

## **Peningkatan Produksi Sayuran dan Ikan secara Terpadu dalam Sistem Bioflok-Akuaponik di Kelurahan Tanjung Johor, Kota Jambi**

**Zulkarnain Zulkarnain<sup>1\*</sup>, Eliyanti Eliyanti<sup>1</sup>, Budiwati Ichwan<sup>1</sup>, Irianto Irianto<sup>1</sup>,  
Adriani Adriani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Ilmu Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

\*Corresponding Author : [dr.zulkarnain@yahoo.com](mailto:dr.zulkarnain@yahoo.com)

Dikirim: 04-01-2022; Diterima: 29-07-2022

### **ABSTRAK**

Kelurahan Tanjung Johor merupakan sentra penghasil ikan di Kota Jambi. Namun demikian, kolam-kolam bioflok milik Kelompok Tani Budidaya Ikan Sekintang Dayo hanya dikelola seadanya sehingga produksi ikan dan pendapatan petani masih rendah. Teknologi yang dianggap potensial untuk diterapkan adalah bioflok-akuaponik. Teknologi bioflok-akuaponik adalah teknologi di bidang pertanian yang merupakan integrasi budidaya sayuran dan ikan. Teknologi ini dinilai adaptif dan efektif di Kelurahan Tanjung Johor karena wilayah ini merupakan wilayah pemukiman padat penduduk, ketersediaan lahan terbatas, rawan banjir, dan masyarakat masih menghadapi masalah kecukupan pangan. Prinsip utama dari teknologi ini adalah menghemat lahan dan air serta meningkatkan efisiensi usaha tani dengan memanfaatkan sisa-sisa pakan ikan sebagai sumber hara bagi tanaman, sehingga teknologi ini juga ramah lingkungan. Tujuan pengabdian ini untuk mengatasi permasalahan di masyarakat, khususnya mitra yaitu Kelompok Tani Sekintang Dayo melalui pemanfaatan teknologi sederhana ramah lingkungan bioflok-akuaponik dalam budidaya ikan dan sayuran secara terintegrasi. Metode yang dipakai pada kegiatan ini adalah *Participatory Rural Appraisal* (PRA), di mana mitra saling berinteraksi dalam mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi serta mencari solusi yang dianggap tepat. Anggota kelompok tani secara aktif mengikuti, menerapkan, dan mengembangkan teknologi tepat guna yang ditawarkan oleh tim pelaksana pengabdian. Berdasarkan evaluasi pada tahap akhir kegiatan, pemahaman dan keterampilan petani meningkat dari 49,29% menjadi 97,14%. Anggota kelompok tani bersedia mengembangkan pengetahuan yang didapatkan dan akan merakit sendiri perangkat bioflok-akuaponik dengan memanfaatkan sumber daya yang ada.

Kata kunci: akuakultur, hortikultura, pertanian terpadu, teknologi tepat guna

### ***Increasing Production of Integrated-Vegetable and Fish in the Biofloc-Aquaponic System in Tanjung Johor Village, Jambi City***

#### **ABSTRACT**

*Tanjung Johor is a fish-producing center in Jambi City. However, the biofloc pond of Sekintang Dayo Farmers Group was minimally managed, so the fish yield and the farmer's income is low. The technology that was the potential to be applied was biofloc-aquaponics. Biofloc-aquaponics technology is a technology in agriculture which is integrated vegetable and fish cultivation. This technology was considered adaptive and effective in Tanjung Johor Village because this area was a populated residential area, limited land availability, prone to flooding, and the community still faced food sufficiency problems. The main principle of this technology was to conserve soil and water and increase farming efficiency through the use of nutrients from fish feed residues as a nutrient source for plants, so it is environmentally friendly. The objective of this community service was to overcome problems in the community, especially members of the Sekintang Dayo farmer group, through simple environmentally friendly technology, namely biofloc-aquaponics in integrated fish and vegetable cultivation. This activity used Participatory Rural Appraisal (PRA) method, where members of the Sekintang Dayo Fish Farmer Group interact with each other to identify the problems they face and*

*find appropriate solutions. Group members actively followed, applied, and developed technology of biofloc-aquaponics cultivation. The program evaluation at the final stage of this activity showed an improvement in farmers' understanding and skills from 49.29% to 97.14%. The farmer group members are admitted developing the knowledge gained and will design their own biofloc-aquaponic device by utilizing existing resources.*

