

Transfer teknologi akuaponik sebagai alternatif diversifikasi usaha budidaya perairan bagi masyarakat pesisir di Kecamatan Tatapaan, Minahasa Selatan  
(Aquaponics technology transfer as an alternative for aquaculture business diversification among coastal communities in Tatapaan District, South Minahasa, Indonesia)

**Edwin L.A. Ngangi<sup>1</sup>, Wilmy E. Pelle<sup>2</sup>, Revol D. Monijung<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>) Program Studi Budidaya Perairan, FPIK Unsrat Manado

<sup>2</sup>) Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK Unsrat Manado

Penulis korespondensi: E.L.A. Ngangi, [edwin.ngangi@unsrat.ac.id](mailto:edwin.ngangi@unsrat.ac.id)

### **Abstract**

Coastal communities generally depend on the fisheries sector as their primary source of livelihood. The dependency on a single type of business makes them highly vulnerable to environmental changes, seasonal changes, and market fluctuations. Therefore, business diversification is needed to enhance the long-term economic resilience of coastal communities. This Community Partnership Program aimed to improve community knowledge regarding the development of aquatic resource potential and to enhance partners' understanding of fish farming business development through the transfer of aquaponics technology. The program was implemented with the Inti Murni Partner Group in Tatapaan District, South Minahasa Regency, through counseling, training, field practice, and mentoring activities. The training materials included basic concepts of aquaponics, selection of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings, water spinach (*Ipomoea aquatica*) cultivation, construction of simple aquaponics systems, water quality management, and household-scale aquaculture business management. Evaluation was conducted through observations, interviews, and questionnaires to assess participants' initial knowledge, satisfaction, and level of participation. The results showed that 33.33% of participants had prior knowledge of aquaponics technology, 33.33% had only heard about it, and 33.33% had no prior knowledge of the technology. Participant satisfaction reached 83.33% in the "very satisfied" category, while participation reached 75% in the "very good" category. The program successfully improved community knowledge regarding the utilization of aquatic resources through integrated farming systems and enhanced partners' understanding of aquaponics-based fish farming business development. Aquaponics technology has strong potential as an alternative business diversification strategy that can support food security and increase the income of coastal communities.

**Keywords:** aquaponics, business diversification, fish farming, coastal communities, technology transfer.

### Abstrak

Masyarakat pesisir umumnya bergantung pada sektor perikanan sebagai sumber mata pencaharian utama. Ketergantungan terhadap satu jenis usaha menyebabkan tingginya kerentanan terhadap perubahan lingkungan, musim, dan fluktuasi pasar. Oleh karena itu, diperlukan upaya diversifikasi usaha yang mampu meningkatkan ketahanan ekonomi masyarakat secara berkelanjutan. Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini bertujuan meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam pengembangan potensi sumber daya perairan serta meningkatkan pemahaman mitra dalam pengembangan usaha budidaya ikan melalui transfer teknologi akuaponik. Kegiatan dilaksanakan pada Kelompok Mitra Inti Murni di Kecamatan Tatapaan, Kabupaten Minahasa Selatan melalui penyuluhan, pelatihan, praktik lapangan, dan pendampingan. Materi yang diberikan meliputi konsep dasar akuaponik, pemilihan benih ikan nila, budidaya kangkung, konstruksi instalasi akuaponik sederhana, pengelolaan kualitas air, serta pengelolaan usaha budidaya skala rumah tangga. Evaluasi dilakukan melalui observasi, wawancara, dan kuesioner untuk mengukur tingkat pengetahuan awal, kepuasan, dan partisipasi peserta. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa 33,33% peserta pernah mengetahui teknologi akuaponik, 33,33% pernah mendengar, dan 33,33% belum pernah mengetahui teknologi tersebut. Tingkat kepuasan peserta mencapai 83,33% pada kategori sangat puas, sedangkan partisipasi peserta mencapai 75% pada kategori sangat baik. Kegiatan ini berhasil meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pemanfaatan sumber daya perairan melalui sistem budidaya terpadu serta meningkatkan pemahaman mitra dalam pengembangan usaha budidaya ikan berbasis akuaponik. Teknologi akuaponik berpotensi menjadi alternatif diversifikasi usaha yang mendukung ketahanan pangan dan peningkatan pendapatan masyarakat pesisir.

