



Pemberdayaan Kelompok Tani Tambak melalui Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT untuk Produksi Ikan Nila

Saharuddin^{1*}, Jamaluddin², Ahmad Risal³, Mustamin⁴, Fatma Syaifuddin⁵

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Makassar, Jl. AP Pettarani Makassar, 90221, Indonesia

⁵ Universitas Pancasakti Makassar, Jl. Andi Mangerangi Makassar, 90121, Indonesia

Email: saharuddin.sokku@unm.ac.id¹, jamaluddin6702@unm.ac.id², ahmadrisal@unm.ac.id³, mustamin@unm.ac.id⁴, fatmasyaifuddin@gmail.com⁵

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata kunci:
Budidaya Ikan Nila,
Kualitas Air Tambak,
Pemasaran Digital,
Pemberdayaan
Masyarakat, Penerapan
IoT

Kelompok Tani Masagena di Desa Pitusunggu, Kabupaten Pangkep, menghadapi masalah ketidakstabilan produksi ikan nila akibat fluktuasi kualitas air tambak dan terbatasnya pemanfaatan teknologi budidaya. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan stabilitas produksi melalui penerapan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dan penguatan kapasitas pemasaran digital. Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi, pelatihan teknis, pendampingan, serta instalasi perangkat IoT yang dilengkapi sensor pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan turbidity yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Selain itu, dilakukan pelatihan e-marketing dan penguatan branding usaha. Hasil program menunjukkan peningkatan signifikan pada kemampuan mitra dalam mengoperasikan alat, membaca data, serta melakukan tindakan korektif terhadap perubahan kualitas air. Implementasi IoT mampu menurunkan tingkat mortalitas ikan dari ±18% menjadi 8–10%, menstabilkan masa pemeliharaan pada ±4 bulan, serta meningkatkan produktivitas 12–15%. Pada aspek pemasaran, terjadi peningkatan permintaan sekitar 22% dan kenaikan harga jual melalui optimalisasi media sosial dan marketplace. Program ini terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas budidaya, daya saing produk, serta kapasitas kewirausahaan masyarakat pesisir.

This is an open access article under the CC BY-SA license



1. PENDAHULUAN

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) merupakan salah satu wilayah pesisir di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki potensi perikanan tambak yang besar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), wilayah ini memiliki luas tambak mencapai 13.616,17 hektare, dengan mayoritas penduduk bekerja pada sektor pertanian dan perikanan. Meskipun demikian, tingkat kesejahteraan masyarakat masih tergolong rendah—angka kemiskinan tahun 2023 terca-

* Email penulis korespondensi: saharuddin.sokku@unm.ac.id

tat kesejahteraan masyarakat masih tergolong rendah—angka kemiskinan tahun 2023 tercatat sebesar 13,40%. Kondisi ini menunjukkan bahwa sektor perikanan rakyat perlu t dan peningkatan kapasitas agar mampu memberikan kontribusi ekonomi yang lebih optimal.

Desa Pitusunggu di Kecamatan Ma'rang merupakan salah satu sentra budidaya ikan nila yang dikelola secara tradisional oleh kelompok masyarakat, termasuk Kelompok Tani Masagena. Berbagai kendala masih dihadapi petambak, antara lain kualitas air tambak yang tidak stabil, teknik budidaya yang belum berbasis data, serta keterbatasan dalam mengakses teknologi modern. Parameter penting seperti pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), dan kekeruhan air tidak pernah dimonitor secara terukur, sehingga perubahan kualitas air sering terlambat terdeteksi dan menyebabkan penurunan produktivitas. Kondisi tersebut diperparah oleh minimnya pelatihan teknis dan kurangnya pemahaman petambak terkait manajemen budidaya berbasis standar kualitas air.

Selain masalah produksi, aspek pemasaran juga menjadi tantangan utama. Produk ikan nila Kelompok Masagena hanya dipasarkan melalui jaringan lokal dengan ketergantungan tinggi pada pengepul, sehingga harga jual relatif rendah dan fluktuatif. Belum adanya pemanfaatan teknologi pemasaran digital, seperti *e-marketing*, *social media marketing*, atau pemanfaatan *marketplace*, menyebabkan jangkauan pemasaran sangat terbatas. Hal ini berdampak langsung pada rendahnya nilai tambah dan daya saing komoditas ikan nila di wilayah tersebut.

