

Implementation of IoT-Based Siwarola and Marketplace to Improve the Welfare of Farmers

Implementasi Siwarola Berbasis IoT dan Pasar Online untuk Meningkatkan Kesejahteraan Petani

Mawardi*¹, Panangian Mahadi Sihombing², Rafiqah Humaira³

^{1,2,3}Universitas Al-Azhar

E-mail: mawardi.ipc@gmail.com¹, mahadinababan@gmail.com², rafiqahhumaira@gmail.com³

Abstract

This activity aims to improve the welfare of freshwater fish farmers through the implementation of an aerator monitoring and control system (Siwarola) based on the Internet of Things (IoT) and online marketplace (Marketplace). Training and mentoring were carried out at the Pondok Miri Asri Farmer Group, Deli Serdang Regency, with pre-test and post-test evaluations as well as Likert scales. The training that has been provided includes socialization of water quality parameters suitable for freshwater fish farming, the application of IoT-based Siwarola technology, and Marketplace applications in the form of Tokopedia and Shopee. The results show that by applying IoT-based Siwarola, the average fish weight has increased by 109.52% and reduced the average tilapia mortality rate by 44.44%. Meanwhile, by jointly applying the Marketplace application and IoT-based Siwarola technology, it has succeeded in expanding marketing beyond the local area and increasing partner revenue by up to 190.98%. This program demonstrates the effectiveness of IoT-based technology and Marketplace applications in supporting sustainable fish farming results.

Keywords: Marketplace; Siwarola berbasis IoT; Freshwater fish.

Abstrak

Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kesejahteraan petani budidaya ikan air tawar melalui implementasi sistem pengawasan dan pengontrolan aerator (Siwarola) berbasis internet of things (IoT) dan pasar online (Marketplace). Pelatihan dan pendampingan dilakukan pada Kelompok Tani Pondok Miri Asri Kabupaten Deli Serdang dengan evaluasi pre-test dan post-test serta skala likert. Pelatihan yang telah diberikan meliputi sosialisasi parameter kualitas air yang sesuai untuk budidaya ikan air tawar, penerapan teknologi Siwarola berbasis IoT, dan aplikasi Marketplace berupa Tokopedia dan Shopee. Hasil menunjukkan bahwa dengan mengaplikasikan Siwarola berbasis IoT telah meningkatkan berat ikan nilai rata-rata hingga 109,52% dan menurunkan tingkat kematian ikan nila rata-rata hingga 44,44%. Sedangkan, dengan mengaplikasikan secara bersama aplikasi Marketplace dan teknologi Siwarola berbasis IoT telah berhasil memperluas pemasaran hingga luar wilayah lokal dan meningkatkan pendapatan mitra hingga 190,98%. Program ini menunjukkan efektivitas teknologi berbasis IoT dan aplikasi Marketplace dalam mendukung hasil budidaya ikan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Marketplace; Siwarola berbasis IoT; ikan air tawar.

1. PENDAHULUAN

Kelompok Tani Pondok Miri Asri terletak di Desa Sei Semayang Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. Desa Sei Semayang memiliki beberapa potensi wilayah, yaitu salah satunya merupakan desa terluas di Kecamatan Sunggal dengan ukuran sekitar 12,35 km²/sq.km atau sekitar 13,35% dari luas total Kecamatan Sunggal. Desa tersebut memiliki luas areal budidaya air tawar sekitar 21,43 ha dan dua unit pengolahan ikan dengan jumlah produksi 138 ton di tahun 2022. Selain itu, terdapat juga 214 rumah tangga yang melakukan budidaya ikan air tawar ([Tambunan, 2023](#); [Waruwu, 2023](#)). Namun, berdasarkan potensi luas areal budidaya air tawar tersebut, seharusnya hasil budidaya ikan air tawar mencapai lebih dari 200-ton tiap tahun ([Pramono Adi & Suryana, 2023](#)). Potensi lainnya, yaitu posisi strategis Desa Sei Semayang seperti diperlihatkan peta wilayah Kecamatan Sunggal Gambar 1. Berdasarkan gambar tersebut, Desa Sei Semayang berbatasan dengan Jalan Lintas Medan-Binjai di sebelah utara, di sebelah timur

berbatasan dengan Desa Sei Mencirim dan Medan Krio, di sebelah selatan berbatasan dengan Desa Pujimulyo, dan di sebelah barat berbatasan dengan Kelurahan Tenggurono-Kotamadya Binjai. Desa Sei Semayang juga memiliki beberapa sarana perdagangan, yaitu tiga kelompok pertokoan, empat pasar dengan bangunan semi permanen, dua buah pasar mini, dan tiga restoran. (Tambunan, 2023; Waruwu, 2023). Berdasarkan potensi tersebut seharusnya masyarakat Desa Sei Semayang dapat meningkatkan penjualan dan tidak mengharapkan tengkulak sebagai pembeli utama hasil panen budidaya ikan air tawar (Kusumanti et al., 2023).



