



Penerapan bioflok akuaponik ikan lele sangkuriang (*Clarias sp.*)

Application aquaponics biofloc of sangkuriang catfish (*Clarias sp.*)

Received: 03 April 2023, Revised: 16 May 2023, Accepted: 23 May 2023

DOI: 10.29103/aa.v10i2.10787

Danang Yonarta^{a*}, Deri Malik^a, Mirna Fitriani^a, dan Madyasta Anggana Rarassari^b

^a Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

^b Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Abstrak

Nilai produksi ikan lele di Indonesia mengalami penurunan drastis tiap tahunnya. Peningkatan padat tebar dapat menjadi solusi untuk meningkatkan produksi, namun akan berdampak buruk terhadap penurunan kualitas air yang akan juga membuat produksi ikan lele menjadi terganggu. Oleh karena itu, perlu diiringi penerapan teknologi bioflok dan akuaponik yang berperan membuat kualitas air tetap terjaga optimal sekaligus menyediakan pakan alami tambahan (flok) yang dapat mengurangi penggunaan pakan dan mengurangi penggunaan air. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai produksi ikan lele sangkuriang melalui penerapan sistem bioflok dan akuaponik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2022 di Kelompok Agribisnis Raudhatul Ulum Sakatiga, Kabupaten Ogan Ilir. Penelitian ini dirancang menggunakan eksperimen perbandingan. Perlakuan yang diberikan terdiri dari P0 (kontrol), P1 (Pemeliharaan ikan lele sangkuriang bioflok akuaponik tanaman kangkung), dan P2 (Pemeliharaan ikan lele sangkuriang bioflok akuaponik tanaman selada). Hasil penelitian menunjukkan P2 merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan pertumbuhan bobot dan panjang mutlak sebesar 7,18 g dan 3,74 cm, kelangsungan hidup sebesar 98%, dan pertumbuhan panjang kangkung sebesar 30,9 cm.

Kata kunci: akuaponik; bioflok; lele sangkuriang

Abstract

The value of catfish production in Indonesia has decreased drastically every year. Increasing stocking density can be a solution to increase production, but it will have a negative impact on decreasing water quality which will also disrupt catfish production. Therefore, it needs to be accompanied by the application of biofloc and aquaponics technology which plays a role in maintaining optimal water quality while providing additional natural feed (floc) which can reduce feed use and reduce water usage. This study aims to increase the production value of sangkuriang catfish through the application of biofloc and aquaponic systems. This research was conducted in October-November 2022 at the Raudhatul Ulum Sakatiga Agribusiness Group, Ogan Ilir Regency. This study was designed using a comparison experiment. The treatments given consisted of P0 (control), P1 (Maintenance of sangkuriang catfish aquaponic biofloc of kale plant), and P2 (Maintenance of Sangkuriang catfish aquaponic biofloc of lettuce plant). The results showed that P2 was the best treatment which resulted in absolute growth in weight and length of 7.18 g and 3.74 cm, survival of 98%, and growth in length of kale of 30.9 cm.

Keywords: aquaponics; biofloc; sangkuriang catfish

* Korespondensi: Prodi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Jalan Raya Palembang Prabumulih KM 32, Indralaya 30862, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
Tel: +62 711 5801234
e-mail: dananayonarta@unsri.ac.id

1. Introduction

1.1. Latar belakang

Budidaya ikan lele sangkuriang (*Clarias sp.*) sangat potensial untuk terus dikembangkan karena ikan ini memiliki laju pertumbuhan yang cepat sehingga memerlukan waktu panen yang relatif lebih singkat. Data statistik KKP (2021), pada tahun 2018-2020 total keseluruhan produksi ikan lele di Indonesia mencapai 2.356.167,42 ton. Namun, total produksi pada tahun 2020 mengalami penurunan yang sangat drastis dibandingkan tahun sebelumnya yakni sebesar 64,4%. Hal tersebut terjadi diduga karena menurunnya kualitas air yang diakibatkan oleh terjadinya penumpukan sisa pakan dan feses

dalam media pemeliharaan ikan. Menurut Pujiharsono dan Kurnianto (2020), pertumbuhan ikan akan menjadi terhambat seiring dengan menurunnya kualitas air pada wadah pemeliharaan ikan. Selain itu juga menurut Maulana dan Fajar (2018), kualitas air yang menurun membuat ikan mengalami stres yang akan berdampak terhambatnya pertumbuhan dan meningkatnya angka kematian. Hal tersebut akan membuat nilai produksi dari ikan lele sangkuriang akan terus mengalami penurunan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penerapan teknologi yang dapat berperan terhadap pengelolaan kualitas air untuk pemeliharaan ikan.