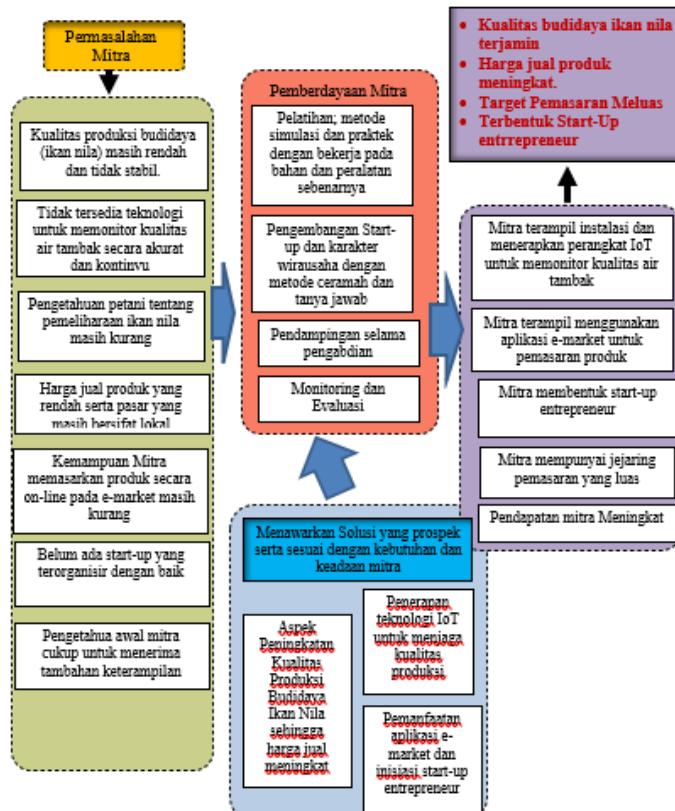
Melihat kompleksitas permasalahan tersebut, diperlukan intervensi yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga transformatif. Pendekatan berbasis teknologi tepat guna seperti *Internet of Things (IoT)* telah menjadi salah satu inovasi strategis yang terbukti efektif meningkatkan efisiensi budidaya perikanan. Sistem monitoring kualitas air berbasis *IoT* memungkinkan pemantauan parameter lingkungan secara real-time, memberikan peringatan dini terhadap perubahan kritis, serta membantu petambak mengambil keputusan secara cepat dan akurat. Teknologi ini telah banyak diterapkan dalam sektor akuakultur modern dan dapat menjadi solusi bagi perikanan rakyat skala kecil.

Selain itu, transformasi pemasaran melalui *digital marketing* memberikan peluang besar bagi petambak untuk memperluas pasar, meningkatkan branding, dan memperkuat posisi tarif produk mereka. Dengan pendekatan *start-up entrepreneur*, petambak tidak hanya dibekali pengetahuan teknis, tetapi juga kemampuan manajerial, pemasaran, dan inovasi usaha.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk menjawab permasalahan produksi dan pemasaran secara terintegrasi. Melalui penerapan sistem monitoring kualitas air berbasis *IoT*, pelatihan budidaya berbasis data, penguatan literasi digital, serta pendampingan pemasaran berbasis *e-marketing*, program ini bertujuan meningkatkan stabilitas produksi, memperkuat daya saing komoditas ikan nila, dan memberdayakan masyarakat pesisir secara berkelanjutan. Program ini juga sejalan dengan pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs)*, Asta Cita, Indikator Kinerja Utama (IKU) Perguruan Tinggi, serta Rencana Induk Riset Nasional (RIRN).

