

**PENGENALAN METODE BUDIDAYA IKAN LELE
MENGUNAKAN TEKNOLOGI AKUAPONIK MELALUI
PELATIHAN KELOMPOK PEMBUDIDAYA IKAN DI
KELURAHAN PUTUSSIBAU KOTA**

**Windu Sukendar¹, Eki Juanda², M. Idham Shilman³, Wahyu Wira Pratama⁴, Sri
Intan Anggraini⁵, Rohma Widiastuti⁶, Hasrah⁷, Nofembrianti⁸, Alfani
Kurniawan⁹, Budiyan¹⁰**

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan
Politeknik Negeri Pontianak, Jln. Jenderal Ahmad Yani, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124

¹⁰Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Dayanu
Ikhsanuddin Baubau, Jln. Yos Sudarso No.43, Kec. Wale, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara, 93711

¹e-mail windusukendar91@gmail.com

Abstrak

Akuaponik adalah sistem budidaya ikan yang dikombinasikan dengan tanaman untuk menjaga kualitas air tetap pada nilai yang baik untuk kehidupan ikan. Kegiatan pengabdian pada masyarakat (PPM) ini bertujuan untuk menambah kompetensi masyarakat mengenai teknologi akuaponik. Rangkaian kegiatan terdiri atas beberapa tahap yaitu, tahap persiapan, tahap penyuluhan, tahap pelaksanaan dan tahap pendampingan. Hasil dari kegiatan pelatihan dan praktik mampu meningkatkan pengetahuan masyarakat di lokasi mengenai penerapan teknologi akuaponik hingga 83%. Masyarakat di lokasi dapat merasakan manfaat berupa penambahan penghasilan dengan penjualan sayuran dan ikan hasil budidaya. Teknologi akuaponik mampu menjaga kualitas air budidaya pada taraf yang ideal untuk menunjang kehidupan ikan dengan menurunkan kadar amoniak air sehingga 0-1mg/L. Kesimpulan dari kegiatan PPM ini yaitu teknologi akuaponik ini dapat dijadikan bekal dikemudian hari oleh masyarakat disekitar lokasi kegiatan PPM dalam memanfaatkan limbah hasil kegiatan budidaya ikan.

Kata Kunci: akuaponik, ikan lele, pelatihan

Abstract

Aquaponics is a cultivation system that combines fish farming with plants to maintain water quality at optimal levels for fish survival. This community service activity (PPM) aims to enhance the community's competence in aquaponics technology. The series of activities consists of several stages: the preparation stage, the counseling stage, the implementation stage, and the mentoring stage. The results of the training and practice activities were able to increase community knowledge about the application of aquaponics technology by up to 83%. The local community experienced benefits in the form of increased income from selling vegetables and fish from the cultivation. Aquaponics technology is able to maintain the quality of cultivation water at an ideal level to support fish life by reducing the ammonia levels in the water to 0-1 mg/L. The conclusion of this PPM activity is that aquaponics technology can serve as a valuable resource for the community around the PPM activity site in utilizing waste from fish farming activities in the future.

Keywords: aquaponic, catfish, training

PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele di Indonesia adalah salah satu sektor yang telah mengalami perkembangan yang sangat pesat pada dunia perikanan. Hal ini karena permintaan pasar yang tinggi dan waktu budidaya yang relatif singkat. Ikan ini sangat populer untuk budidayakan karena memiliki tingkat pertumbuhan yang baik serta memiliki kemampuan adaptasi yang baik dengan lingkungan perairan. Kegiatan budidaya ikan lele dapat dilakukan di lahan yang tidak terlalu luas serta pemeliharaan ikan lele cukup mudah (Kaswara & Nuswantara, 2022).

Permintaan ikan lele hingga kini terus bertambah setiap tahunnya, hal ini juga berlaku untuk daerah Putussibau Kota yang permintaan ikan lele terus mengalami peningkatan. Untuk memenuhi permintaan tersebut para pembudidaya biasanya melakukan peningkatan jumlah pakan untuk mempercepat pertumbuhan. Namun metode ini dianggap belum efektif karena peningkatan jumlah pakan akan berakibat pada penumpukan bahan beracun dalam media budidaya ikan dan menurunkan tingkat kualitas air. Salah satu perubahan kualitas air yang memberikan dampak buruk bagi ikan yang dibudidayakan adalah peningkatan amoniak (Junda *et al.*, 2023).