Peningkatan produksi dalam budidaya ikan dapat dilakukan dengan menerapkan kombinasi sistem antara bioflok dan akuaponik (da Rocha *et al.*, 2017). Kombinasi teknologi bioflok dan akuaponik mampu memaksimalkan penggunaan air, meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan dan produksi dari ikan (Goddard dan Al-Abri, 2019). Sistem bioflok bekerja dengan cara memanfaatkan peran bakteri heterotrof yang dapat merombak N organik (NO_2 dan NH_3) menjadi flok yang akan membuat amonia pada perairan menjadi berkurang (Rarassari *et al.*, 2021). Sistem akuaponik merupakan gabungan antara hidroponik dan budidaya perikanan yang saling terintegrasi dan memberi keuntungan satu sama lain dengan cara memanfaatkan kotoran atau sisa pakan dari ikan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman yang akan membuat kualitas air pada media pemeliharaan tetap terjaga (Love *et al.*, 2014). Maka dari itu, dengan penerapan sistem bioflok dan akuaponik diharapkan dapat meningkatkan nilai produksi pada kegiatan budidaya ikan lele sangkuriang.

1.2. Identifikasi Masalah

Peningkatan produksi dalam kegiatan budidaya ikan lele sangkuriang harus diiringi dengan pengelolaan kualitas air dikarenakan untuk meningkatkan produksi berarti sistem budidaya yang diterapkan sangat intensif dengan memaksimalkan wadah budidaya dengan padat tebar tinggi. Akan tetapi, akan berdampak semakin meningkatnya feces dan sisa pakan sehingga menyebabkan kualitas air menjadi menurun. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penerapan teknologi yang mampu memperbaiki kualitas yakni perpaduan antara bioflok dan akuaponik.

1.3. Tujuan dan manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil budidaya yang dihasilkan dengan penerapan sistem bioflok dan akuaponik pada kegiatan budidaya ikan lele sangkuriang. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan oleh para pembudidaya agar supaya mampu meningkatkan produksi ikan lele sangkuriang sehingga dapat menaikkan taraf perekonomian pada masyarakat terkhususnya pembudidaya ikan lele sangkuriang.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2022 di Kelompok Agribisnis Raudhatul Ulum Sakatiga, Kabupaten Ogan Ilir.

2.2. Bahan dan alat penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele sangkuriang (ukuran $7 \pm 0,5$ cm), pakan komersial (protein 30%), biji kangkung, *rockwool*, molase, *Bacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, dan biji selada. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kolam bundar (diameter 2 m), timbangan digital, penggaris, termometer, pH meter, *blower*, dan serokan.

2.3. Rancangan penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan dengan metode eksperimen perbandingan yang terdiri atas:

- P0 : Pemeliharaan ikan lele sangkuriang bioflok (kontrol)
 P1 : Pemeliharaan ikan lele sangkuriang bioflok akuaponik tanaman kangkung
 P2 : Pemeliharaan ikan lele sangkuriang bioflok akuaponik tanaman selada

2.4. Prosedur penelitian

2.4.1. Persiapan wadah penelitian

Kolam yang digunakan berupa kolam terpal berbentuk bulat dengan diameter 2 m, tinggi 1 m. Persiapan kolam pemeliharaan diawali dengan pengeringan kolam dibawah sinar matahari sampai kering yang bertujuan untuk membunuh bakteri patogen. Selanjutnya dilakukan pengisian air setinggi 0,5 m. Kemudian dilakukan pemasangan aerasi di 4 bagian pada kolam.