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan program pengabdian ini dirancang secara partisipatif, edukatif-transformatif, dan berbasis teknologi tepat guna. Tahapan pelaksanaan meliputi: (1) sosialisasi, (2) pelatihan, (3) penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)*, (4) pendampingan dan evaluasi, serta (5) keberlanjutan program. Setiap tahapan melibatkan mitra secara aktif untuk memastikan transfer pengetahuan dan keberlanjutan

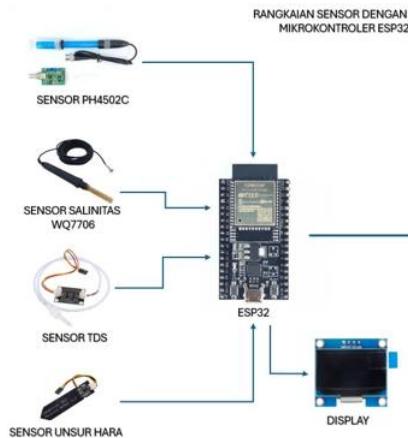


Gambar 1. Gambar Iptek yang diberikan kepada mitra

Pelaksanaan program pengabdian ini dibangun melalui rangkaian tahapan yang dirancang secara sistematis dan berorientasi pada transformasi kapasitas mitra. **Tahap pertama adalah sosialisasi**, yang menjadi fondasi seluruh kegiatan. Pada tahap ini, fokus utama diarahkan pada pembentukan pemahaman dasar petambak mengenai pentingnya kualitas air tambak dan kaitannya dengan kesehatan serta pertumbuhan ikan nila. Peserta diperkenalkan secara menyeluruh terhadap parameter lingkungan—seperti pH, salinitas, suhu, oksigen terlarut, dan unsur hara—beserta dampaknya terhadap keberhasilan budidaya. Selain itu, tahap sosialisasi juga menekankan pengenalan terhadap teknologi *Internet of Things (IoT)* sebagai alat bantu modern dalam menjaga stabilitas kualitas air tambak. Pada tahapan ini pula peserta memahami bagaimana teknologi informasi membuka peluang baru dalam pemasaran produk melalui *digital marketing*, serta diperkenalkan pada konsep *start-up entrepreneur* sebagai bentuk penguatan usaha berbasis inovasi.

Setelah pemahaman dasar terbentuk, kegiatan berlanjut pada **tahap pelatihan**, yang menjadi titik transformasi keterampilan teknis dan manajerial mitra. Pada tahap ini, peserta tidak hanya diberikan modul pelatihan—baik mengenai IoT, aplikasi berbasis Android, maupun panduan membangun usaha rintisan—melainkan juga terlibat langsung dalam aktivitas praktik lapangan. Pelatihan dimulai dengan demonstrasi teknis oleh tim pengabdi, kemudian peserta diarahkan untuk mempraktikkannya secara mandiri agar penguasaan keterampilan benar-benar tercapai. Penekanan pada tahap ini terletak pada penguatan kapasitas operasional mitra, mulai dari instalasi dan penggunaan sensor IoT, kemampuan membaca data *dashboard*, hingga kemampuan mendeteksi penurunan kualitas air dan mengambil tindakan korektif secara cepat. Pelatihan *e-marketing* dan *start-up entrepreneur* menekankan kemampuan peserta untuk memanfaatkan media digital, memahami peluang pasar, membangun branding, serta mengembangkan jejaring usaha yang lebih kuat.

Tahap berikutnya adalah **penerapan teknologi**, yang menjadi inti dari program ini. Pada tahap ini, teknologi IoT dipasang secara langsung pada tambak mitra, disertai dengan pengaturan sensor yang relevan seperti pH, suhu, oksigen terlarut, TDS/EC, dan turbidity. Penekanan pada tahap ini adalah keberhasilan integrasi antara sensor, mikrokontroler, koneksi internet, dan layanan *cloud* sehingga menghasilkan sistem monitoring yang dapat diakses secara real-time melalui *smartphone*. Selain implementasi IoT, tahap ini juga menekankan pengembangan identitas produk “NilaFresh – Ikan Segar Masagena”, pembuatan akun media sosial dan *marketplace*, serta produksi konten digital berkala. Pada tahap inilah inovasi teknologi dan penguatan pemasaran digital benar-benar dioperasionalkan.