*Keywords: appropriate technology, aquaculture, horticulture, integrated farming*

## PENDAHULUAN

Kelurahan Tanjung Johor adalah kelurahan yang berada di sepanjang aliran Sungai Batanghari di Kota Jambi dengan luas wilayah sekitar 459 ha. Dari luas tersebut, sebesar 150 ha di antaranya adalah lahan pertanian berupa sawah tadah hujan, 10 ha merupakan lahan tegal/kebun, dan 2 ha berupa empang/kolam ikan. Namun demikian, lahan pertanian dan kolam ikan di wilayah ini belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat karena risiko gagal panen sangat tinggi akibat kondisi wilayah yang rawan banjir (data monografi Desa Tanjung Johor, 2018).

Masyarakat di daerah ini memiliki usaha tani budidaya ikan sebagai salah satu mata pencaharian. Bahkan masyarakat telah membentuk Kelompok Tani Ikan Sekintang Dayo yang membudidayakan ikan lele dan ikan hias menggunakan teknologi bioflok (Gambar 1). Oleh karenanya, wilayah ini juga dikenal sebagai sentra penghasil ikan di Kota Jambi. Akan tetapi saat ini keberadaan bioflok yang dikelola seadanya oleh kelompok tani masih belum berdampak pada peningkatan penghasilan keluarga. Ironisnya, jumlah anggota kelompok budidaya ikan semakin menurun, dan hingga saat ini hanya berjumlah 25-30 orang (dari sebelumnya lebih dari 100 orang). Di sisi lain, petani ikan juga ingin mengembangkan usaha pertanian lainnya seperti budidaya buah dan sayur, sehingga tidak lagi harus menyisihkan penghasilannya untuk memenuhi kebutuhan sayur/buah sehari-hari. Dari hasil wawancara dan diskusi dengan kelompok tani pada tahap survei wilayah, ternyata kelompok masyarakat memerlukan bimbingan teknologi yang dapat membantu meningkatkan pendapatan petani dalam budidaya ikan. Sekaligus yang dapat menjadi alternatif pengembangan usaha budidaya sayuran/buah guna memenuhi kebutuhan gizi keluarga. Berdasarkan kondisi di atas, maka Tim Pengabdian Pada Masyarakat (PPM) Pascasarjana Universitas Jambi melakukan pendekatan pemecahan masalah melalui berbagi ilmu, pengalaman dan informasi, serta menawarkan teknologi alternatif

yang sesuai dengan potensi yang dimiliki masyarakat dan lingkungan. Akhirnya teknologi yang disepakati oleh tim pelaksana dan kelompok tani mitra adalah teknologi *Bio-integrated Farming System*, yaitu budidaya ikan yang terintegrasi dengan budidaya sayuran yang ditempatkan pada bagian atas bioflok yang disebut dengan teknologi bioflok-akuaponik (Diver & Rinehart, 2010; Roy, 2018).

Teknologi Bioflok-Akuaponik memiliki beberapa keunggulan, yaitu tidak memerlukan pupuk tambahan dan pestisida dalam budidaya tanaman, efisien penggunaan air (prinsip re-sirkulasi), cocok untuk lahan terbatas, dan produktivitasnya tinggi karena jumlah ikan yang dibudidayakan bisa mencapai 3-5 kali lipat dari budidaya ikan tanpa integrasi tanaman (Firdaus *et al.*, 2018). Selain itu, melalui teknologi ini dapat dihasilkan dua produk bergizi sekaligus, yaitu sayuran sehat dan ikan bebas bahan-bahan berbahaya (Zidni *et al.*, 2019). Teknologi modifikasi akuaponik (bioflok-akuaponik) memungkinkan untuk diterapkan terutama pada daerah-daerah pemukiman yang padat penduduk serta ketersediaan lahan untuk berusaha tani yang terbatas (Rusherlistyani *et al.*, 2017). Metoda budidaya bioflok-akuaponik juga merupakan salah satu bentuk antisipasi terhadap kerugian akibat banjir yang dapat menurunkan hasil panen ikan (Crab *et al.*, 2012; Marlida, 2020), sebagaimana yang kerap terjadi di Kelurahan Tanjung Johor, Kota Jambi (Gambar 2). Teknologi ini juga dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan konsumen dan produk yang dihasilkan memiliki daya saing global, terutama terkait tren permintaan pasar terhadap produk pertanian ramah lingkungan dan bebas bahan-bahan berbahaya (Assaffah & Primaditya, 2020).