2.4.2. Persiapan media flok

Pembentukan flok dilakukan dengan cara pemberian molase tiap 7 hari sekali sebanyak 100 mL pada tiap wadah pemeliharaan yang diberikan secara merata. Sedangkan probiotik yang digunakan berasal dari rawa yakni *Bacillus sp.* dan *Streptomyces sp.* dengan masing-masing kepadatan bakteri 10^5 CFU per mL (Wijayanti *et al.*, 2020).

2.4.3. Persiapan tanaman kangkung dan selada

Biji kangkung dan selada diletakkan pada *rockwool* masing-masing sebanyak 4 biji dalam setiap wadah dan diinkubasi selama 8 hari tanpa sinar matahari. Setelah itu, biji kangkung dan selada yang telah tumbuh ditebar pada media tanam berupa *cup* yang telah dipasang pada sisi kolam dengan posisi air menyentuh bagian bawah *cup*.

2.4.4. Penebaran dan pemeliharaan ikan

Padat tebar ikan lele sangkuriang yang dipelihara sebanyak 790 per m². Penebaran dilakukan pada pagi hari untuk mengurangi stres ikan. Ikan dipelihara selama 40 hari. Selama pemeliharaan, ikan diberi pakan secara *at satiation* yang diberikan sebanyak 3 kali sehari yaitu pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB. Penimbangan dan pengukuran panjang tubuh ikan dilakukan setiap minggu. Pertumbuhan kangkung dan selada diamati setiap satu minggu sekali.

2.5. Parameter uji

2.5.1. Pertumbuhan

Menurut Effendie (2002) laju pertumbuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Pertumbuhan berat (g): } W = W_t - W_0$$

Keterangan:

- W_m : pertambahan bobot (gram)
 W_t : berat hewan uji pada akhir penelitian (gram)
 W_0 : berat hewan uji pada awal penelitian (gram)

$$\text{Pertumbuhan panjang (cm): } L_m = L_t - L_0$$

Keterangan:

- L_m : pertambahan panjang (cm)
 L_t : panjang akhir rata-rata individu pada akhir (cm)
 L_0 : panjang awal rata-rata individu pada akhir (cm)

2.5.2. Efisiensi pakan (%)

Efisiensi pakan ikan menurut Witter *et al.* (1977), dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Efisiensi Pakan} = \frac{(W+D)-W_0}{F} \times 100$$

Keterangan:

- W = Bobot biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g)
 W0 = Bobot biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)
 D = Total bobot tubuh ikan yang mati (g)
 F = Jumlah pakan yang diberikan (g)

2.5.3. Kelangsungan hidup (%)

Kelangsungan hidup ikan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

- SR : kelangsungan hidup (%)
 Nt : jumlah hewan uji yang hidup pada akhir penelitian (ekor)
 No : jumlah hewan uji pada awal penelitian (ekor)

2.5.4. Pertumbuhan kangkung dan selada (cm)

Pengamatan pertumbuhan kangkung dan selada dilakukan setiap satu minggu sekali. Pertumbuhan tinggi tanaman dilakukan dengan diukur menggunakan penggaris dari pangkal batang sampai titik tumbuh tanaman.

2.5.5. Kualitas air

Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia. Pengukuran suhu dan pH dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari, sedangkan oksigen terlarut diukur pada awal dan akhir pemeliharaan dan amonia diukur pada akhir pemeliharaan.

2.6. Analisis data

Data pertumbuhan (panjang mutlak dan bobot mutlak), kelangsungan hidup, pertumbuhan kangkung dan selada serta data kualitas air dianalisis secara deskriptif dengan didukung oleh literatur.