Gambar 2. Teknologi yang diterapkan pada mitra

Penerapan Teknologi IoT untuk Monitoring Kualitas Air bertujuan: Meningkatkan kualitas dan stabilitas air tambak untuk menunjang pertumbuhan ikan nila yang optimal. Implementasi yang dilakukan dengan pemasangan sensor pH, suhu, DO (oksigen terlarut), dan salinitas yang terintegrasi dengan mikrokontroler (ESP32) dan cloud dashboard. Selain itu Inovasi sistem memonitor secara real-time via HP, serta alarm otomatis bila parameter kritis terdeteksi.

Selanjutnya, kegiatan memasuki **tahap pendampingan dan evaluasi**, yang memiliki penekanan pada kontrol mutu dan keberhasilan implementasi. Tim pengabdi memberikan pendampingan langsung untuk memastikan bahwa seluruh pengetahuan dan keterampilan yang telah diberikan benar-benar diaplikasikan dalam kegiatan budidaya sehari-hari. Pendampingan mencakup pemantauan data kualitas air, pengecekan stabilitas sensor, pengawasan tindakan korektif mitra, serta pengamatan aktivitas pemasaran digital. Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen kuesioner, wawancara, dan analisis data produksi untuk mengukur tingkat pemahaman, efektivitas teknologi, peningkatan produktivitas, serta kemajuan pemasaran. Penekanan utama pada tahap ini adalah memastikan semua target capaian yang telah dirumuskan sebelumnya dapat diukur, dicapai, dan diperbaiki bila diperlukan.



Gambar 3. Pelatihan dan pendampingan

Tahap terakhir adalah **keberlanjutan program**, yang menjadi titik penegasan komitmen jangka panjang. Pada tahap ini, mitra dibimbing untuk melanjutkan praktik terbaik yang telah diperoleh, baik dalam pengoperasian perangkat IoT, pemanfaatan *e-marketing*, maupun pengelolaan usaha rintisan. Penekanan pada tahap keberlanjutan terletak pada penguatan kapasitas mandiri mitra: mereka dilatih untuk menjadi trainer (*Training of Trainers / ToT*), diberikan pendampingan pasca-program, dan didorong untuk berbagi pengetahuan kepada kelompok tani lain. Selain itu, tahap ini menekankan perlunya kolaborasi dengan perangkat desa atau dinas terkait agar program dapat diintegrasikan dalam kegiatan rutin pemerintah. Jika dibutuhkan, pelatihan lanjutan akan diberikan untuk memperkuat keterampilan teknis dan manajerial mitra. Tahap ini juga menjadi landasan pengimbasan program agar manfaatnya dapat menjangkau komunitas yang lebih luas.

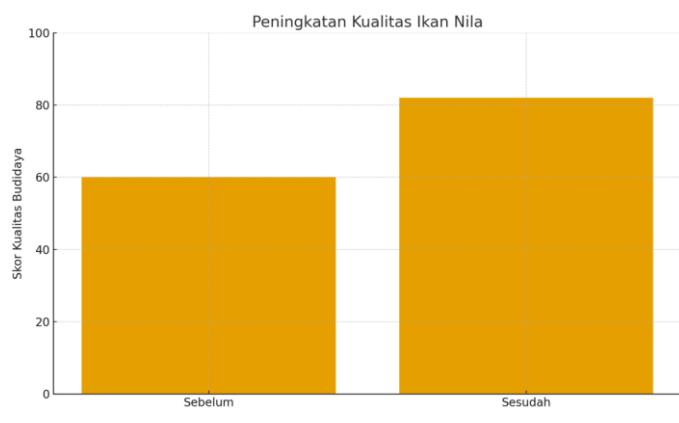
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada Kelompok Tani Masagena yang berfokus pada penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk monitoring kualitas air tambak dan penguatan pemasaran digital memberikan sejumlah capaian yang signifikan. Hasil-hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kualitas budidaya ikan nila, peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra, serta penguatan kapasitas usaha melalui pemanfaatan teknologi digital. Anggota mitra diberikan angket serta wawancara langsung untuk mendapatkan tanggapan mereka terhadap kegiatan ini.