Kegiatan ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan lingkungan sekaligus meringankan beban ekonomi masyarakat, khususnya anggota Kelompok Tani Sekintang Dayo melalui pemanfaatan teknologi sederhana ramah lingkungan, yaitu bioflok-akuaponik dalam budidaya ikan dan sayuran secara terintegrasi.



Gambar 1. Budidaya ikan menggunakan sistem bioflok di Kelurahan Tanjung Johor, Kota Jambi



Gambar 2. Lahan pekarangan sempit dan rawan banjir di Kelurahan Tanjung Johor, Kota Jambi

## METODE

Pelaksanaan kegiatan PPM Pascasarjana Universitas Jambi menggunakan metode pendekatan secara langsung kepada kelompok tani sebagai mitra agar dapat secara aktif mengikuti, menerapkan, dan mengembangkan teknologi tepat guna yang ditawarkan tim pelaksana. Metode ini dikenal dengan istilah *Participatory Rural Appraisal (PRA)*, yang memungkinkan kelompok masyarakat dapat saling berinteraksi aktif dalam mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi serta mencari solusi yang dianggap tepat untuk mengatasinya (Chambers, 1996).

Tahapan kegiatan dimulai dengan survei lapangan dan pengumpulan data sekunder guna mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi mitra, mengkoordinasikan kegiatan, merancang kegiatan terkait ilmu pengetahuan dan teknologi yang dibutuhkan mitra, penyuluhan dan praktik penerapan teknologi, serta evaluasi kegiatan. Kegiatan dilaksanakan selama 7 bulan, dan tahapan kegiatan diatur berdasarkan kesepakatan Tim PPM dan mitra.

Evaluasi kegiatan dilakukan mulai dari awal/persiapan, pelaksanaan hingga tahap akhir/pelaporan. Evaluasi pada bertujuan untuk menilai tingkat pemahaman dan adopsi

masyarakat terhadap teknologi tepat guna yang ditawarkan, serta kemungkinan untuk dikembangkan lebih lanjut oleh kelompok mitra. Data dianalisis berdasarkan persentase jumlah peserta yang tahu, faham, atau mengerti dibagi dengan jumlah seluruh peserta (20 orang).

Teknologi bioflok-akuaponik yang diterapkan dalam kegiatan PPM ini merupakan teknologi sederhana menggunakan bioflok (kolam buatan) berukuran sedang atau ember plastik berukuran 50 L dan pot tanaman yang berisi media tanam. Rangkaian instrumen bioflok-aquaponik ini tidak membutuhkan tempat yang luas. Jenis ikan yang dibudidayakan berupa ikan lele (*Clarius batracus*) dengan tanaman sayuran berupa kangkung (*Ipomoea aquatica*), sawi (*Brassica chinensis* var. *parachinensis*) dan pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) di atasnya. Pemilihan lele untuk dibudidayakan dengan teknologi ini dikarenakan ikan ini memiliki laju pertumbuhan yang relatif cepat (Zidni *et al.*, 2013). Sedangkan pemilihan ketiga komoditas sayuran adalah atas pertimbangan umur panen yang relatif singkat, yakni 30 – 40 hari setelah semai (Zulkarnain, 2013). Tanaman sayuran yang dibudidayakan pada sistem akuaponik dapat dipanen sampai tiga kali selama satu periode budidaya ikan.

Tujuan dari penerapan bioflok-akuaponik adalah untuk memanfaatkan hasil perombakan biologis alami dari feses dan sisa pakan sebagai sumber hara tanaman. Di sisi lain, tanaman berperan sebagai *biofilter* atau fitoremediator yang dapat menjaga kualitas air kolam dan membersihkan air dari senyawa-senyawa beracun seperti amonia dan nitrat sisa metabolisme ikan (Dauhan *et al.*, 2014; Hadiyanto & Christwardana, 2012; Rini *et al.*, 2018).



