



OPTIMALISASI BUDIDAYA IKAN LELE MELALUI INTEGRASI BUDIDAYA SAYURAN MENGGUNAKAN SISTEM AKUAPONIK

Nurul Fadhilah^{1*}, Reni Fatmasari Syafruddin², Andi Muhammad Akram Mukhlis³, Dahlan Lama Bawa⁴

¹Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

²Prodi Agribisnis, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

³Prodi Pendidikan Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

⁴Prodi Komunikasi dan Penyiaran Islam, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

nurul.fadhilah@unismuh.ac.id^{1*}, reni.fatmasari@unismuh.ac.id²,

am.akram@unm.ac.id³, dahlan@unismuh.ac.id⁴

ABSTRAK

Abstrak: Pengelolaan air kolam ikan lele untuk meminimalisir gas amonia menjadi salah satu masalah prioritas yang perlu ditangani melalui program Pengabdian Kepada Masyarakat untuk mengoptimalkan kegiatan budidaya ikan lele pada mitra. Budidaya ikan lele sistem akuaponik dapat memproduksi sayur dan ikan dalam satu siklus panen, sehingga mitra akan mendapatkan dua keuntungan dalam satu tahap produksi. Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah memberikan solusi dalam memanfaatkan kolam budidaya ikan lele sebagai sumber pangan hayati dan sumber penghasilan tambahan melalui teknologi akuaponik. Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilaksanakan dengan metode pendampingan dan alih teknologi secara berkala melalui penyuluhan, pelatihan, dan eksperimen terpadu. Pelaksanaan kegiatannya terbagi menjadi 3 tahapan utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan monev (monitoring dan evaluasi). Pengukuran peningkatan pengetahuan ini dilakukan melalui pretest sebelum penyampaian materi dan posttest setelah penyampaian materi serta praktek dilakukan. Secara umum, pelaksanaan pengabdian kepada mitra telah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki oleh mitra sasaran yang dapat ditinjau berdasarkan rata-rata total skor responden meningkat sebesar 23,25.

Kata Kunci: Akuaponik; Hidroponik; Ikan Lele; Pengabdian; Budidaya.

Abstract: Water management of catfish ponds to minimize ammonia gas is one of the priority problems that need to be addressed through the Community Service program to optimize catfish farming activities in partners. Aquaponic system catfish farming can produce vegetables and fish in one harvest cycle, so that partners will get two benefits in one production stage. The purpose of this community service activity is to provide solutions in utilizing catfish farming ponds as a source of biological food and a source of additional income through aquaponic technology. This community service activity is carried out using the method of assistance and technology transfer periodically through counseling, training, and integrated experiments. The implementation of activities is divided into 3 main stages, namely preparation, implementation, and monitoring and evaluation. Measurement of knowledge improvement is carried out through pretest before the delivery of material and posttest after the delivery of material and practice is carried out. In general, the implementation of community service to partners has increased the knowledge and skills possessed by target partners which can be reviewed based on the average total score of respondents increased by 23.25.

Keywords: Aquaponics; Hydroponics; Catfish; Optimization; Bioflocs.



Article History:

Received : 08-08-2023

Revised : 29-08-2023

Accepted : 04-09-2023

Online : 01-10-2023



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. PENDAHULUAN

Ikan kele (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu varietas ikan air tawar yang banyak dikembangkan oleh masyarakat karena keberlanjutan proses pemeliharaan dan potensi nilai jual yang tinggi. Fakta ini dapat terlihat dari pertumbuhan produksi ikan lele yang semakin meningkat. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) tahun 2018, menunjukkan bahwa dalam rentang waktu 2009-2014, produksi ikan lele mengalami peningkatan sebesar 45%. Produksi ini meningkat dari jumlah awal sekitar 200.000 ton menjadi mencapai 900.000 ton (Rahmadhani et al., 2020). Kenaikan produksi tersebut selalu disertai dengan bertambahnya jumlah limbah yang dihasilkan. Proses budidaya ikan lele menghasilkan berbagai bentuk limbah, termasuk endapan padat dan cairan yang berasal dari kotoran ikan dan sisa pakan yang tidak terpakai. Limbah-limbah dari ikan lele ini memiliki potensi untuk mengganggu kualitas air dan dapat memiliki dampak negatif terhadap pertumbuhan, perilaku ikan, fisiologis serta dapat meningkatkan angka kematian ikan (Effendi et al., 2015).