Amonia merupakan salah satu parameter kualitas air yang dapat menggagalkan produksi budidaya ikan. Amonia di perairan berasal dari hasil buangan sisa metabolisme ikan dan sisa pakan yang tidak termakan. Amonia yang ada dalam media budidaya merupakan salah satu zat beracun bagi kesehatan ikan. Peningkatan konsentrasi amoniak akan menyebabkan ikan menjadi stress dan mengganggu pertumbuhan benih ikan (Wahyuningsih & Gitarama, 2020). Peningkatan kadar amonia pada media budidaya dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut di media budidaya (Hapsari *et al.*, 2021).

Keberhasilan usaha budidaya sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang optimal untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan yang dipelihara. Beberapa metode telah diterapkan oleh pembudidaya ikan dalam mengurangi konsentrasi amoniak

di dalam media budidaya seperti penggunaan probiotik (Andriani *et al.*, 2018), penggunaan teknologi bioflok dalam kegiatan budidaya ikan lele (Sukendar *et al.*, 2016), pemanfaatan amoniak sebagai pakan cacing tubifex (Juanda *et al.*, 2024), penggunaan sistem sirkulasi dan filtrasi (Jubaedah *et al.*, 2020) serta penerapan teknologi akuaponik (Zidni *et al.*, 2019). Akuaponik adalah teknik budidaya yang mengintegrasikan anatar tanaman dan ikan dengan tujuan mempertahankan kualitas air tetap pada ambang batas toleransi selama periode tertentu tanpa mengganggu pertumbuhan dan aktivitas ikan (Sagita *et al.*, 2014). Tanaman yang digunakan dalam akuaponik akan memanfaatkan unsur hara yang tidak dapat dimanfaatkan oleh ikan. Hal ini akan mengefisiensikan penggunaan air dan mengurangi pencemaran limbah dari hasil buangan ke perairan umum.

Sistem akuaponik mampu mereduksi amonia yang terdapat pada lingkungan budidaya ikan sehingga meningkatkan laju pertumbuhan ikan yang dibudidayakan (Hidayah *et al.*, 2021). Pratama *et al.* (2017) menambahkan bahwa pengaplikasian akuaponik dengan penambahan probiotik mampu menekan kosentrasi amoniak pada media pemeliharaan. Zidni *et al.* (2019); Megasari & Trijuno. (2020) menjelaskan bahwa ada banyak jenis tanaman yang dapat dijadikan sebagai biofilter dalam teknologi akuaponik diantaranya tanaman kangkong, pakcoy bahkan tanaman selada serta tomat.

Teknologi akuaponik merupakan teknologi yang memberikan banyak manfaat bagi para pembudidaya, selain untuk meningkatkan mutu air, akuaponik juga dapat dijadikan sebagai solusi bagi masyarakat dalam meningkatkan kemandirian pangan. Hal ini dapat dilihat dari hasil produksi akuaponik yaitu selain ikan hasil budidaya, teknologi ini juga memberikan hasil sampingan berupa tanaman sayuran yang dapat dipanen untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari maupun untuk dijual dengan harga yang ekonomis (Hakim & Hariyadi, 2021). Tujuan kegiatan ini menjadi salah satu alternatif bagi masyarakat pembudidaya dalam memanfaatkan limbah budidaya ikan. Target kegiatan ini adalah kelompok pembudidaya di daerah Putussibau Kota. Manfaat kegiatan ini dapat menjadi sumber penghasilan sampingan bagi kelompok masyarakat

pembudidaya ikan lele dan penerapan teknologi budidaya ikan lele dengan memanfaatkan teknologi akuaponik.

METODE

Kegiatan pengabdian pada masyarakat (PPM) ini dilaksanakan selama 5 bulan mulai dari persiapan wadah hingga panen ikan dan tanaman akuaponik. Kegiatan PPM ini dilaksanakan di daerah Danau Kayan, Kelurahan Putussibau Kota, Kecamatan Putussibau Utara, Kabupaten Kapuas Hulu. Sasaran kegiatan PPM ini adalah kelompok pembudidaya ikan di Kelurahan Putussibau Kota, pelaksanaan kegiatan berupa penyuluhan atau pelatihan pada masyarakat kelompok pembudidaya dan praktik pembuatan instalasi akuaponik langsung di lapangan. Nilai ukur pada kegiatan PPM ini adalah peningkatan pemahaman masyarakat terkait penerapan teknologi akuaponik dan masyarakat mampu menerapkan teknologi akuaponik pada kegiatan budidaya ikan. Kegiatan PPM dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

Tahap persiapan meliputi pengadaan bahan dan alat yang akan digunakan seperti benih lele, pakan, media tanam, dan bahan pengukuran kualitas air. Tanaman sayuran yang akan digunakan dibibitkan terlebih dahulu agar dapat langsung digunakan. Pembuatan wadah budidaya berupa bak terpal dengan ukuran 3x2 m, yang selanjutnya dilakukan pemasangan instalasi akuaponik diatas bak terpal dan paranet sebagai penutup.