3.1. Peningkatan Kualitas Budidaya Ikan Nila

Implementasi sistem monitoring kualitas air berbasis IoT memberikan dampak langsung terhadap stabilitas kualitas air tambak. Parameter seperti suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, dan kekeruhan dapat dipantau secara real-time, sehingga tindakan korektif dapat dilakukan lebih cepat dan tepat. Hal ini berkontribusi pada peningkatan kualitas budidaya yang tercermin dari pertumbuhan ikan yang lebih seragam, penurunan tingkat stres ikan, dan berkurangnya risiko kematian mendadak akibat fluktuasi kondisi air.

Hasil pengukuran menunjukkan peningkatan skor kualitas budidaya dari 60 (kategori sedang) menjadi 82 (kategori baik). Grafik berikut menggambarkan peningkatan tersebut:



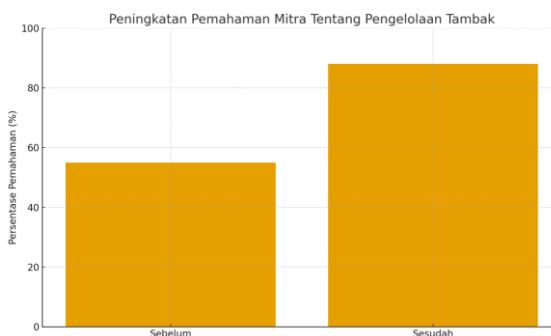
Gambar 4. Peningkatan Kualitas Ikan Nila

Peningkatan ini mengindikasikan bahwa teknologi IoT mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap efektivitas pengelolaan tambak, sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya bahwa monitoring kualitas air berkelanjutan berpengaruh langsung pada produktivitas.

3.2. Peningkatan Pemahaman Mitra tentang Pengelolaan Tambak

Pelatihan dan pendampingan intensif yang diberikan kepada anggota mitra menghasilkan peningkatan pengetahuan yang sangat signifikan. Mitra kini memahami fungsi tiap parameter kualitas air, bahaya perubahan parameter secara tiba-tiba, serta cara-cara preventif menjaga kestabilan air.

Data menunjukkan bahwa tingkat pemahaman petambak meningkat dari 55% menjadi 88%. Grafiknya sebagai berikut:



Gambar 5. peningkatan pemahaman mitra tentang pengelolaan tambak

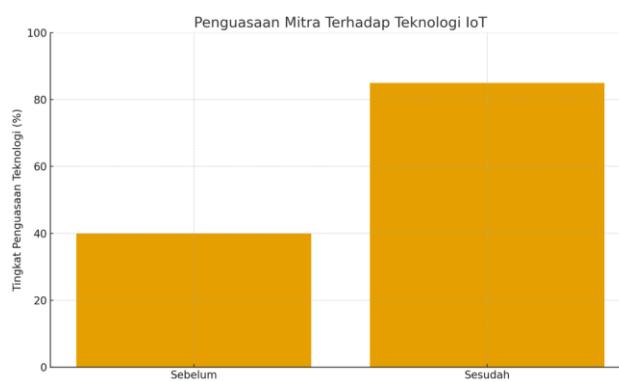
Peningkatan pemahaman ini menjadi dasar penting bagi keberlanjutan teknologi IoT, karena instrumen yang baik akan sia-sia jika tidak dibarengi dengan kompetensi pengguna. Fakta bahwa mitra mampu menafsirkan data IoT dengan baik menjadi indikator keberhasilan tahap edukatif-transformatif dari program ini.

3.3. Peningkatan Penguasaan Mitra terhadap Teknologi IoT

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa penguasaan mitra terhadap aspek teknologi meningkat secara drastis. Sebelum program, sebagian besar petambak belum pernah berinteraksi dengan sensor digital, aplikasi berbasis *cloud*, atau perangkat IoT. Setelah pelatihan, mitra sudah mampu:

- memasang dan mengkalibrasi sensor,
- membaca data secara mandiri melalui aplikasi,
- mengenali pola penurunan kualitas air,
- melakukan tindakan korektif berdasarkan hasil monitoring,
- melaporkan perubahan ekstrem kepada tim pendamping.