3. Result and Discussion

3.1. Pertumbuhan (bobot dan panjang mutlak) dan efisiensi pakan

Data pertumbuhan (bobot dan panjang mutlak) dan efisiensi pakan ikan lele sangkuriang disajikan pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1
Pertumbuhan (bobot dan panjang mutlak) dan efisiensi pakan

No	Perlakuan	Pertumbuhan bobot mutlak (g)	Pertumbuhan panjang mutlak (cm)	Efisiensi pakan (%)
1	P0	5,7	3,54	45,61
2	P1	7,18	3,75	73,15
3	P2	6,78	3,65	69,34

Tabel 1 menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan lele sangkuriang tertinggi terdapat pada P1 yakni sebesar 7,18 g dan 3,75 cm. Keberhasilan dalam kegiatan budidaya dapat dilihat dari pertumbuhan ikan yang dihasilkan. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi dan lingkungan yang baik. Kombinasi antara sistem budidaya bioflok akuaponik mampu meningkatkan kualitas air pemeliharaan sekaligus memicu nafsu makan ikan yang dipelihara (Wijayanti *et al.*, 2021). Jamal *et al.* (2020), bakteri autotrof maupun heterotrof pada sistem bioflok berperan mengubah kotoran dan sisa pakan menjadi flok yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi oleh ikan. Menurut Primashita *et al.* (2017), sistem akuaponik tidak hanya mengoptimalkan pemanfaatan air dan lahan. Akan tetapi juga berperan dalam menjaga kualitas air dengan cara memanfaatkan unsur hara dari sisa pakan dan metabolisme dari ikan. Sehingga dengan kombinasi kedua sistem tersebut mampu berperan meningkatkan pertumbuhan dari ikan lele sangkuriang. Namun, nilai pertumbuhan perlakuan P1 sedikit lebih tinggi jika

dibandingkan dengan perlakuan P2. Hal ini sejalan dengan Mulqan *et al.* (2017), menyatakan bahwa nilai pertumbuhan ikan nila terbaik yaitu pada perlakuan akuaponik kangkung jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol, sawi dan selada. Pertumbuhan sendiri dipengaruhi oleh pakan yang diberikan karena pakan merupakan sumber energi dalam kehidupan ikan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa efisiensi pakan tertinggi terdapat pada P1 yakni sebesar 73,15%, diikuti P2 sebesar 69,34% dan terendah pada P0 sebesar 45,61%. Tingginya efisiensi pakan disebabkan penggunaan pakan yang lebih sedikit dikarenakan adanya pakan alami tambahan berupa flok yang terbentuk dari penerapan sistem bioflok pada P1 dan P2. Hal ini sesuai pendapat Salamah dan Zulpikar (2020), flok yang terbentuk lewat sistem bioflok dapat menjadi pakan alami tambahan dengan protein tinggi selain pakan yang diberikan yang berguna untuk proses pertumbuhan ikan. Hermawan *et al.* (2014), mengatakan ikan lele yang memiliki sifat omnivora dapat mengkonsumsi flok yang terbentuk sehingga mengurangi penggunaan pakan dan mempercepat pertumbuhan.

3.2. Kelangsungan hidup

Data kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2
Kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang

No	Perlakuan	Kelangsungan hidup (%)
1	P0	92
2	P1	98
3	P2	96

Tabel 2 menunjukkan hasil kelangsungan hidup selama 40 hari pemeliharaan ikan lele sangkuriang yang tertinggi terdapat pada P1 yakni sebesar 98%, diikuti P2 sebesar 96%, dan P0 sebesar 92%. Kematian pada ikan lele sangkuriang banyak terjadi pada awal pemeliharaan setelah penebaran, hal ini terjadi disebabkan ikan tidak mampu beradaptasi terhadap lingkungan baru. Menurut Kelabora (2010), selain pakan, kualitas air merupakan aspek penting yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan. Hasil menunjukkan bahwa penerapan sistem bioflok dan akuaponik pada P1 dan P2 mampu meningkatkan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang yang dihasilkan. Simangunsong dan Anam (2022), menyatakan bahwa peran flok dalam teknologi bioflok mampu mencegah perkembangan patogen penyebab penyakit sehingga mengurangi kemungkinan ikan terserang penyakit. Azhari dan Tomaso (2018), mengatakan penerapan akuaponik dalam kegiatan budidaya dapat menjaga kualitas air tetap optimal sehingga baik untuk kelangsungan hidup maupun pertumbuhan ikan yang dipelihara.