Tahap penyuluhan dilakukan melalui pendekatan edukatif secara non formal dengan tujuan memberikan ilmu pengetahuan yang baru sehingga masyarakat semakin tertarik, berminat, bersedia melaksanakan dan mengaplikasikan pada kegiatan budidaya. Penyuluhan diberikan pada individu maupun kelompok masyarakat yang berdomisili disekitar lokasi pelaksanaan. Penyuluhan diharapkan dapat memberikan perubahan perilaku yang berkelanjutan demi tercapainya peningkatan produksi, pendapatan dan perbaikan kesejahteraan masyarakat.

Tahapan pelaksanaan kegiatan budidaya ikan lele dengan sistem akuaponik dimulai dari penebaran benih dan pemasangan media tanam dan penanaman bibit

sayuran pada instalasi akuaponik. Tahap pendampingan bertujuan untuk pemantauan dan pembinaan yang diharapkan mampu berkontribusi pada peningkatan kompetensi masyarakat dalam kegiatan budidaya rama lingkungan. Evaluasi dilakukan dengan mengontrol keberhasilan panen ikan lele dan tanaman yang digunakan pada instalasi akuaponik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan yang dilakukan meliputi pengadaan bahan dan alat yang akan digunakan seperti pengadaan bak terpal, benih lele, pakan, media tanam, dan bahan pengukuran kualitas air. Bahan yang dipersiapkan dalam pembuatan bak terpal dan rangkaian instalasi akuaponik yaitu kayu balok, papan, pipa paralon dan plastik bening sebagai atap. Bahan akan digunakan kemudian disimpan di lokasi kegiatan untuk mempermudah proses pengerjaan.

Kegiatan penyuluhan atau pelatihan dilakukan melalui pendekatan edukatif secara non formal dengan tujuan meningkatkan pengetahuan dan kompetensi yang baru kepada masyarakat sehingga bersedia melaksanakan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari atas kesadaran sendiri. Penyuluhan dilakukan secara individu maupun kelompok yang terbatas untuk menghindari kerumunan guna mencegah terjadinya penularan Covid-19, penyuluhan secara terbatas ini dilakukan pada beberapa masyarakat yang berdomisili disekitar lokasi pelaksanaan. Penyuluhan diharapkan dapat memberikan perubahan perilaku yang berkelanjutan demi tercapainya peningkatan produksi, pendapatan dan perbaikan kesejahteraan masyarakat. Febriani & Ramadani (2021) menjelaskan bahwa pelatihan merupakan upaya dalam pengembangan sumber daya manusia meningkatkan kemampuan atau keterampilan khusus masyarakat. Kegiatan penyuluhan kepada masyarakat terkait manfaat sistem akuaponik pada kegiatan budidaya ikan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Penyuluhan kepada masyarakat sekitar lokasi kegiatan

Tahapan pelaksanaan kegiatan budidaya ikan lele dengan sistem akuaponik dimulai dari pembuatan wadah bak terpal dan instalasi akuaponik. Pada saat pengerjaan wadah dan instalasi akuaponik melibatkan mahasiswa dan masyarakat dilokasi kegiatan. Pembuatan wadah juga digunakan sebagai sarana sosialisasi kepada masyarakat yang berpartisipasi atau menyaksikan prose pembuatan wadah tersebut. Kegiatan penebaran benih dilakukan setelah wadah bak terpal dan instalasi akuaponik telah siap, penebaran dilakukan pada pagi untuk dengan cara diaklimatisasi (diadaptasikan) selama 30 menit dengan media yang telah disiapkan. Ikan diaklimatisasi atau adaptasikan pada lingkungan yang baru terutama suhu untuk mengurangi tingkat stress pada ikan. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 3 bulan. Frekuensi pemberian pakan ikan dilakukan pada pagi, siang dan malam hari yang dilakukan secara *ad satiation*. Untuk mencegah munculnya penyakit, maka perlu dilakukan pengamatan kualitas air setiap 2 minggu sekali. Pemeliharaan dilakukan selama 3 bulan hingga ikan mencapai ukuran konsumsi (panen).