Tingkat penguasaan teknologi meningkat dari 40% menjadi 85%. Grafik berikut memperlihatkan peningkatannya:



Gambar 6. Penguasaan mitra terhadap teknologi yang diterapkan

Hal ini membuktikan bahwa teknologi tepat guna dapat diadopsi masyarakat jika didesain sederhana, terjangkau, serta didukung oleh pendampingan yang memadai.

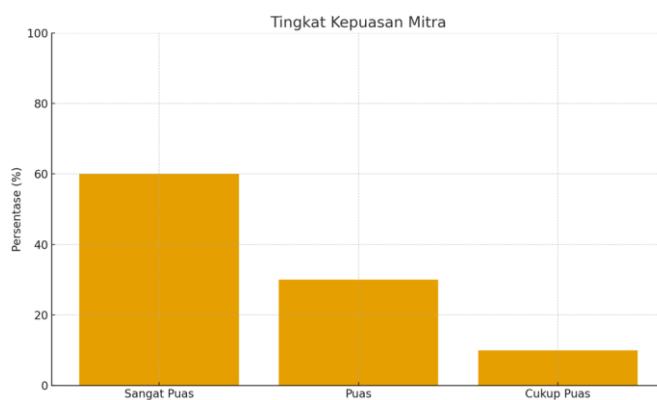
3.4. Tingkat Kepuasan Mitra terhadap Program

Evaluasi akhir menunjukkan bahwa program mendapatkan respons yang sangat positif dari anggota Kelompok Tani Masagena. Sebagian besar menyatakan bahwa program ini sangat membantu dalam meningkatkan pemahaman teknis, keterampilan operasional, serta kapasitas usaha mereka.

Data menunjukkan bahwa:

- 60% mitra menyatakan **sangat puas**,
- 30% menyatakan **puas**,
- 10% menyatakan **cukup puas**,
- tidak ada yang menyatakan tidak puas.

Berikut grafik tingkat kepuasan:



Gambar 7. Tingkat kepuasan mitra terhadap pelaksanaan kegiatan

3.5. Tanggapan Mitra terhadap Dampak Program

Melalui wawancara dan umpan balik terbuka, beberapa poin penting muncul sebagai representasi persepsi mitra:

1. Mitra merasa lebih percaya diri dalam mengelola tambak karena memiliki data yang akurat sebagai dasar pengambilan keputusan.
2. Mereka mengakui bahwa teknologi IoT membantu mengurangi kerugian akibat kematian ikan yang sebelumnya sering terjadi secara tiba-tiba.
3. Dalam aspek pemasaran, mitra merasa lebih siap masuk pasar digital dan mulai memahami cara membuat konten, mengambil foto produk, serta mempromosikan ikan nila secara online.
4. Konsep *start-up entrepreneur* memberikan sudut pandang baru tentang bagaimana budidaya ikan bisa menjadi usaha yang lebih modern dan kompetitif.
5. Mitra sangat berharap agar program ini berlanjut dan diperluas ke kelompok tani tambak lain di desa Pitusunggu.

Secara umum, seluruh mitra menyampaikan bahwa program ini adalah salah satu bentuk pendampingan yang paling relevan dan bermanfaat karena langsung menjawab kebutuhan teknis dan ekonomi mereka.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai Kesimpulan; Program pengabdian kepada masyarakat ini telah memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kapasitas teknis maupun manajerial mitra. Implementasi teknologi IoT terbukti mampu meningkatkan stabilitas kualitas air tambak, yang berdampak pada peningkatan kualitas budidaya ikan nila dari kategori sedang menjadi kategori baik. Selain itu, pelatihan intensif yang diberikan berhasil meningkatkan pemahaman mitra mengenai pengelolaan tambak sebesar 33 poin persentase, sekaligus meningkatkan kemampuan mereka dalam mengoperasikan perangkat IoT dari 40% menjadi 85%.