Dalam budidaya ikan lele, hal penting yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan air kolam. Untuk memperoleh hasil yang maksimal, kuantitas maupun kualitas air harus tetap terjaga. Menurut (Syafuruddin et al., 2019) dalam budidaya ikan lele, perlu pengawasan terhadap kualitas air dari timbunan sisa pakan yang tidak habis di dasar kolam. Timbunan tersebut akan menimbulkan gas amonia atau hidrogen sulfida yang dicirikan dengan adanya bau busuk. Hidrogen sulfida merupakan gas yang sangat berbahaya bagi kehidupan organisme perairan karena dapat bersifat toksik (Mustofa, 2020). Apabila sudah muncul bau busuk, maka perlu dilakukan pembuangan sepertiga air bagian bawah kemudian diisi lagi dengan air baru (Rochman et al., 2014). Hal tersebut juga dialami oleh mitra sasaran, Ponpes Darul Fallah Unismuh Makassar. Penurunan kualitas air kolam yang dialami mitra mengakibatkan beberapa ikan lele mati, sehingga mitra melakukan pembuangan air hingga seperdua bagian. Dari hasil wawancara didapatkan informasi bahwa frekuensi penggantian air kolam ini dapat dilakukan 1-2 minggu sekali.

Tentu hal tersebut menjadi kendala yang berarti bagi pengelola kolam ikan lele di Ponpes Darul Fallah dikarenakan tugas utama mereka adalah guru dan pembina. Pengawasan budidaya ikan lele tidak menjadi prioritas utama dan hanya sebagai tugas tambahan, sehingga budidaya ikan lele yang dilakukan tidak optimal dan memperoleh hasil panen ikan seadanya saja. Padahal jika ditangani dengan tepat, budidaya ikan lele yang dilakukan bukan hanya dapat digunakan untuk kalangan sendiri tetapi juga dapat dijadikan sebagai usaha sampingan bagi ponpes. Dengan demikian, pengelolaan air kolam ikan lele untuk meminimalisir gas amonia menjadi

salah satu masalah prioritas yang perlu ditangani melalui program Pengabdian Kepada Masyarakat untuk mengoptimalkan kegiatan budidaya ikan lele pada Ponpes. Tentunya perlu dirancang solusi yang tepat agar tidak mengganggu aktivitas utamanya sebagai guru dan pembina serta budidaya ikan lele tetap dapat berjalan secara optimal.

Kegiatan budidaya ikan lele merupakan harapan besar bagi pengelola untuk memenuhi kebutuhan pangannya secara mandiri. Apabila memperoleh penghasilan tambahan dari kegiatan tersebut, tentu menjadi impian bagi para pengelola karena untuk melakukan budidaya perlu mengeluarkan biaya untuk pakan ikannya. Oleh karena itu, mendapatkan penghasilan tambahan dari kegiatan budidaya lele merupakan permasalahan lain yang perlu ditangani sehingga memberikan dampak yang baik bagi Ponpes. Seperti yang dijelaskan oleh (Hidayatulloh et al., 2022) bahwa menanam tanaman seperti sayuran dan memelihara ikan serta hewan ternak merupakan salah satu langkah yang dapat dilakukan dan memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari.

Oleh karena itu, terdapat dua prioritas permasalahan yang akan diselesaikan melalui kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini. Pertama, permasalahan dibidang produksi. Masalah dibidang ini yaitu adanya penumpukan sisa pakan yang terjadi di kolam budidaya lele yang menimbulkan gas amonia berbau busuk, sehingga perlu pembersihan intensif yang akan mengakibatkan pemborosan air serta menyita waktu pengelola. Kedua, permasalahan di bidang manajemen usaha. Permasalahan ini berfokus pada masalah produktivitas dan penghasilan tambahan dari kegiatan budidaya ikan lele, sehingga pengelola tidak hanya mengeluarkan biaya untuk pakan tetapi menghasilkan pendapatan tambahan secara optimal dari kegiatan budidaya ikan lele tersebut.