3.3. Pertumbuhan panjang kangkung dan selada

Data pertumbuhan kangkung dan selada pada sistem bioflok dan akuaponik disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3
Pertumbuhan panjang kangkung dan selada

No	Perlakuan	Pertumbuhan panjang (cm)
1	P1	30,9
2	P2	10

Tabel 3 menunjukkan data pengamatan pertumbuhan tanaman kangkung dan selada selama pemeliharaan dengan nilai panjang mutlak tanaman kangkung sebesar 30,9 cm dan tanaman selada 10 cm. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman antara lain seperti jumlah nutrisi, suhu,

cahaya, pH, dan jenis tanaman (Mulqan *et al.*, 2017). Pertumbuhan tanaman kangkung lebih cepat jika dibandingkan dengan selada, hal ini diduga kangkung memiliki akar yang lebih panjang dibandingkan selada sehingga lebih baik dalam memanfaatkan unsur hara yang terdapat dalam perairan. Hal ini sesuai pernyataan oleh Setijaningsih dan Suryaningrum (2018), kangkung dalam sistem akuaponik dapat memanfaatkan unsur hara sehingga terjadi proses biofiltrasi sebelum air kembali ke wadah pemeliharaan.

3.4. Kualitas air

Data kualitas air pada pemeliharaan ikan lele sangkuriang tersaji pada Tabel 4:

Tabel 4
Hasil pengukuran parameter kualitas air

No	Perlakuan	Suhu (°C)	pH	DO (mg per L)	Amonia (mg per L)
1	P0	29,2-29,9	6,66-7,27	5,34-5,84	0,09
2	P1	29,1-30,2	6,69-8,21	5,08-5,74	0,05
3	P2	29,4-30,1	6,81-8,13	5,32-5,82	0,06

Selain faktor pakan, kualitas air merupakan salah satu faktor yang penting untuk mendukung keberhasilan kegiatan budidaya perikanan (Adewumi, 2015). Selama pemeliharaan kualitas air yang diperoleh pada seluruh perlakuan untuk suhu

Bibliografi

- Adewumi, A.A., 2015. Aquaculture in Nigeria: Sustainability issues and challenges. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 3(12): 223–231.
- Azhari, D. dan Tomaso, A.M., 2018. Kajian Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan dengan Sistem Akuaponik. *Akuatika Indonesia*, 3(2): 84–90.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011. SNI 6484.5:2011 Ikan lele dumbo (*Clarias spp.*) - Bagian 5: Produksi pembesaran di kolam. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Dewi, E.R.S. dan Ulfah, M., 2022. Performa Bioflok pada Sistem Bioflok-Akuaponik Ramah Lingkungan. *BIOMA: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1): 121-134.
- Goddard, S. dan Al-Abri, F.S., 2019. Integrated aquaculture in arid environments. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 23(1): 52–57.
- Hermawan, T.E.S., Sudaryono, A. dan Prayitno, S.B., 2014. Pengaruh Padat Tebar Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Lele (*Clarias gariepinus*) dalam Media Bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(3): 35–42.
- Jamal, L., Putra, I. dan Mulyadi, 2020. Pengaruh Pemberian Flok dengan Dosis yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 1(1): 71–79.
- Kelabora, D.M., 2010. Pengaruh Suhu terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 8(1): 71–81.
- Goddard, S. dan Al-Abri, F.S., 2019. Integrated aquaculture in arid environments. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 23(1): 52–57.
- berkisar 29,1-30,2°C, pH berkisar 6,66-8,21, DO berkisar 5,08-5,84, dan amonia berkisar 0,05-0,09. Hasil pengukuran tersebut masih tergolong baik dan sesuai dengan anjuran oleh Badan Standardisasi Nasional (2011), yakni suhu berkisar 26-30 °C, pH berkisar 6,5-8,5, DO minimal 2 mg per L, dan amonia maksimal 0,1 mg per L. Bioflok akuaponik sangat berperan dalam pengurangan konsentrasi amonia pada wadah pemeliharaan ikan. Menurut Dewi dan Ulfah (2022), bakteri yang ada pada probiotik dapat berperan sebagai pengurai nitrit menjadi nitrat pada hasil metabolisme dan sisa pakan dari ikan. Selanjutnya menurut Sukoco *et al.* (2016), nitrat yang diurai oleh bakteri dimanfaatkan tanaman pada sistem akuaponik sebagai nutrisi. Dengan begitu kondisi lingkungan pada wadah pemeliharaan menjadi stabil.