**Kata kunci:** akuaponik, diversifikasi usaha, budidaya ikan, masyarakat pesisir, transfer teknologi

### PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan kawasan yang memiliki potensi sumber daya perairan yang besar dan menjadi tumpuan kehidupan sebagian masyarakat Indonesia. Aktivitas ekonomi masyarakat pesisir umumnya didominasi oleh sektor perikanan, baik perikanan tangkap maupun budidaya. Namun demikian, ketergantungan terhadap satu jenis usaha menyebabkan masyarakat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan, musim, dan fluktuasi harga pasar yang dapat berdampak pada tingkat pendapatan rumah tangga (Bene *et al.*, 2016).

Diversifikasi usaha merupakan salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan ekonomi masyarakat pesisir. Diversifikasi memungkinkan masyarakat memperoleh sumber pendapatan alternatif sehingga risiko usaha dapat dikurangi dan stabilitas ekonomi rumah tangga dapat ditingkatkan. Rahim *dkk.* (2019) menyatakan bahwa diversifikasi usaha merupakan pendekatan yang efektif dalam mengurangi kerentanan ekonomi rumah tangga perikanan terhadap perubahan kondisi lingkungan maupun ketidakpastian pasar.

Salah satu teknologi yang berpotensi dikembangkan sebagai alternatif diversifikasi usaha adalah akuaponik. Akuaponik merupakan sistem produksi terpadu yang

mengombinasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem resirkulasi air. Limbah metabolisme ikan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, sedangkan tanaman berperan sebagai biofilter yang membantu menjaga kualitas air budidaya (Goddek *et al.*, 2019). Sistem ini memungkinkan pemanfaatan lahan dan air secara lebih efisien dibandingkan sistem budidaya konvensional.

Selain memberikan manfaat ekologis, teknologi akuaponik juga memiliki nilai ekonomi karena mampu menghasilkan dua komoditas sekaligus, yaitu ikan dan tanaman sayuran. Teknologi ini relatif mudah diterapkan pada skala rumah tangga maupun kelompok masyarakat serta berpotensi mendukung ketahanan pangan keluarga. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa akuaponik mampu meningkatkan efisiensi produksi, mendukung pemanfaatan lahan terbatas, dan membuka peluang usaha baru bagi masyarakat (Nugroho *dkk.*, 2012; Love *et al.*, 2015; Arifin *et al.*, 2021).

Kelompok Mitra Inti Murni di Kecamatan Tatapaan merupakan kelompok masyarakat pesisir yang beranggotakan warga Desa Rap-Rap dan Desa Arakan. Sebagian besar anggota kelompok memiliki pengalaman dalam kegiatan perikanan, namun pemanfaatan teknologi budidaya terpadu masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya kegiatan transfer teknologi yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengembangkan usaha budidaya yang lebih produktif dan berkelanjutan.

Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini bertujuan meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam pengembangan potensi sumber daya perairan serta meningkatkan pemahaman mitra dalam pengembangan usaha budidaya ikan melalui penerapan teknologi akuaponik sebagai alternatif diversifikasi usaha masyarakat pesisir.

## **METODE PELAKSANAAN**

### **Lokasi dan Sasaran Kegiatan**

Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) dilaksanakan pada bulan September–November 2024 di Kecamatan Tatapaan, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Sasaran kegiatan adalah Kelompok Mitra Inti Murni yang beranggotakan 12 orang dari Desa Rap-Rap dan Desa Arakan. Kelompok ini dipilih karena memiliki pengalaman dalam kegiatan perikanan dan memiliki potensi untuk mengembangkan usaha budidaya berbasis sumber daya perairan.

### **Metode Pelaksanaan**

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini berupa transfer teknologi melalui penyuluhan, pelatihan, praktik lapangan, pendampingan, dan evaluasi. Pendekatan yang digunakan bersifat partisipatif dengan melibatkan anggota kelompok secara aktif dalam seluruh tahapan kegiatan.