Pada aspek pemasaran, mitra mulai memahami pemanfaatan media digital sebagai sarana untuk memperluas jangkauan distribusi produk, membangun citra usaha, serta meningkatkan nilai jual komoditas. Tingkat kepuasan mitra yang mencapai 90% (kategori puas dan sangat puas) menunjukkan bahwa intervensi program telah sesuai dengan kebutuhan dan memberikan manfaat nyata dalam mendukung usaha budidaya mereka. Secara keseluruhan, kegiatan ini telah memperkuat kapasitas produksi, meningkatkan literasi digital, serta membuka peluang pengembangan usaha berbasis teknologi di tingkat masyarakat pesisir.

Sebagai saran; Mitra perlu menjaga keberlanjutan penggunaan IoT, memperluas penerapan ke kelompok lain melalui ToT, memperkuat pemasaran digital, meningkatkan kolaborasi dengan pemerintah, serta mengikuti pelatihan lanjutan di bidang kewirausahaan dan manajemen usaha untuk memastikan pengembangan budidaya dan pemasaran yang berkelanjutan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan atau kontribusi terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian; utama kepada pihak DRTPM Diktiristek sebagai penyedia dana, Universitas Negeri Makassar, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNM, serta pihak mitra.

REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. (2022). *Ini 5 daerah termiskin di Sulawesi Selatan hasil survei BPS tahun 2022.* Retrieved April 11, 2025, from <https://sulsel.suara.com/read/2022/04/05/211305/ini-5-daerah-termiskin-di-sulawesi-selatan-hasil-survei-bps-tahun-2022>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkep. (2023). *Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dalam angka 2023.* Retrieved April 11, 2025, from <https://pangkepkab.bps.go.id>
- Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan. (2016, August 2). *Kajian potensi kawasan pertambakan di Kabupaten Pangkep.* Retrieved April 11, 2025, from <https://databasebrpbap3.com/2016/08/02/kajian-potensi-kawasan-pertambakan-di-kabupaten-pangkep-sulawesi-selatan-dengan-teknologi-penginderaan-jauh-yang-diintegrasikan-dengan-sistem-informasi-geografis/>
- Fajri, A., & Latief, A. (2022). Strategi peningkatan kinerja pemasaran produk ikan nila. In *Prosiding Seminar Nasional UNM 2022.* Universitas Negeri Makassar. Retrieved April 11, 2025, from <https://ojs.unm.ac.id/semnasunm2022/article/view/41634>
- Hidayat, N., & Lubis, R. A. (2021). Pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pemanfaatan teknologi digital. *Jurnal Abdi Karya*, 4(1), 12-19. Retrieved April 11, 2025, from <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jabdimas/article/view/12935>