Gambar 3. Ilustrasi teknologi bioflok-akuaponik

Ket: 1 = rangkaian pipa; 2 = pot plastik; 3 = saluran pembuangan



Gambar 4. Bioflok (ember plastik) budidaya ikan yang terintegrasi dengan sayuran yang siap panen

Alat dan bahan yang dibutuhkan berupa bioflok, baskom atau ember plastik (50 L), pot tanaman, media tanam (*rock wool*, arang kayu, sabut kelapa), solder, pipa kecil, paralon, pakan ikan, bibit ikan lele, dan benih sayuran. Rangkaian perakitan bioflok-akuaponik ini adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 3, serta modifikasinya sebagaimana disajikan pada Gambar 4.

Prinsip teknologi bioflok-akuaponik adalah merombak senyawa organik dan anorganik menjadi massa lumpur (*sludge*). Perubahan tersebut memanfaatkan bakteri pembentuk *sludge* seperti *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia intermedia*, *Flavobacterium*, *Paracolobacterium aerogenoids*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Sphaerotillus natans*, *Zooglea ramigera*, *Tetrad* dan *Tricoda*. Bakteri pembentuk *sludge* dibutuhkan dalam proses sintesis senyawa Polihidroksi Alkanoat (PHA). Senyawa PHA ini dibutuhkan sebagai polimer dalam pembentukan ikatan antar substansi-substansi pembentuk bioflok (Balai Besar Pengembangan Latihan Masyarakat, 2017).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal kegiatan adalah kunjungan tim pelaksana ke lokasi untuk melakukan persiapan dan penjelasan sebelum masuk ke tahap pelatihan, percontohan, dan penerapan teknologi (Gambar 5). Tim memberi penjelasan tentang teknologi tepat guna bioflok-aquaponik yang akan dipraktikkan, serta menjadwalkan rencana pelatihan dan praktik penerapan teknologi terintegrasi tersebut (Gambar 6). Selanjutnya kedua belah pihak menyepakati tempat dan waktu pelaksanaan kegiatan.



Gambar 5. Kunjungan tim pelaksana PPM ke lokasi mitra untuk melakukan persiapan kegiatan



Gambar 6. Tim PPM menjadwalkan rencana pelatihan dan praktik teknologi terintegrasi ikan-sayuran

Adapun waktu yang disepakati adalah sejak Bulan Mei hingga November 2021, dan tempat pelaksanaannya adalah di rumah salah satu anggota kelompok tani yang cukup luas dan mudah dijangkau.

Berdasarkan jadwal yang disepakati, maka tim pelaksana mempersiapkan materi, peralatan dan bahan praktik pembuatan dan penerapan teknologi bioflok-akuaponik. Praktik penerapan teknologi bioflok-akuaponik dimulai dengan merakit instrumen bioflok sederhana berupa ember dengan volume 50 L yang dilengkapi dengan pot-pot plastik yang diisi media tanam (Gambar 7A). Bersamaan dengan itu dilakukan penyampaian materi berupa penjelasan tentang budidaya ikan menggunakan bioflok bersamaan dengan budidaya sayuran secara hidroponik, dan dilanjutkan dengan diskusi (Gambar 7B). Pada Gambar 7C disajikan bioflok sederhana dengan budidaya sayuran di atasnya yang dipraktikkan oleh mitra. Kelompok tani mitra sangat antusias mengikuti pelatihan dan praktik. Sebagian besar terlihat sudah mampu memberikan ide-ide

pengembangan teknologi yang selama ini belum pernah mereka pikirkan.

Dari hasil diskusi dan praktik pembuatan instrumen, mitra sangat tertarik dan berkeinginan untuk mengembangkan pengetahuan yang mereka peroleh dengan merancang teknologi ini sesuai sumberdaya yang mereka miliki sebagai usaha tani sayuran di atas kolam ikan buatan dan atau bioflok yang ditempatkan di sekitar pekarangan rumah. Jika hasilnya nyata bagi kehidupan, mitra juga siap mengembangkan teknik modifikasi akuaponik terintegrasi sayuran dari skala rumah tangga (Gambar 8) menjadi skala industri.