Kegiatan diawali dengan koordinasi bersama kelompok mitra dan pemerintah setempat untuk mengidentifikasi kebutuhan, permasalahan, dan potensi pengembangan usaha budidaya. Selanjutnya dilakukan penyuluhan mengenai konsep dasar akuaponik, manfaat sistem budidaya terpadu, serta peluang pengembangan usaha berbasis sumber daya perairan.

Tahap pelatihan dilaksanakan melalui kombinasi metode ceramah, diskusi,

demonstrasi, dan praktik langsung. Materi yang diberikan meliputi pemilihan benih ikan nila berkualitas, pemilihan bibit kangkung, konstruksi instalasi akuaponik sederhana, teknik pemeliharaan ikan dan tanaman, prinsip resirkulasi air, pemanfaatan limbah budidaya sebagai sumber nutrisi tanaman, serta pengelolaan usaha budidaya sederhana.

Praktik lapangan dilakukan menggunakan unit akuaponik sederhana yang terdiri atas wadah pemeliharaan ikan, media tanam, sistem perpipaan, dan aerasi. Peserta dilibatkan secara langsung dalam proses perakitan instalasi, penebaran benih ikan, penanaman sayuran, serta pemeliharaan sistem akuaponik.

Pendampingan dilakukan setelah pelatihan untuk memastikan peserta mampu menerapkan teknologi yang diperkenalkan. Pendampingan meliputi konsultasi teknis, pemecahan masalah, serta penguatan kemampuan peserta dalam mengelola usaha budidaya berbasis akuaponik.

### **Evaluasi Kegiatan**

Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas kegiatan transfer teknologi yang telah dilaksanakan. Evaluasi meliputi tingkat pengetahuan awal peserta, tingkat kepuasan terhadap kegiatan, dan tingkat partisipasi selama pelaksanaan program. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan kuesioner yang diberikan kepada seluruh peserta kegiatan.

Data hasil evaluasi dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel untuk menggambarkan perubahan pengetahuan, pemahaman, dan keterlibatan peserta selama kegiatan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Awal Kelompok Mitra**

Kelompok Mitra Inti Murni merupakan kelompok masyarakat pesisir yang beranggotakan warga Desa Rap-Rap dan Desa Arakan, Kecamatan Tatapaan, Kabupaten Minahasa Selatan. Kedua desa tersebut memiliki keterkaitan historis karena kelompok telah terbentuk sebelum pemekaran wilayah Desa Arakan. Sebagian besar anggota kelompok memiliki pengalaman dalam kegiatan perikanan dan pemanfaatan sumber daya pesisir sebagai sumber mata pencaharian utama.

Meskipun demikian, kegiatan usaha yang dilakukan masih didominasi oleh aktivitas perikanan konvensional yang sangat dipengaruhi oleh kondisi musim, cuaca, dan fluktuasi produksi. Kondisi tersebut menyebabkan masyarakat rentan terhadap penurunan pendapatan ketika terjadi gangguan lingkungan maupun perubahan kondisi pasar. Oleh karena itu, diperlukan alternatif usaha yang dapat dikembangkan secara berkelanjutan dan tidak sepenuhnya bergantung pada satu sumber pendapatan.

### **Peningkatan Pengetahuan Masyarakat dalam Pengembangan Potensi Sumber Daya Perairan**

Salah satu luaran utama kegiatan PKM ini adalah peningkatan pengetahuan masyarakat dalam memanfaatkan potensi sumber daya perairan secara lebih produktif dan berkelanjutan. Sebelum kegiatan dilaksanakan, sebagian besar peserta belum memahami bahwa sumber daya perairan dapat dimanfaatkan melalui sistem produksi terpadu yang menggabungkan budidaya ikan dan tanaman dalam satu kesatuan sistem.

Tabel 1. Pengetahuan awal peserta terhadap teknologi akuaponik

Kategori Pengetahuan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Pernah mengetahui	4	33,33
Pernah mendengar	4	33,33
Belum mengetahui	4	33,33
Total	12	100

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sepertiga peserta belum pernah mengenal teknologi akuaponik, sementara dua pertiga lainnya hanya memiliki pengetahuan terbatas. Kondisi ini menunjukkan masih rendahnya akses masyarakat terhadap informasi mengenai inovasi budidaya terpadu.