Selama kegiatan pemeliharaan masyarakat telah melakukan panen tanaman atau sayuran akuaponik sebanyak dua kali, panen sayuran dilakukan secara parsial atau panen sebagian. Hasil panen sayuran digunakan untuk kebutuhan sehari-hari masyarakat yang ada dilokasi kegiatan. Kegiatan pelatihan pembuatan instalasi

akuaponik pada wadah budidaya ikan lele yang dilakukan oleh kelompok pembudidaya ikan lele dan mahasiswa serta didampingi oleh tim PPM dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pembuatan akuaponik bersama masyarakat

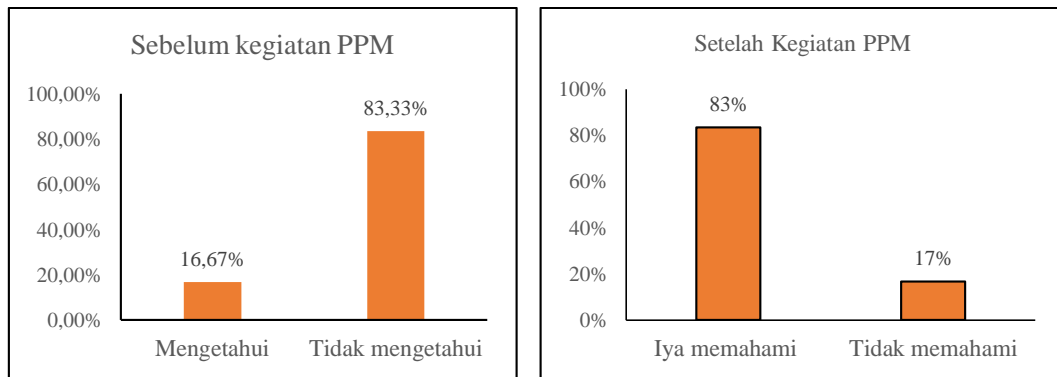
Tahapan pendampingan memiliki tujuan untuk memantau dan membina masyarakat secara intens, sehingga rangkaian kegiatan PPM ini dapat memberikan kontribusi nyata pada peningkatan kompetensi masyarakat khususnya kelompok pelaksana kegiatan. Pembinaan ini pada hakikatnya merupakan upaya dari tim pelaksana yang dilakukan untuk mengetahui perkembangan kegiatan yang telah dilaksanakan. Monitoring oleh tim PPM untuk mengecek hasil pembuatan instalasi akuaponik dan perkembangan tanaman akuaponik yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Monitoring kegiatan pemeliharaan yang dilakukan oleh masyarakat

Kegiatan PPM ini memberikan dampak yang sangat baik bagi kelompok pembudidaya, hal ini dapat dilihat dengan meningkatnya pemahaman masyarakat di sekitar lokasi tentang cara memanfaatkan limbah hasil budidaya ikan lele. Masyarakat pembudidaya yang ada dilokasi kegiatan selama ini tidak pernah memanfaatkan limbah hasil budidaya ikan, limbah hasil budidaya ikan langsung dibuang ke lingkungan bebas

tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Kegiatan PPM ini memberikan pemahaman baru kepada masyarakat terkait pemanfaatan limbah budidaya untuk meningkatkan pendapatan. Berkat kegiatan pelatihan ini, limbah hasil kegiatan budidaya ikan yang semula dibuang langsung ke alam sekarang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat melalui teknologi akuaponik sehingga limbah yang terbuang dapat berkurang. Rezki *et al.* (2024) menjelaskan bahwa kegiatan pelatihan dan praktik akan menambah pemahaman masyarakat terkait program yang akan diberikan. Pola peningkatan pemahaman kelompok pembudidaya di Putussibau Kota terkait teknologi akuaponik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil evaluasi sebelum dan sesudah kegiatan PPM

Pengamatan kualitas air merupakan data penunjang yang berfungsi sebagai petunjuk bahwa filter biologi berupa tanaman dalam instalasi akuaponik mampu menjaga baku mutu air dalam bak pemeliharaan. Adapun parameter yang diamati dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Parameter kualitas air

No	Parameter Kualitas Air	Nilai Mutu
1	Suhu	27-32°C
2	DO	2,0-4,0 mg/L
3	pH	7-8
4	Amoniak	0-1 mg/L

Kualitas air merupakan salah satu faktor penentu dalam kegiatan budidaya ikan karena mampu mempengaruhi pertumbuhan ikan yang dibudidayakan. Ikan yang dipelihara pada kualitas yang buruk akan menyebabkan ikan stres dan bahkan mati. Beberapa parameter kualitas air yang dijadikan patokan dalam kegiatan budidaya ikan antara lain suhu, do (oksigen terlarut), pH dan amoniak.