4. Conclusion

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan perlakuan bioflok akuaponik tanaman kangkung merupakan hasil terbaik dengan nilai bobot mutlak sebesar 7,18 g, panjang mutlak sebesar 3,74 cm, kelangsungan hidup sebesar 98%, pertumbuhan panjang mutlak tanaman kangkung sebesar 30,9 cm.

- Hermawan, T.E.S., Sudaryono, A. dan Prayitno, S.B., 2014. Pengaruh Padat Tebar Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Lele (*Clarias gariepinus*) dalam Media Bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(3): 35–42.
- Jamal, L., Putra, I. dan Mulyadi, 2020. Pengaruh Pemberian Flok dengan Dosis yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 1(1): 71–79.
- Love, D.C., Fry, J.P., Genello, L., Hill, E.S., Frederick, J.A., Li, X. dan Semmens, K., 2014. An International Survey of Aquaponics Practitioners. *PLoS ONE*, 9(7): 1–10.
- Maulana, M.R. dan Fajar, S., 2018. Sintasan dan Pertumbuhan Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*) yang Dipelihara pada Sistem Yumina dan Bumina. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 16(2): 97–99.
- Mulqan, M., El Rahimi, S.A. dan Dewiyanti, E., 2017. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 183–193.
- Primashita, A.H., Rahardja, B.S. dan Prayogo, 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Laju Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1): 1–9.
- Pujiharsono, H. dan Kurnianto, D., 2020. Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani untuk Menentukan Tingkat Kualitas Air pada Kolam Bioflok dalam Budidaya Ikan Lele. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(2): 84–88.
- Rarassari, M. A., Wijayanti, M., Dwinanti, S.H., Mukti, R.C. dan Yonarta, D., 2021. Penerapan Teknologi Budidaya Ikan Lele Bioflok Sebagai Upaya Peningkatan Pendapatan Masyarakat di Desa Pandan Arang, Kabupaten Ogan Ilir. *LOGISTA - Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(1): 75-80.

- da Rocha, A.F., Filho, M.L.B., Stech, M.R. dan da Silva, R.P., 2017. Lettuce Production in Aquaponic and Biofloc Systems with Silver Catfish *Rhamdia Quelen*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 43(1): 6-73.
- Salamah, S. dan Zulpikar, Z., 2020. Pemberian Probiotik pada Pakan Komersil dengan Protein yang Berbeda terhadap Kinerja Ikan Lele (*Clarias sp.*) Menggunakan Sistem Bioflok. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(1): 21–27.
- Setijaningsih, L. dan Suryaningrum, L.H., 2018. Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias Batrachus*) untuk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Sistem Resirkulasi. *Berita Biologi*, 17(2): 91–223.
- Simangunsong, T. dan Anam, M.K., 2022. Penerapan Terkini Teknologi Bioflok dalam Budidaya Ikan Nila: Sebuah Tinjauan. *Global Science*, 3(1): 41–48.
- Sukoco, F.A., Rahardja, B.S. dan Manan, A., 2016. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda Dalam Sistem Akuaponik Terhadap FCR (*Feed Conversion Ratio*) dan Biomassa Ikan Lele (*Clarias Sp.*). *Journal of Aquaculture and Fish Health* 6(1): 24-31.
- Wijayanti, M., Jubaedah, D., Yulistya, O., Tanbiyaskur dan Sasanti, A.D., 2020. Optimization of striped Snakehead Fish (*Channa striata*) Culture Using Swamp Microbial Combination and Nitrification Bacteria. *AAFL Bioflux*, 13(2): 1064–1078.
- Wijayanti, M., Amin, M., Tanbiyaskur, Jubaedah, D. Jaya, K., Zayid, M. dan Marsi, 2021. Aquaponic Biofloc Technology by Swamp Bacteria Probiotic for *Clarias* Catfish Rearing. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10(3): 258–270.