Melalui penyuluhan dan pelatihan, peserta memperoleh pengetahuan mengenai prinsip dasar akuaponik, hubungan antara ikan dan tanaman, prinsip resirkulasi air, serta pemanfaatan limbah budidaya sebagai sumber nutrisi tanaman. Transfer pengetahuan tersebut memperluas wawasan masyarakat mengenai berbagai alternatif pemanfaatan sumber daya perairan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Pengetahuan merupakan tahapan awal yang menentukan keberhasilan proses adopsi inovasi. Oleh karena itu, peningkatan pengetahuan masyarakat menjadi fondasi penting dalam mendorong penerapan teknologi baru di tingkat kelompok maupun rumah tangga. Rendahnya tingkat pengetahuan awal peserta menunjukkan bahwa akses masyarakat terhadap informasi mengenai teknologi budidaya terpadu masih terbatas. Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara perkembangan teknologi akuakultur dan tingkat pemanfaatannya oleh masyarakat pesisir. Oleh karena itu, kegiatan transfer teknologi menjadi penting untuk mempercepat proses difusi inovasi dan meningkatkan kesiapan masyarakat dalam mengadopsi teknologi baru. Semakin tinggi tingkat pengetahuan masyarakat terhadap suatu inovasi, semakin besar peluang teknologi tersebut untuk diterapkan dan dikembangkan secara berkelanjutan di tingkat rumah tangga maupun kelompok usaha (Rogers, 2003).

### **Peningkatan Pemahaman Mitra dalam Pengembangan Usaha Budidaya Ikan**

Selain meningkatkan pengetahuan masyarakat, kegiatan PKM juga bertujuan meningkatkan pemahaman mitra dalam pengembangan usaha budidaya ikan melalui penerapan teknologi akuaponik.

Tabel 2. Kompetensi teknis yang diperoleh peserta setelah kegiatan transfer teknologi

Kompetensi Teknis	Capaian
Memahami konsep dasar akuaponik	Tercapai
Memilih benih ikan nila berkualitas	Tercapai
Budidaya kangkung dalam sistem akuaponik	Tercapai
Menyusun instalasi akuaponik sederhana	Tercapai
Mengelola kualitas air	Tercapai
Memahami pembukuan usaha sederhana	Tercapai

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa peserta memperoleh kompetensi teknis dan manajerial yang diperlukan dalam pengembangan usaha budidaya berbasis akuaponik. Materi yang diberikan mencakup pemilihan benih ikan nila yang berkualitas, konstruksi instalasi akuaponik sederhana, teknik pemeliharaan ikan dan tanaman, manajemen kualitas air, serta pengelolaan usaha budidaya secara sederhana. Selain itu, peserta juga memperoleh pemahaman mengenai pencatatan biaya produksi, pengelolaan keuangan sederhana, dan perencanaan usaha berkelanjutan.

Knowles *et al.* (2015) menjelaskan bahwa pembelajaran orang dewasa akan lebih efektif apabila peserta terlibat langsung dalam praktik. Oleh karena itu, kombinasi antara penyuluhan, demonstrasi, praktik lapangan, dan pendampingan menjadi pendekatan yang efektif dalam meningkatkan kapasitas kelompok mitra.

Peningkatan kompetensi teknis peserta menunjukkan bahwa teknologi akuaponik dapat dipahami dan diterapkan oleh masyarakat dengan latar belakang pengalaman yang beragam melalui pendekatan pembelajaran berbasis praktik dan pengalaman langsung (Knowles *et al.*, 2015). Kemampuan peserta dalam memahami prinsip kerja sistem, memilih benih ikan yang berkualitas, mengelola kualitas air, dan melakukan pencatatan usaha sederhana merupakan indikator bahwa proses transfer teknologi berlangsung secara efektif. Kompetensi tersebut menjadi modal penting dalam pengembangan usaha budidaya berbasis akuaponik karena keberhasilan usaha tidak hanya ditentukan oleh aspek produksi, tetapi juga oleh kemampuan pengelolaan usaha yang baik.

### **Tingkat Kepuasan Peserta terhadap Kegiatan**

Keberhasilan transfer teknologi tidak hanya ditentukan oleh materi yang diberikan, tetapi juga oleh tingkat penerimaan peserta terhadap kegiatan yang dilaksanakan.