Akuaponik merupakan salah satu metode budidaya alternatif yang bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut (Mulyadi et al., 2019). Konsep dasar akuaponik adalah gabungan teknologi akuakultur dengan teknologi hidroponik dalam satu sistem. Hasil utama dari teknologi akuakultur adalah budidaya ikan dan hasil dari teknologi hidroponik adalah sayuran (Saputra et al., 2023). Secara teknis, menurut (Primaningtyas et al., 2015) teknik ini mampu meningkatkan hasil produksi pembudidaya ikan dengan mengoptimalkan fungsi air dan ruang yang terbatas sebagai media pemeliharaan. Sisa pakan dan kotoran hasil metabolisme ikan dalam air yang berpotensi menurunkan kualitas air akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman air secara resirkulasi (Mulqan et al., 2017). Menurut (Sopiandi et al., 2022) resirkulasi (sistem perputaran air dalam wadah pemeliharaan ikan) memiliki manfaat besar dalam mendukung terciptanya ekosistem yang seimbang di dalam air. Hal ini membantu menjaga suhu tetap stabil, distribusi oksigen optimal, dan mengurangi penumpukan sisa metabolik, yang pada akhirnya mengurangi konsentrasi zat beracun dalam air. Dengan

kata lain budidaya ikan sistem akuaponik dapat memproduksi sayur dan ikan dalam satu siklus panen (Zhang et al., 2022; Siswadi & Yuwono, 2013), sehingga masyarakat Ponsel Darul Fallaah akan mendapatkan dua keuntungan dalam satu tahap produksi (Mulyadi et al., 2019).

Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah memberikan solusi dalam memanfaatkan kolam budidaya ikan lele sebagai sumber pangan hayati dan sumber penghasilan tambahan melalui teknologi akuaponik. Agar tujuan tersebut dapat dicapai, maka perlu dilakukan peningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki oleh mitra sasaran.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilaksanakan di Ponpes Darul Fallaah Unismuh Makassar. Kegiatan ini melibatkan pengelola kolam ikan lele di Ponpes Darul Fallaah serta IPM SMP Ponpes Darul Fallaah Unismuh Makassar dengan jumlah peserta sebanyak 29 orang. Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilaksanakan dengan metode pendampingan dan alih teknologi secara berkala melalui penyuluhan, pelatihan, dan eksperimen terpadu. Kegiatan ini direncanakan berlangsung selama 8 bulan efektif. Pelaksanaan kegiatannya terbagi menjadi 3 tahapan utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan monev (monitoring dan evaluasi). Secara ringkas, tahapan dalam melaksanakan solusi untuk mengatasi permasalahan mitra diuraikan sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Tahapan persiapan terdiri atas survei lokasi, pendekatan kelompok sasaran, pengenalan program, serta pembuatan kesepakatan. Survei lokasi dilakukan dengan melihat kondisi mitra dan kondisi kolam ikan lele yang dijadikan kolam contoh pengembangan akuaponik. Pendekatan kelompok sasaran bertujuan untuk menggali permasalahan yang dialami mitra secara mendalam. Pelaksanaan pendekatan kelompok sasaran ini dilakukan dengan metode wawancara secara langsung guna mendapatkan informasi yang lebih mendalam dari responden. Pengenalan program dilakukan untuk memberikan pemahaman secara singkat mengenai kegiatan pengabdian kepada masyarakat, sehingga akan memudahkan dalam pembuatan kesepakatan.

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan yang ditangani pada mitra diuraikan sebagai berikut.

- a. Perancangan sistem akuaponik. Tahapan pelaksanaan dalam bidang ini dimulai dengan perancangan instalasi sistem akuaponik. Kegiatan ini dilakukan berdasarkan hasil survei lapangan dan dilakukan

sebelum ke lokasi mitra untuk proses pemasangan dan perakitan di lokasi kolam percontohan mitra.

