ( $P < 0,05$ ), dan uji SNK menunjukkan bahwa perlakuan P3 berbeda nyata dibandingkan perlakuan lain. Supriyanto (2023) menjelaskan bahwa probiotik dapat menjaga kualitas air, meningkatkan nafsu makan, dan mempercepat pertumbuhan ikan. Pada P1 dan P2, laju pertumbuhan spesifik tidak maksimal akibat kandungan *Saccharomyces* yang belum mampu menghasilkan enzim pencernaan secara optimal. Nguyen (2021) menyebutkan bahwa ketidakseimbangan dalam kandungan probiotik menyebabkan aktivitas fermentasi yang rendah serta penumpukan bahan organik. Pada perlakuan P4, laju pertumbuhan spesifik tidak optimal karena penggunaan probiotik dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan konsumsi oksigen yang berlebihan oleh bakteri. Hal ini menimbulkan kondisi hipoksia yang merangsang pertumbuhan bakteri anaerob dan menghasilkan senyawa toksik seperti amonia. Oleh karena itu, dosis probiotik perlu diatur agar tidak menimbulkan stres lingkungan yang berlebihan bagi ikan.

### **Tingkat kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp*)**

Kelulushidupan ikan patin selama penelitian berkisar antara 75,5% hingga 95,5%, dengan angka tertinggi pada perlakuan P3. Uji ANAVA dan SNK menunjukkan bahwa pemberian probiotik oxygenic berpengaruh nyata terhadap tingkat kelulushidupan ikan ( $P < 0,05$ ). Probiotik membantu menjaga stabilitas lingkungan dan meningkatkan daya tahan tubuh ikan terhadap stres dan penyakit. Satyani (2024) menyatakan bahwa kelulushidupan ikan

mencerminkan kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan. Wang (2017) juga menegaskan bahwa probiotik dapat meningkatkan kualitas air dan penyerapan nutrisi, yang pada akhirnya memperkuat sistem kekebalan ikan. Perlakuan kontrol yang tidak mendapat tambahan probiotik menunjukkan kelulushidupan terendah, memperlihatkan pentingnya peran mikroorganisme dalam mendukung sistem pemeliharaan.

**Tabel 4. Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp*)**

| Ulangan   | P0                     | P1                      | P2                       | P3                      | P4                        |
|-----------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| U1        | 73,3                   | 86,6                    | 73,3                     | 93,3                    | 86,6                      |
| U2        | 80                     | 93,3                    | 80                       | 100                     | 93,3                      |
| U3        | 73,3                   | 80                      | 86,6                     | 93,3                    | 80                        |
| Rata-rata | 75,5±3,85 <sup>a</sup> | 86,6±6,65 <sup>ab</sup> | 84,44±10,1 <sup>ab</sup> | 95,5± 3,85 <sup>b</sup> | 87,44 ±3,85 <sup>ab</sup> |

Keterangan : Huruf superskrip (a, b, c) yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ )

#### **Rasio Konversi Pakan Ikan Patin (*Pangasius sp*)**

Hasil pengamatan rasio konversi pakan (FCR) untuk semua perlakuan yang diuji dalam penelitian ini dapat di lihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin (*Pangasius sp*)**

| Ulangan   | P0                     | P1                      | P2                       | P3                      | P4                        |
|-----------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| U1        | 73,3                   | 86,6                    | 73,3                     | 93,3                    | 86,6                      |
| U2        | 80                     | 93,3                    | 80                       | 100                     | 93,3                      |
| U3        | 73,3                   | 80                      | 86,6                     | 93,3                    | 80                        |
| Rata-rata | 75,5±3,85 <sup>a</sup> | 86,6±6,65 <sup>ab</sup> | 84,44±10,1 <sup>ab</sup> | 95,5± 3,85 <sup>b</sup> | 87,44 ±3,85 <sup>ab</sup> |

Keterangan : Huruf superskrip (a, b, c) yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ )

Nilai FCR selama penelitian berkisar antara 1,32 hingga 1,85. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P3 dengan nilai FCR 1,32, yang menunjukkan efisiensi pakan tertinggi. Hasil ANAVA menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ ), dan uji SNK menyatakan bahwa P3 berbeda nyata dibandingkan perlakuan lain. Martínez-Cordova (2015) menyebutkan bahwa penggunaan probiotik dapat memperbaiki efisiensi pakan melalui peningkatan aktivitas enzim pencernaan. Pada P0, efisiensi pakan rendah karena tidak adanya bakteri yang membantu mendegradasi sisa pakan dan feses. Dosis terlalu rendah pada P1 dan P2 juga tidak menunjukkan perbedaan signifikan karena jumlah bakteri tidak cukup untuk memberikan efek positif. Hai (2015) mengingatkan bahwa pemberian probiotik secara berlebihan, seperti pada P4, dapat mengganggu mikrobiota usus dan menimbulkan stres pencernaan.

#### **Parameter Kualitas Air**

Selama penelitian, suhu berkisar antara 25,86–29°C, pH 6,1–8,1, DO 4,1–7,2 mg/L, dan amonia 0,003–0,168 mg/L. Semua parameter berada dalam kisaran optimal untuk budidaya ikan patin. Boyd (2019) menyatakan bahwa suhu ideal untuk budidaya ikan tropis adalah 25–32°C, sedangkan EPA (2022) menyarankan pH optimal antara 6,5–8,5. Nilai oksigen terlarut yang ditemukan dalam penelitian ini juga masih dalam batas aman bagi kehidupan ikan. Sistem aerasi dan resirkulasi sangat membantu menjaga kualitas air tetap stabil selama proses pemeliharaan, memungkinkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan berjalan dengan optimal.