Tabel 3. Tingkat kepuasan peserta terhadap kegiatan transfer teknologi akuaponik

Tingkat Kepuasan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Sangat puas	10	83,33
Cukup puas	2	16,67
Tidak puas	0	0
Total	12	100

Sebagian besar peserta menyatakan sangat puas terhadap kegiatan yang dilaksanakan. Tingkat kepuasan yang tinggi menunjukkan bahwa materi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan kelompok sasaran dan mudah dipahami oleh peserta.

Tingginya tingkat kepuasan peserta menunjukkan bahwa materi dan metode pelaksanaan kegiatan telah sesuai dengan kebutuhan kelompok sasaran. Kepuasan peserta juga mengindikasikan bahwa pendekatan partisipatif yang digunakan mampu menciptakan suasana belajar yang kondusif sehingga peserta lebih mudah memahami materi yang diberikan. Dalam kegiatan pemberdayaan masyarakat, tingkat kepuasan yang tinggi sering dikaitkan dengan meningkatnya peluang keberlanjutan program karena peserta memiliki persepsi positif terhadap manfaat kegiatan yang diterima (Pretty, 1995).

### Partisipasi dan Keterlibatan Kelompok Mitra

Partisipasi masyarakat merupakan salah satu indikator keberhasilan program pemberdayaan.

Tabel 4. Tingkat partisipasi peserta selama kegiatan

Tingkat Partisipasi	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Sangat baik	9	75
Cukup baik	3	25
Kurang	0	0
Total	12	100

Tingkat partisipasi peserta tergolong tinggi. Tidak terdapat peserta yang menunjukkan partisipasi rendah selama kegiatan berlangsung. Menurut Pretty (1995), partisipasi aktif masyarakat mencerminkan adanya rasa memiliki (*sense of ownership*) terhadap program yang dilaksanakan. Tingginya partisipasi peserta dalam kegiatan ini menunjukkan bahwa teknologi akuaponik memiliki relevansi yang tinggi dengan kebutuhan masyarakat pesisir.

Tingginya partisipasi peserta terlihat dari keterlibatan aktif dalam diskusi, praktik pemasangan instalasi akuaponik, serta kegiatan pemeliharaan ikan dan tanaman selama pelaksanaan program. Partisipasi aktif tersebut menunjukkan adanya ketertarikan peserta terhadap teknologi yang diperkenalkan serta mencerminkan kesiapan masyarakat untuk mengadopsi inovasi yang dianggap sesuai dengan kebutuhan mereka (Pretty, 1995; Rogers, 2003). Kondisi ini menjadi indikator positif terhadap peluang keberlanjutan penerapan teknologi akuaponik setelah kegiatan PKM berakhir.

### Potensi Akuaponik sebagai Alternatif Diversifikasi Usaha Masyarakat Pesisir

Akuaponik merupakan teknologi yang mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem produksi yang saling mendukung. Sistem ini memungkinkan pemanfaatan lahan dan air secara lebih efisien dibandingkan sistem budidaya konvensional (Goddek *et al.*, 2019).

Bagi masyarakat pesisir Kecamatan Tatapaan, teknologi akuaponik berpotensi menjadi alternatif diversifikasi usaha yang dapat dikembangkan pada skala rumah tangga maupun kelompok. Selain menghasilkan ikan nila sebagai sumber protein hewani, sistem ini juga menghasilkan sayuran yang dapat dikonsumsi maupun dipasarkan.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Nugroho *dkk.* (2012) dan Arifin *dkk.* (2021) yang menunjukkan bahwa teknologi akuaponik mampu mendukung ketahanan pangan rumah tangga, meningkatkan efisiensi produksi, serta membuka peluang pengembangan usaha baru pada masyarakat.

Melalui peningkatan pengetahuan masyarakat dan peningkatan pemahaman mitra dalam pengembangan usaha budidaya ikan, kegiatan PKM ini telah memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan usaha budidaya terpadu yang lebih produktif, efisien, dan berkelanjutan pada masyarakat pesisir Kecamatan Tatapaan.