- b. Penyampaian materi. Materi disampaikan dengan metode ceramah yaitu tentang pengelolaan akuaponik khususnya pada budidaya sayuran. Materi yang disampaikan untuk pengelolaan sistem akuaponik adalah keunggulan budidaya ikan dengan sistem akuaponik, pengetahuan kepada mitra dalam merancang dan memelihara sistem akuaponik secara mandiri, dan tanaman yang dapat digunakan pada budidaya ikan sistem akuaponik.
- c. Demonstrasi atau Praktek. Peningkatan keterampilan mitra dilakukan dengan mengajak pengelola Ponpes dan IPM SMP Ponpes Darul Fallaah Unismuh Makassar melakukan praktek perakitan dan pemasangan sistem akuaponik yang dilakukan di kolam percontohan mitra.

3. Tahap Monitoring dan Evaluasi

Tahapan monitoring dan evaluasi dilakukan dengan memberikan kuisisioner dan wawancara. Pemberian kuisisioner dengan jumlah soal sebanyak 8 butir dan wawancara dilakukan untuk mengetahui perkembangan pemahaman pengelola dan warga ponpes terhadap akuaponik dan harapan keberlanjutan kegiatan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan survei lokasi untuk mengidentifikasi kebutuhan mitra. Kegiatan ini sangat penting dalam mendukung keberhasilan kegiatan pengabdian yang dilakukan. Dengan memahami dengan baik tantangan dan kebutuhan yang ada, tim dapat merencanakan dan melaksanakan proyek pengabdian yang lebih sesuai dan relevan dengan kondisi nyata yang dihadapi oleh masyarakat.

Kegiatan survei lokasi ini menghasilkan data yang tepat dalam mendesain dan mengimplementasikan sistem akuaponik yang dibangun, mulai dari dimensi sistem akuaponik hingga mekanisme integrasi antara kolam eksisting dengan sistem akuaponik yang dibangun. Dengan demikian, sistem akuaponik yang dibangun tidak merombak kondisi eksisting kolam lele tetapi tetap berjalan sesuai dengan rancangan yang diinginkan.

Pada tahap persiapan juga dilakukan proses pendekatan kelompok sasaran. Pendekatan kelompok sasaran dalam pengabdian masyarakat adalah strategi yang digunakan untuk menyampaikan informasi, layanan, atau intervensi kepada kelompok-kelompok tertentu dalam masyarakat. Pendekatan ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dan memperbaiki kondisi kelompok sasaran secara spesifik.

2. Pelaksanaan

a. Perancangan Sistem Akuaponik

Berdasarkan data yang diperoleh pada kegiatan survei lokasi, perancangan sistem akuaponik dilakukan di lokasi tim pengabdian dan perakitan hasil rancangan dilaksanakan di lokasi mitra sebelum pelaksanaan pelatihan. Rancangan sistem akuaponik menyesuaikan dengan kondisi kolam bioflok mitra sehingga tidak terjadi perombakan di kolam yang sudah ada. Adapun kriteria rancangan yang diperoleh dari kegiatan survei lokasi, yaitu sistem pemipaan harus berada di atas tinggi kolam agar air kolam dapat bersirkulasi dengan baik, serta ukuran lebar sistem akuaponik tidak melebihi diameter kolam.

b. Penyampaian materi dan praktek

Penyampaian materi dan praktek langsung dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra. Penyampaian materi dilakukan melalui metode ceramah dengan memberikan penjelasan rinci mengenai pengelolaan akuaponik khususnya pada budidaya sayuran, seperti terlihat pada Gambar 1. Kegiatan ini berjalan dengan lancar dan penuh antusiasme dari peserta. Hal tersebut terlihat dari respon peserta yang banyak memberikan pertanyaan yang lebih mendalam mengenai sistem akuaponik tersebut, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyampaian Materi dan Praktek