## **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian probiotik oxygenic yang mengandung bakteri *Lactobacillus reuteri* dan *Streptococcus thermophilus* memberikan pengaruh nyata

terhadap parameter pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin. Dosis terbaik terdapat pada perlakuan P3 (3,5 mL/L), yang menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi (4,44 g), panjang mutlak (3,41 cm), laju pertumbuhan spesifik (4,97%/hari), survival rate (95,5%), serta FCR terendah (1,32). Perlakuan ini juga menjaga kualitas air pada rentang optimal. Sementara itu, dosis terlalu rendah (P1 dan P2) tidak memberikan pengaruh maksimal karena aktivitas bakteri belum optimal, sedangkan dosis terlalu tinggi (P4) menyebabkan penurunan efisiensi akibat kompetisi oksigen dan potensi stres lingkungan. Perlakuan kontrol (P0) tanpa probiotik menunjukkan hasil terendah di hampir semua parameter. Secara keseluruhan, penambahan probiotik oxygenic dalam dosis yang tepat mampu meningkatkan performa pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelulushidupan ikan patin melalui perbaikan kondisi media pemeliharaan dan kestabilan mikroba lingkungan. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan probiotik oxygenic dosis 3,5 mL/L sebagai alternatif peningkatan produktivitas budidaya ikan patin dalam sistem aerasi.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [EPA] Environmental Protection Agency. (2022). Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria for Ammonia. Environmental Protection Agency.
- Abareethan, M., & Amsath, A. (2015). Characterization and evaluation of probiotic fish feed. *International Journal of Pure and Applied Zoology*, 3(2): 148–153.
- Alaerts, G., & Santika, S. (1994). *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional.
- Boyd, C.E. (2019). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University.
- Erzaneti, R., Erlangga, E., & Erliza, M. (2018). Fortifikasi Probiotik dalam Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 5(2): 64–68.
- Fujiana, S., Setyowati, D.N., & Setyono, B.D.H. (2020). Budidaya Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Berbasis Bioflok dengan Penambahan Molase pada Rasio C:N Berbeda. *Jurnal Perikanan*, 10(2): 148–157.
- Hai, N.V., Fotedar, R., & Huong, L.T.Q. (2015). The Effect of Dietary Probiotics on Growth, Immune Response and Disease Resistance in Aquatic Animals: A Review. *Fish & Shellfish Immunology*, 47(2): 523–533.
- Martínez-Cordova, L.R., López, A.D.V., Pasten-Zapata, E., & Rodríguez, M.L. (2015). Water Quality in Shrimp Aquaculture: A Review. *Reviews in Aquaculture*, 7(1): 125–141.
- Minggawati, M., & Saptono, I. (2015). Analisa Usaha Pembesaran Ikan Patin Jambal (*Pangasius djambal*) dalam Kolam di Desa Sidomulyo Kabupaten Kuala Kapuas. *Media Sains*, 3(1): 1–9.
- Moore, A. (2019). Engineering Analysis of the Stoichiometry of Photoautotrophic, Autotrophic, and Heterotrophic Removal of Ammonia-Nitrogen in Aquaculture Systems. *Aquaculture*, 257(1–4): 346–358.
- Nguyen, T.T., Tran, H.Q., Van Doan, H., & Lumsangkul, C. (2021). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* Supplementation on Growth Performance and Feed Utilization in Striped Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *Aquaculture Nutrition*, 27(4): 1123–1132.
- Pitrianiingsih, C., Suminto, S., & Sarjito, S. (2014). Pengaruh Bakteri Kandidat Probiotik terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C, N, P dan K Media Kultur Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4): 190–197.

- Saparinto, C., & Susiana, R. (2014). Panduan Lengkap Budidaya dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik. Lily Publisher.
- Sidik, A.S., Sarwono, S., & Agustina, A. (2016). Pengaruh Padat Penebaran terhadap Laju Nitrifikasi dalam Budidaya Ikan Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(2): 150–159.
- Supriyanto, S. (2023). Pengaruh Pemberian Probiotik terhadap Pertumbuhan Ikan Air Tawar di Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Tropis*, 8(1): 22–29.
- Umasugi, A., Reiny, A.T., Reni, L.K., Henky, M., Novie, P.L.P., & Elvi, L.G. (2018). Penggunaan Bakteri Probiotik untuk Pencegahan Infeksi Bakteri *Streptococcus agalactiae* pada Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*. *Budidaya Perairan*, 6(2): 39–44.
- Wang, Y., Hu, C., Zhang, R., Li, B., Chen, S., & Li, Q. (2017). Effects of Different Probiotics on Growth Performance, Immune Response and Intestinal Microbiota of *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 470: 36–42.
- Widanarni, W., Putra, H.E., & Nur, F. M. (2022). Effect of Oxygenic Probiotics on Water Quality and Growth Performance of Pangasius Catfish. *Indonesian Aquaculture Journal*, 17(1): 11–19.
- Wijaya, D. (2022). Pertumbuhan Organisme: Konsep Dasar dan Aplikasi dalam Biologi. Penerbit Universitas Indonesia
- Zhang, Y., Li, X., Wang, H., & Chen, J. (2022). Oxygen-Producing Probiotics as A Sustainable Solution for Anaerobic Digestion Enhancement. *Bioresource Technology*, 344: 126298