Perspektif pengembangan wilayah pesisir, akuaponik tidak hanya berfungsi sebagai teknologi budidaya, tetapi juga sebagai instrumen pemberdayaan masyarakat yang mampu mengintegrasikan aspek produksi pangan, pemanfaatan sumber daya secara efisien, dan pengembangan usaha skala rumah tangga. Penerapan teknologi ini berpotensi memperkuat ketahanan pangan keluarga, meningkatkan diversifikasi sumber pendapatan, serta mengurangi ketergantungan masyarakat pada satu jenis usaha perikanan. Selain meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, akuaponik juga berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan diversifikasi sumber pendapatan masyarakat melalui produksi ikan dan sayuran secara simultan (Somerville *et al.*, 2014; Love *et al.*, 2015). Dengan demikian, akuaponik dapat menjadi salah satu model pengembangan usaha budidaya yang relevan untuk diterapkan pada masyarakat pesisir di Kabupaten Minahasa Selatan.

### **KESIMPULAN**

Kegiatan transfer teknologi akuaponik berhasil meningkatkan pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan masyarakat pesisir di Kecamatan Tatapaan dalam pengembangan usaha budidaya berbasis sumber daya perairan. Sebelum kegiatan dilaksanakan, sebagian peserta belum mengenal teknologi akuaponik. Namun, melalui penyuluhan, pelatihan, praktik lapangan, dan pendampingan, peserta memperoleh kompetensi teknis dalam budidaya ikan nila, budidaya kangkung, pengelolaan kualitas air, serta pengelolaan usaha sederhana.

Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan peserta sebesar 83,33% pada kategori sangat puas dan tingkat partisipasi sebesar 75% pada kategori sangat baik. Teknologi akuaponik berpotensi menjadi alternatif diversifikasi usaha yang mendukung ketahanan pangan dan peningkatan pendapatan masyarakat pesisir, sehingga layak dikembangkan lebih lanjut melalui kegiatan pendampingan dan replikasi pada kelompok masyarakat lainnya.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sam Ratulangi atas dukungan dan pendanaan yang diberikan melalui Program Kemitraan Masyarakat Klaster 2 (PKM\_K2) Tahun Anggaran 2024. Kegiatan ini dibiayai oleh Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Badan Layanan Umum Universitas Sam Ratulangi Nomor: SP DIPA-023.17.2.677519/2024.

Penulis juga menyampaikan penghargaan kepada Kelompok Mitra Inti Murni di Kecamatan Tatapaan, Kabupaten Minahasa Selatan, atas partisipasi aktif dan kerja sama yang baik selama pelaksanaan kegiatan. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung kegiatan ini sehingga dapat terlaksana dengan baik dan mencapai tujuan yang diharapkan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arifin MY, Fitriani N, Setiawan A. 2021. Penerapan teknologi akuaponik untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga pada masa pandemi COVID-19. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 6(2): 110–117.
- Bene C, Arthur R, Norbury, H, Allison EH, Beveridge MCM, Bush SR, Campling L, Leschen

- W, Little DC, Squires D, Thilsted SH, Troell M, Williams M. 2016. Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: Assessing the current evidence. *World Development* 79: 177-196.
- Goddek S, Joyce A, Kotzen B, Burnell GM. (Eds.). 2019. *Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future*. Cham, Switzerland: Springer.
- Knowles MS, Holton EF, Swanson RA. 2015. *The Adult Learner* (8th ed.). New York: Routledge.
- Love DC, Fry JP, Genello L, Hill ES, Frederick JA, Li X, Semmens K. 2014. An international survey of aquaponics practitioners. *PloS one*, 10(7): e102662.
- Nugroho RA, Pambudi LT, Chilmawati D, Haditomo AHC. 2012. Aplikasi teknologi aquaponik pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Saintek Perikanan*, 8(1): 46–51.
- Pretty JN. 1995. Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development* 23(8): 1247–1263.
- Rahim A, Hastuti DRD, Malik A. 2019. Strategi diversifikasi usaha sebagai upaya peningkatan pendapatan rumah tangga nelayan. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan* 14(1): 1–12.
- Rogers EM. 2003. *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: Free Press.
- Somerville C, Cohen M, Pantanella E, Stankus A, Lovatelli A. 2014. *Small-scale Aquaponic Food Production: Integrated Fish and Plant Farming*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome: FAO.