3. Monitoring dan Evaluasi

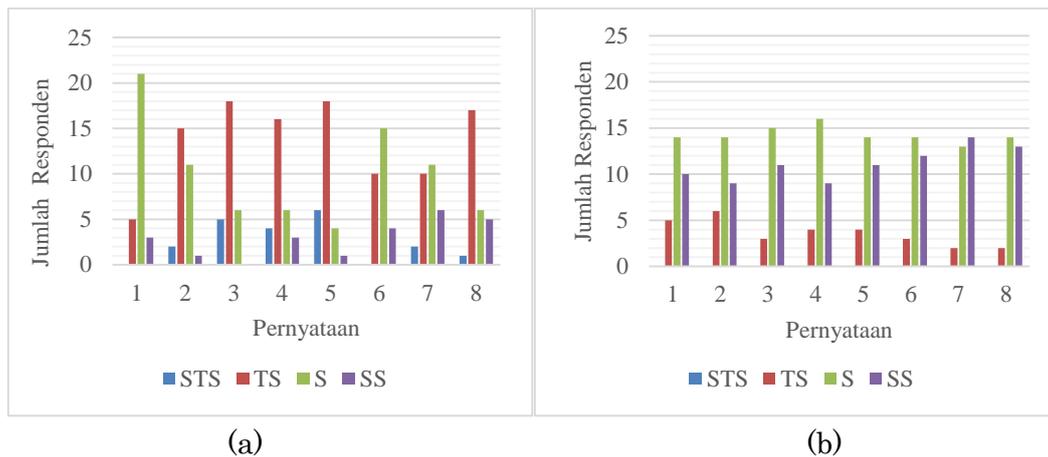
Pengukuran peningkatan pengetahuan dilakukan melalui pretest sebelum penyampaian materi dan posttest setelah penyampaian materi serta praktek dilakukan. Daftar pernyataan pada angket (kuisisioner) dapat dilihat pada Tabel 1. Pernyataan 1 dan 2 berkaitan dengan pengetahuan mengenai manfaat ikan lele, sedangkan pernyataan 3 hingga 8 merupakan pernyataan yang berkaitan dengan sistem akuaponik. Pada angket yang diberikan, terdapat empat pilihan yang menunjukkan tingkat pengetahuan responden terhadap pernyataan. Pilihan “Sangat Sesuai” (SS) merupakan pilihan dengan pengetahuan yang tertinggi, sedangkan pilihan “Sangat Tidak Sesuai”

berada pada tingkatan pengetahuan yang paling rendah, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Angket (kuisioner) yang diberikan ke responden

No	Pernyataan	STS	TS	S	SS
1.	Saya mengetahui bahwa ikan lele memiliki kandungan gizi (protein) yang tinggi				
2.	Saya mengetahui bahwa mengkonsumsi ikan lele dapat meningkatkan sistem imun				
3.	Saya mengetahui tentang sistem budidaya akuaponik				
4.	Saya mengetahui proses budidaya ikan lele dengan menggunakan sistem budidaya akuaponik				
5.	Saya mengetahui proses pengelolaan air kolam ikan lele pada sistem budidaya akuaponik				
6.	Saya mengetahui bahwa tanaman/sayuran dalam sistem budidaya akuaponik berfungsi untuk memperbaiki kualitas air				
7.	Saya mengetahui bahwa sayuran seperti kangkung, pakcoy, sawi dan bayam merah merupakan sayuran yang tepat dalam sistem budidaya akuaponik				
8.	Saya memahami bahwa sistem budidaya akuaponik merupakan solusi yang tepat karena mengintegrasikan budidaya ikan lele dan budidaya sayuran				

Hasil pretest dan posttest secara keseluruhan untuk 29 responden dapat dilihat pada Gambar 2. Pada pernyataan 1, lebih dari 50% responden menjawab “Sesuai” dan “Sangat Sesuai” pada saat pretest. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengetahuan responden mengenai pernyataan 1 sudah cukup baik. Untuk pernyataan 2, hasil pretest menunjukkan bahwa lebih dari 50% responden menjawab TS dan STS. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengetahuan berkaitan pernyataan 2 masih kurang. Setelah pemberian materi dilakukan, terjadi peningkatan pengetahuan yang terlihat dari jumlah responden yang menjawab “S” dan “SS” lebih dari 50%. Untuk pernyataan 3 hingga pernyataan 8, hasil pretest menunjukkan bahwa secara umum pengetahuan responden mengenai sistem akuaponik masih kurang, utamanya terlihat pada pernyataan 3, 4, 5 dan 8. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian materi dan praktek penting dilakukan agar mitra dapat menerapkan sistem akuaponik dengan baik, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik sebaran jawaban responden: (a) pretest; (b) posttest

Hasil posttest menunjukkan tingkat pengetahuan responden setelah mendengarkan materi dan melaksanakan praktek sudah baik yang dapat dilihat pada Gambar 2b. Hasil tersebut menunjukkan bahwa lebih dari 85% responden telah menjawab “S” dan “SS” pada pernyataan 3 hingga 8. Salah satu faktor keberhasilan dalam penyampaian materi pelatihan ini adalah adanya alat peraga dalam pelatihan, seperti yang terlihat pada Gambar 3.