Pada kegiatan PPM ini suhu media pemeliharaan ikan berkisar antara 27-32°C, suhu ini masih pada batas toleransi ikan lele. Hal ini diperkuat oleh pendapat Kordi (2013), yang menyatakan bahwa suhu yang mampu ditoleransi oleh ikan lele pada kondisi budidaya yaitu berkisar antara 20-33°C dan kisaran optimal untuk pertumbuhan lele yaitu 25-30°C. Suhu perairan sangat berpengaruh pada laju pertumbuhan atau metabolisme ikan, laju pertumbuhan ikan pertambahan ikan meningkat sejalan dengan peningkatan suhu namun jika peningkatan atau perubahan suhu terlalu drastis dapat menyebabkan kematian ikan.

Kadar oksigen terlarut (DO) air media pemeliharaan sangat menentukan aktivitas, pertumbuhan, konversi pakan dan reproduksi ikan (Kordi, 2013). Pada kegiatan PPM ini diketahui bahwa kandungan oksigen media pemeliharaan yaitu 2,0-4,0 mg/L. Nilai ini masih dalam toleransi ikan lele, Kordi (2013) menambahkan bahwa nilai oksigen terlarut untuk kegiatan budidaya ikan berkisar antara 4-7 mg/L, namun ikan dengan alat pernapasan tambahan mampu bertahan hidup dengan kandungan oksigen terlarut di bawah 3 mg/L. Ikan lele mampu hidup pada kisaran oksigen terlarut 1-9 mg/L. Wicaksana *et al.* (2015) juga menambahkan bahwa kandungan oksigen pada akuaponik berkisar antara 2,81-3,91 mg/L. Pada budidaya ikan sistem akuaponik sumber oksigen terlarut berasal dari air yang turun secara vertikal dari instalasi akuaponik.

Tingkat keasaman air (pH) yang buruk terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan ikan menjadi stress dan bahkan menyebabkan ikan mati. Kondisi ideal untuk budidaya ikan pH air berkisar antara 7-8. Air dengan kondisi pH di bawah 4 dapat bersifat racun bagi ikan dan diatas 9 dapat menghambat pertumbuhan ikan

(Kordi, 2013). Pada budidaya sistem akuaponik nilai air tidak akan banyak berubah atau stabil dikisaran 7-8.

Amoniak merupakan gas nitrogen buangan dari hasil metabolisme ikan berupa feses dan urine. Amoniak diatas 1 mg/l dapat membuat ikan mati (Kordi, 2013). Selama kegiatan PPM nilai amoniak air pemeliharaan berkisar antara 0-1mg/L. Nilai ini masi dalam kondisi yang ditoleransi oleh ikan. Wicaksana *et al.* (2015) juga menambahkan bahwa nilai amoniak pada pemeliharaan sistem akuaponik berkisar antara 0.03-1,21 mg/L. Dauhan *et al.* (2014) juga menambahkan bahwa teknologi akuaponik mampu menurunkan nilai amoniak karna adanya kemampuan akar tanaman dalam menyerap amoniak dan dimanfaatkan oleh tanaman untuk tumbuh.

SIMPULAN

Selama kegiatan pelatihan teknologi aquaponik ini masyarakat kelompok pembudidaya sangat berperan aktif dan memperhatikan materi yang diberikan oleh tim PPM. Berdasarkan hasil survey sebelum kegiatan pelatihan kelompok pembudidaya hanya 16,67% yang mengetahui tentang teknologi akuaponik, namun setelah kegiatan pelatihan dan praktik pembuatan instalasi akuaponik menambah pemahaman masyarakat disekitar lokasi terkait akuaponik meningkat menjadi 83%. Teknologi akuaponik selama kegiatan budidaya mampu menjaga kualitas pada taraf yang ideal bagi pemeliharaan ikan. Pengenalan teknologi akuaponik ini dapat dijadikan bekal dikemudian hari oleh masyarakat kelompok pembudidaya disekitar lokasi kegiatan PPM dalam memanfaatkan limbah hasil kegiatan budidaya ikan.