- Hutabarat, S., & Ginting, A. (2022). Transformasi digital dalam pemberdayaan masyarakat pesisir. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 6(2), 101–109. Retrieved April 11, 2025, from <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpm/article/view/27232>
- Indonesia Climate Change Trust Fund. (n.d.). *Inovasi budidaya udang tingkatkan ekonomi petani di Kabupaten Pangkep*. Retrieved April 11, 2025, from <https://www.icctf.or.id/inovasi-budidaya-udang-tingkatkan-ekonomi-petani-di-kabupaten-pangkep/>
- Jala Tech. (2021). *Pentingnya memahami kualitas air dan manajemennya dalam budidaya udang vaname*. Retrieved April 11, 2025, from <https://jala.tech/id/blog/tips-budidaya/pentingnya-memahami-kualitas-air-dan-manajemennya>
- Jamaluddin, Aulia, A. I., Nasrullah, M., & Darwis, M., & Niswaty, R. (2022). Student perceptions of the effectiveness of the Makassar State University Bidikmisi tuition fee assistance program. *Jurnal Ad'ministrare*, 9(1), 81–88. <https://doi.org/10.26858/ja.v9i1.33048>
- Jamaluddin, Mustarin, & Novitasari, A. (2019, November 16). Penggunaan *LED grow light* dalam pengembangan media pembelajaran simulator hidroponik mini berbasis mikrokontroler di SMK Pertanian. In *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*.
- Jamaluddin, Mustarin, & Rahman, K. (2019, October 5). Pengolahan ikan bandeng dengan menggunakan alat mesin pemisah tulang di Kecamatan Maros Baru Kabupaten Maros. In *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*.
- Jamaluddin, Novitasari, E., & Mappalotteng, A. M. (2019, September 9). Respon peserta didik dalam penerapan media pembelajaran simulator hidroponik mini berbasis mikrokontroller di SMK. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Vokasi FT UNM*.
- Latief, L. (2019). *Penataan ruang kawasan rawan banjir daerah aliran sungai (DAS) Pangkajene*. UIN Alauddin Makassar. Retrieved April 11, 2025, from <https://repositori.uin-alauddin.ac.id/3657/>
- Mulyadi, A., & Nugroho, E. (2022). Kesesuaian kualitas air tambak bandeng dan vanamei di Kecamatan Ujungpangkah Gresik. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 12(1), 45–53. Retrieved April 11, 2025, from <https://journal.ugm.ac.id/index.php/jpp/article/view/1405>
- Nasruddin, Baharuddin, M., & Sari, R. (2020). Pengembangan usaha budidaya ikan nila di tambak. *Agriplus: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. Retrieved April 11, 2025, from <https://ejournal.umi.ac.id/index.php/AGRIPLUS/article/view/1822>
- Pemerintah Kabupaten Pangkep. (2024). *Pemkab Pangkep berhasil turunkan angka kemiskinan*. Retrieved April 11, 2025, from <https://pangkepkab.go.id/berita/pemkab-pangkep-berhasil-turunkan-angka-kemiskinan>
- Prasetyo, D. E., & Wulandari, D. (2023). Manajemen kualitas air pada kolam budidaya pembesaran ikan bandeng (*Chanos chanos*) di BBPBAP Jepara, Jawa Tengah. Retrieved April 11, 2025, from <https://www.researchgate.net/publication/376154655>
- Putri, A. N., & Rahman, N. A. (2023). Kajian potensi kawasan ekowisata Tanaraja di Kabupaten Pangkep. *Jurnal Ilmu Lingkungan Akuatik*, 4(2). Retrieved April 11, 2025, from <https://journal.unhas.ac.id/index.php/julia/article/view/41686>
- Rahman, M. (2020). *Analisis faktor yang mempengaruhi produksi ikan bandeng di Kabupaten Pangkep* (Undergraduate thesis). Universitas Negeri Makassar. Retrieved April 11, 2025, from <https://eprints.unm.ac.id/9260/>

- Rosmala, D. (2021). Strategi digital marketing untuk UMKM di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 5(1), 35–42. Retrieved April 11, 2025, from <https://ejurnal.stietribhakti.ac.id/index.php/jurnal/article/view/139>
- Saharuddin. (2024). *Sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor pH dan TDS berbasis IoT*. Indonesia Patent No. EC00202445025.
- Saharuddin, Sokku, S. R., & Harun, S. F. (2021). Measurement of level content of methane in household waste based on Arduino and gas sensor. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1244/1/012042>
- Saharuddin, Sokku, S. R., & Harun, S. F. (2020). Deteksi sapi sehat berdasarkan suhu tubuh berbasis sensor MLX90614 dan mikrokontroller. Retrieved from <https://ojs.unm.ac.id/semnaslemlit/article/view/11690/0>
- Saharuddin, S. T., Mantasia, S. Pd., Mustamin, S. Pd., & Andi Nurismalasari, S. Pd. (2022). *Sistem monitoring pengaman pintu otomatis berbasis IoT*. Indonesia Patent No. EC00202200559.
- Saharuddin. (2024). *Sistem kontrol pneumatic berbasis Arduino*. Indonesia Patent No. EC002024246530.
- Saharuddin, Sutarsi, & Suhaeb. (2023). *Sistem mikroprosesor*. UNM Press.
- Sari, D. P., Lestari, D., & Herawati, A. (2019). Pengaruh kelimpahan klekap di tambak tradisional terhadap pertumbuhan ikan bandeng dan udang windu. *Berkala Hayati*, 4(2), 59–65. Retrieved April 11, 2025, from <https://new.berkalahayati.org/index.php/jurnal/article/view/208>
- Supriyadi, H., & Santoso, B. (2019). Pengaruh padat tebar terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bandeng (*Chanos chanos*) di keramba jaring apung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 6(1), 24–30. Retrieved April 11, 2025, from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/11778>