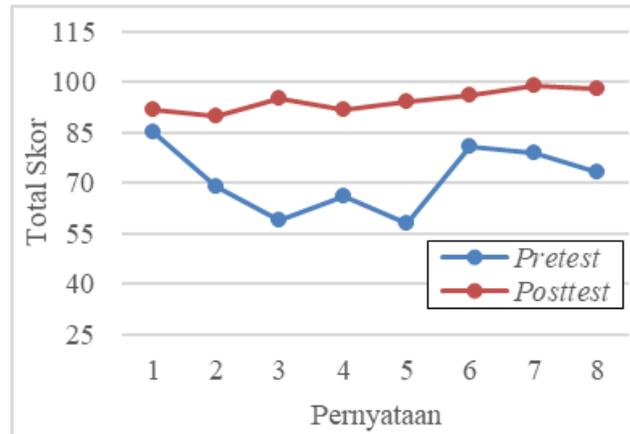


Gambar 3. Alat peraga yang digunakan

Alat peraga juga telah digunakan dalam pelatihan sistem hidroponik dari barang bekas dan peserta lebih mudah dalam memahami materi yang disampaikan (Mukhlis et al., 2022). Menurut (Nasaruddin, 2018), alat peraga dapat mengurangi tingkat keabstrakan dalam memahami konsep dan memudahkan memahami makna dari konsep tersebut secara logis.

Secara umum, pelaksanaan pengabdian kepada mitra telah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki oleh mitra sasaran yang dapat ditinjau berdasarkan total skor responden per butir pernyataan. Skor 4 diberikan untuk pilihan “SS”, skor 3 untuk pilihan “S”, skor 2 untuk pilihan “TS”, dan skor 1 untuk pilihan “STS”. Dengan menjumlahkan seluruh skor responden, maka diperoleh total skor setiap butir pada pelaksanaan pretest dan posttest yang dapat dilihat pada Gambar 4. Rata-rata total skor pretest diperoleh nilai 71,25 dan rata-rata total skor posttest sebesar 94,5, sehingga terjadi peningkatan sebesar 23,25. Terlihat

pula pada grafik bahwa peningkatan pengetahuan terbesar adalah pada butir 3 dan butir 5, yang merupakan pengetahuan penting bagi mitra dalam menyelesaikan permasalahannya. Dengan demikian, adanya kegiatan pengabdian telah membantu menambah pengetahuan mitra untuk menyelesaikan permasalahan yang dialami dalam membudidayakan ikan lele, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Total skor butir pretest dan posttest

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tujuan kegiatan pengabdian ini yaitu memberikan solusi dalam memanfaatkan kolam budidaya ikan lele sebagai sumber pangan hayati dan sumber penghasilan tambahan melalui teknologi akuaponik, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem akuaponik di kolam budidaya ikan lele telah selesai dilakukan. Sistem akuaponik sudah berjalan dengan baik serta pengetahuan mitra sebagai pengelola yang akan menjalankan sistem akuaponik sudah cukup baik. Peningkatan pengetahuan mitra dapat dilihat pada rata-rata hasil pretest sebesar 71,25 dan posttest sebesar 94,5.

Saran yang diberikan kepada mitra yaitu mitra dapat melakukan budidaya untuk jenis sayuran lainnya sesuai dengan kebutuhan mitra. Untuk abdimas selanjutnya, mitra perlu mendapat pengetahuan yang lebih mendalam mengenai sistem agribisnis tanaman sayur sehingga kedepannya pengetahuan mitra lebih lengkap bukan hanya dibagian budidayanya saja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Majelis Diktilitbang PP Muhammadiyah sebagai pengelola Hibah RisetMu atas bantuan pendanaan Skema Pengabdian kepada Masyarakat - Hibah Riset Muhammadiyah Batch VI.