DAFTAR PUSTAKA

Andriani, Y., Kamil, T. I., & Iskandar, I. (2018). Efektivitas Probiotik BIOM-S Terhadap Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Nila Nirwana *Oreochromis niloticus*. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 7(3), 209–217.

- Dauhan, R. E. S., Efendi, E., & Suparmono, S. (2014). Efektifitas Sistem Akuaponik Dalam Mereduksi Konsentrasi Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3, 297–302.
- Febriani, W., & Ramadani, P. (2021). Peran Pendidikan dan Pelatihan dalam Meningkatkan Perekonomian Masyarakat. *Journal of Practice Learning and Educational Development*, 1(2), 39–45.
- Hakim, R. R., & Hariyadi, H. (2021). Teknologi Akuaponik Sebagai Solusi Kemandirian Pangan Keluarga di Kelompok Kampung Wolulus Kecamatan Turen Kabupaten Malang. *Amalee: Indonesian Journal of Community Research and Engement*, 2(1), 43–52.
- Hapsari, L. P., Suryana, A., Nurhudah, M., Wahyudi, D., & Ramli, T. H. (2021). Evaluation Of The Value Of Ammonia, Nitrate, And Nitrite On Cultivation Media Of Catfish Fed Maggot. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 10(1), 15–22.
- Hidayah, M. W., Mangitung, S. F., & Rusaini, R. (2021). Efektivitas Sistem Akuaponik Dalam Mereduksi Amonia Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *J. Agrisains*, 22(1), 1–10.
- Juanda, E., Sukendar, W., Hasrah, Nasir, M., Muthia, S., & Bachry, S. A. (2024). Pengaruh Lama Pemeliharaan Cacing Sutra (*Tubifex* sp) Terhadap Peningkatan Kadar Protein Dengan Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp). *Jurnal Ruaya*, 12(1), 106–112.
- Jubaedah, D., Marsi, M., Wijayanti, M., Mukti, R. C., & Yonarta, D. (2020). Aplikasi Sistem Resirkulasi Menggunakan Filter Dalam Pengelolaan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele. *Jurnal Akuakultura*, 4(1), 1–5.
- Junda, M., Ngitung, R., Wiharto, M., Idris, I. S., & Purnamasari, A. B. (2023). Peningkatan Produktivitas Tambak Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Melalui Pengelolaan Kualitas Air. *Paramacitra: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 01(01), 84–89.
- Kaswara, V. M., & Nuswantara, B. (2022). Kelayakan Finansial Usaha Budidaya Ikan Lele di Kecamatan Belitang Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 9(1), 48–60.
- Kordi, M. G. H. K. (2013). *Budi Daya Ikan Konsumsi di Air Tawar*. Yogyakarta: Lily Publisher.

- Megasari, R., & Trijuno, D. D. (2020). Teknologi Akuaponik Tanaman Tomat Dan Ikan Nila Pada Tiga Jenis Media Tanam Dan Frekuensi Pemupukan. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 8(2), 45–55.
- Pratama, W. D., Prayogo, P., & Manan, A. (2017). Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1), 27–35.
- Rezki, A. S., Wulandari, Y. R., Shintawati, S., & Arif, M. (2024). Pelatihan Teknis Pembuatan Briket Limbah Cangkang Kemiri Pada Gapoktan Makmur Lestari Kabupaten Pringsewu. *GERVASI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 08(02), 559–570.
- Sagita, A., Wicaksana, S. N., Primasaputri, N. R., Prakoso, K., Afifah, F. N., Nugraha, A., & Hastuti, S. (2014). *Pengembangan Teknologi Akuakultur Biofilter Akuaponik (Integrating Fish and Plant Culture) sebagai Upaya Mewujudkan Rumah Tangga Tahan Pangan*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Tahunan ke-IV Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Semarang, 1 November 2014.
- Sukendar, W., Widanarni, W., & Setiawati, M. (2016). Respon Imun dan Kinerja Pertumbuhan Ikan Lele, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) Pada Budi Daya Sistem Bioflok Dengan Sumber Karbon Berbeda Serta Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3), 309–323.
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan. *SyntaxLiterate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112–125.
- Wicaksana, S. N., Hastuti, S., & Arini, E. (2015). Performa Produksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Yang Dipelihara Dengan Sistem Biofilter Akuaponik dan Konvensional. *Journal Of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 109–116.
- Zidni, I., Iskandar, I., 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.