Melalui Program Pengabdian pada Masyarakat Pascasarjana Universitas Jambi, telah terjalin kerjasama yang baik antara kelompok tani sebagai mitra dengan tim pengabdian sebagai fasilitator. Dengan demikian tujuan utama menerapkan teknologi bioflok-akuaponik dapat terealisasi dan berkelanjutan. Selain itu, mitra juga dapat menyelesaikan persoalan atau permasalahan utama yang ada di wilayah mereka, yakni terbatasnya ketersediaan

lahan dan kawasan pemukiman yang rawan banjir.

Teknologi bioflok-akuaponik membuka peluang bagi mitra untuk meningkatkan pendapatan keluarga melalui usaha terpadu budidaya ikan dengan sayuran. Teknologi ini telah menjadi solusi dalam mengatasi masalah kecukupan pangan (Nawawi *et al.*, 2018; Nugroho *et al.*, 2013). Teknologi ini dinilai sangat cocok untuk dikembangkan di Kelurahan Tanjung Johor yang memiliki keterbatasan lahan. Produk sayuran bebas bahan berbahaya yang dihasilkan akan memberikan dampak yang nyata pada perbaikan status gizi keluarga.

Berdasarkan hasil evaluasi pada tiga tahapan kegiatan (awal, pelaksanaan, dan akhir) pada Tabel 1 terungkap bahwa rata-rata tingkat pemahaman dan kemampuan peserta pada tahap awal kegiatan hanya 49,29%. Setelah dilakukan pelatihan, tingkat pemahaman dan kemampuan peserta yang dievaluasi pada tahap akhir kegiatan menjadi 97,14%. Hal ini mencerminkan terjadinya peningkatan hampir 50% terhadap pengetahuan dan pemahaman petani tentang materi yang diberikan.



Gambar 7. Pelaksanaan kegiatan PPM teknologi bioflok-akuaponik di Kelompok Tani Sekintang Dayo



Gambar 8. Teknik modifikasi akuaponik terintegrasi sayuran dari skala rumah tangga

Tabel 1. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan anggota Kelompok Tani Sekintang Dayo dalam menerapkan teknologi tepat guna bioflok-aquaponik.

Aspek penilaian	Jumlah petani yang memahami teknologi bioflok-aquaponik (%)		
	Awal kegiatan	Pelaksanaan kegiatan	Akhir kegiatan
Aspek agroteknologi:			
• Pengetahuan tentang budidaya sayuran	75,00	90,00	100,00
• Pengetahuan tentang produk sayuran sehat	40,00	90,00	100,00
• Pengetahuan tentang media tanam	50,00	90,00	100,00
• Pengetahuan tentang budidaya tanaman terintegrasi	60,00	80,00	90,00
Aspek inovasi:			
• Pengetahuan tentang teknologi akuaponik	70,00	90,00	100,00
• Keterampilan merakit pot sayuran di atas bioflok ikan	20,00	80,00	100,00
• Kreatifitas ide pengembangan teknologi Bioflok-Akuaponik	30,00	80,00	90,00
Persentase rata-rata hasil evaluasi	49,29	85,71	97,14

Menurut Darmawati *et al.* (2008), indikator keberhasilan dari program pelatihan adalah jika pada tahap akhir kegiatan persentase peserta yang tahu, paham dan mampu mengaplikasikan teknologi yang diberikan paling sedikit 80%. Dengan demikian berdasarkan hasil evaluasi yang disajikan pada Tabel 1 dapat dikatakan bahwa tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah tercapai. Sebagian besar (lebih dari 97%) peserta/mitra dapat memahami dengan baik teknologi bioflok-akuaponik yang diberikan. Indikator di lapangan terlihat bahwa peserta menjadi sangat aktif dan antusias dalam bertanya dan berdiskusi sehingga menjadi lebih mudah bagi tim pelaksana dalam menjelaskan materi. Peserta pun mampu menuangkan ide atau kreasi inovasi yang diinginkan dalam pengembangan teknik budidaya sayuran sehat dan terintegrasi dengan bioflok ikan yang dimiliki.

## KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Kelompok Tani Sekintang Dayo terbukti dapat memotivasi mitra untuk berusaha tani ikan dan sayuran secara terintegrasi dengan memanfaatkan teknologi bioflok-akuaponik. Mitra menunjukkan ketertarikan dan bersemangat untuk terus mengembangkan teknologi ini, bahkan akan berinovasi merancang teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan ketersediaan sumber daya. Indikator penguat keberhasilan kegiatan adalah

terjadinya peningkatan pemahaman dan keterampilan mitra dari 49,29% menjadi 97,14%. Dalam hal ini mitra menyatakan siap untuk mengembangkan teknologi ini dari skala kecil (rumah tangga dan hobi) menjadi skala besar (industri/komersial), sehingga selain mampu menyediakan sayuran sehat bergizi bagi keluarga, produk sayur dan ikan yang dihasilkan berpotensi meningkatkan ekonomi keluarga.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Rektor, Ketua LPPM dan Ketua Program Studi Ilmu Pertanian Program Doktor Universitas Jambi atas dukungan moral dan finansial bagi terlaksananya kegiatan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assaffah, T. S., & Primaditya. (2020). Media tanam akuaponik dalam ruang. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 9(1), 19-25.
- Balai Besar Pengembangan Latihan Masyarakat. (2017). *Bioflok budidaya perikanan air tawar*. Jakarta: Balai Besar Pengembangan Latihan Masyarakat. [https://bbplm-jakarta.kemendesa.go.id/index.php/view\\_detil/222/bioflok-budidaya-perikanan-air-tawar](https://bbplm-jakarta.kemendesa.go.id/index.php/view_detil/222/bioflok-budidaya-perikanan-air-tawar) (diakses 16 April 2022).
- Chambers, R. (1996). *PRA (Participatory Rural Appraisal) memahami desa secara*

- partisipatif (diterjemahkan oleh Sukoco, Y)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356, 351-356.
- Darmawati, Nieldalina, & Moehar, D. (2008). *PRA (Participatory Rural Appraisal): pendekatan efektif mendukung penerapan penyuluhan partisipatif dalam upaya percepatan pembangunan pertanian*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dauhan, R. E. S., Efendi, E., & Suparmono. (2014). Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(1), 297-302.
- Desa Tanjung Johor. (2018). *Monografi Desa Tanjung Johor*. Jambi: Pemerintah Desa Tanjung Johor Kecamatan Pelayangan Kota Jambi.
- Diver, S., & Rinehart, L. (2010). *Aquaponics – integration of hydroponics with aquaculture*. Australia: National Sustainable Agriculture Information Service. <http://www.attra.ncat.org/attra-pub/aquaponic.html> (diakses 14 April 2021).
- Firdaus, M. R., Hasan, Z., Gumilar, I., & Subhan, U. (2018). Efektifitas berbagai media tanam untuk mengurangi karbon organik total pada sistem akuaponik dengan tanaman selada. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 35-48.
- Hadiyanto, H., & Christwardana, M. (2012). Aplikasi fitoremediasi limbah jamu dan pemanfaatannya untuk produksi protein. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), 32-37.
- Marlida, R. (2020). Bioflok sebagai solusi mengatasi permasalahan lingkungan untuk akuakultur masa depan berkelanjutan. *Rawa Sains*, 10(1), 38-45.
- Nawawi, Sriwahidah, & Jaya, A. A. (2018). Budidaya ikan nila sistem akuaponik. *Jurnal Dedikasi Masyarakat*, 2(1), 37-43.
- Nugroho, R. A., Pambudi, L. T., Chilmawati, D., & Haditomo, A. H. C. (2013). Aplikasi teknologi akuaponik pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(1), 46-51.
- Rini, D. S., Hasan, H., & Prasetyo, E. (2018). Sistem akuaponik dengan jenis tumbuhan yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan tengadak (*Barbonymus swanenfeldii*). *Jurnal Ruaya*, 6(2), 14-20.
- Roy, K. P. (2018). *Agriculture: bio-Integrated farming systems*. New Delhi: Amiga Press Inc.
- Rusherlistyani, Sudaryati, D., & Heriningsih, S. (2017). *Budidaya lele dengan sistem kolam bioflok*. Yogyakarta: LPPM UPN.
- Zidni, I., Herawati, T., & Liviawaty, E. (2013). Pengaruh padat tebar terhadap pertumbuhan benih Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dalam sistem akuaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(4), 315-324.
- Zidni, I., Iskandar, Rizal, A., Andriani, Y., & Ramadan, R. (2019). Efektivitas sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda terhadap kualitas air media budidaya ikan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 81-94.
- Zulkarnain. (2013). *Budidaya sayuran tropis*. Jakarta: Bumi Aksara.