DAFTAR RUJUKAN

- Effendi, H., Utomo, B. Am., Darmawangsa, G. M., & Karo-Karo, R. E. (2015). Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) Dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ecolab*, 9(2), 80–92. <https://doi.org/10.20886/jklh.2015.9.2.80-92>
- Hidayatulloh, M. K. Y., Romadoni, D., Lestari, D. F., Ummah, R., & Alfatah, D. A. (2022). Pelatihan Akuaponik dengan BUDIKDAMBER upaya Memenuhi Kebutuhan Protein Nabati dan Hewani di Lahan Terbatas Masyarakat Desa Kedunglosari. *Bima Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 124–132. <https://doi.org/10.53299/bajpm.v2i1.145>
- Mukhlis, A., Muhammad, A., Lestari, N., Rauf, R. F., & Fadhilah, N. (2022). *Pelatihan Pemanfaatan Barang Bekas sebagai Instalasi Sistem Hidroponik untuk Sayuran Daun*. 2(2), 146–153.
- Mulqan, M., Afdhal El Rahimi, S., & Dewiyanti, I. (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.
- Mulyadi, M., Pamukas, N. A., Adelina, A., Lukistiyowati, I., & Yoswati, D. (2019). Pelatihan budidaya ikan lele pada kolam terpal dengan sistem akuaponik di Desa Harapan, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. *Unri Conference Series: Community Engagement*, 1, 347–354. <https://doi.org/10.31258/unricsce.1.347-354>
- Mustofa, A. (2020). Pengelolaan Kualitas Air untuk Akuakultur. *Unisnu Press*, 31–32.
- Nasaruddin, N. (2018). Media Dan Alat Peraga Dalam Pembelajaran Matematika. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 21–30. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v3i2.232>
- Primaningtyas, A. W., Hastuti, S., & Subandiyono. (2015). Performa produksi ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara dalam sistem budidaya berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 51–60. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>
- Rahmadhani, L. E., Widuri, L. I., & Dewanti, P. (2020). Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, Dan Pakcoy) dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14(01), 33–43.
- Rochman, A., Hastuti, D., & Subekti, E. (2014). Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariephinus*) di Desa Wonosari Kecamatan Bonang Kabupaten Demak (Studi Kasus Desa Wonosari Kecamatan Bonang Kabupaten Demak). *Jurnal Mediagro*, 10(2), 57.
- Saputra, F., Ibrahim, Y., Islama, D., Khairi, I., Arif Nasution, M., & Diterima, N. (2023). *Penyuluhan dan Bimbingan Teknologi Akuaponik Rakit Apung bagi Pembudidaya Ikan di Beutong, Kabupaten Nagan Raya Counseling and Guidance of Floating Raft Aquaponic Technology for Fish Cultivators in Beutong, Nagan Raya Regency*. 7(1), 160–167. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>
- Siswadi, & Yuwono, T. (2013). Uji Hasil Tanaman Sawi Pada Berbagai Media Tanam Secara Hidroponik. *INNOFARM: Jurnal Inovasi Pertanian*, 11(1), 44–50.
- Sopiandi, S., Marzuki, M., & Setyono, B. D. H. (2022). Efektifitas Sistem Akuaponik Untuk Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Sistem Resirkulasi. *Indonesian Journal of Aquaculture Medium*, 2(2), 206–213. <https://doi.org/10.29303/mediaakuakultur.v2i2.1424>
- Syafruddin, S., Sudiyarti, N., Ismawati, I., Haryadi, W., & Kurniawansyah, K. (2019).

- Budidaya Terintegrasi Lele dan Kangkung Dalam Mewujudkan Kemandirian Pangan Masyarakat. *Jurnal Pengembangan Masyarakat Lokal*, 2(2), 85–90.
- Zhang, S., Guo, Y., Li, S., Ke, Z., Zhao, H., Yang, J., Wang, Y., Li, D., Wang, L., Yang, W., & Zhang, Z. (2022). Investigation on environment monitoring system for a combination of hydroponics and aquaculture in greenhouse. *Information Processing in Agriculture*, 9(1), 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.06.006>