Gambar 1. Peta Wilayah Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang

Profil Kelompok Tani Pondok Miri Asri merupakan kelompok swadaya masyarakat (KSM) yang bergerak di bidang pertanian dan budidaya ikan air tawar. Di bidang pertanian, kelompok tersebut memiliki usaha berupa penyemaian bibit produktif seperti pohon buah matoa, mangga, dan simpur. Selain itu, terdapat kegiatan usaha pembuatan pupuk kompos dari kotoran hewan ternak dan kegiatan pengolahan sampah plastik. Di bidang budidaya ikan air tawar seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3, kelompok tersebut menjalani usaha budidaya ikan lele, ikan nila, ikan gurami, dan ikan patin (Nasution et al., 2024; N D Hanafi et al., 2020). Latar belakang kegiatan pengabdian ini adalah Desa Sei Semayang memiliki potensi untuk aktivitas pertanian maupun budidaya ikan air tawar karena memiliki suhu udara rata-rata maksimal 29,9°C dan minimal 26,9°C (Koniyo, 2020). Sedangkan, kelembaban udara rata-rata maksimal 83,8% dan minimal 73,6% (Waruwu, 2023). Namun, berdasarkan survei di lapangan yang dilakukan oleh tim pengabdian pada salah satu kelompok tani di desa tersebut yaitu Kelompok Tani Pondok Miri Asri masih memiliki masalah di bidang produksi budidaya ikan air tawar dan pemasaran. Masalah di bidang produksi meliputi pertumbuhan ikan yang lama dan kematian ikan akibat penyakit (Krisnati Dewi et al., 2022; Muhamat & Hidayaturrehman, 2017; Yuliani et al., 2023). Saat ini, waktu panen ikan yang diperlukan selama enam bulan dengan berat ikan nila rata-rata 200 gram/ekor. Hal tersebut tidak sesuai dengan pertumbuhan ikan nila normal yang mencapai berat minimal 300 gram/ekor pada usia enam bulan (Safsafubun et al., 2023). Sedangkan masalah di bidang pemasaran, yaitu kelompok tani tersebut hanya menjual hasil panen pada pasar setempat. Dengan demikian, harga jual ikan yang rendah diperoleh karena ditentukan oleh tengkulak. Kondisi saat ini (*existing*) kelompok tani tersebut belum menerapkan teknologi terapan untuk meningkatkan hasil panen budidaya ikan dan *platform Marketplace* untuk memperluas cakupan pemasaran. Padahal teknologi terapan dan *platform Marketplace* telah terbukti memberikan keuntungan (Gunawan et al., 2022; Nurzaman et al., 2024).



Gambar 2. Budidaya Ikan Air Tawar pada (a) Kolam Terpal dan (b) Kolam Beton

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi hasil budidaya ikan air tawar adalah kualitas air yang meliputi parameter suhu, oksigen terlarut, dan Ph ([Bagaskara et al., 2022](#); [Nasyrah et al., 2024](#); [Nursobah et al., 2022](#)). Saat ini, petani budidaya ikan tidak kontinu dalam memperhatikan ketiga parameter tersebut. Hal ini disebabkan petani budidaya ikan tidak paham terkait pentingnya kualitas air untuk budidaya ikan. Selain itu, pengukuran parameter kualitas air secara langsung menggunakan alat ukur membuat pekerjaan tersebut tidak efisien dilakukan oleh petani budidaya ikan ([Mawardi et al., 2023](#); [Ramadhan et al., 2024](#)). Sedangkan, pemantauan parameter kualitas air tersebut diperlukan sebagai acuan untuk mengontrol kualitas air baik dengan menambahkan bahan kimia maupun menghidupkan aerator. Aerator bertujuan untuk meningkatkan kadar oksigen di dalam air sehingga dapat meningkatkan kualitas suhu dan Ph pada kolam ([Badarusalam et al., 2023](#); [Indriati & Hafiludin, 2022](#)). Oleh karena itu, penerapan teknologi tepat guna berbasis *Internet of Things* (IoT) sangat diperlukan untuk menjaga kualitas air agar sesuai untuk budidaya ikan sehingga dapat memperkecil tingkat kematian ikan akibat penyakit dan meningkatkan berat ikan ([Scabra & Setyowati, 2019](#); [Syaifudin & Akbar, 2021](#)). Teknologi IoT memungkinkan petani budidaya dapat memantau parameter kualitas air kolam melalui android sehingga petani tidak perlu mengukur parameter air secara langsung pada kolam ([Sihombing, 2023](#)). Selain itu, teknologi IoT dapat mengontrol aerator agar bekerja otomatis berdasarkan parameter air sehingga penggunaan aerator lebih efisien baik dalam usia pemakaian aerator maupun penggunaan energi listrik.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya terkait perancangan alat pemantauan/ monitoring kualitas air kolam/tambak berbasis IoT ([Danial et al., 2024](#); [Indartono et al., 2020](#); [Kusrini et al., 2016](#); [Salim & Edidas, 2023](#)). Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penerapan teknologi berbasis IoT telah meningkatkan hasil panen budidaya ikan secara signifikan. Hal tersebut dapat dicapai karena petani mengetahui kualitas air secara cepat sehingga dapat memberikan penanganan yang tepat untuk mempertahankan kualitas air. Pada kegiatan pengabdian ini telah diterapkan hasil penelitian oleh tim pengabdian berupa sistem pengawasan dan pengontrolan aerator (Siwarola) berbasis IoT ([Mawardi et al., 2024](#)). Alat tersebut tidak hanya dapat memantau kualitas air, namun juga dapat mengontrol aerator dan pompa untuk bekerja secara otomatis berdasarkan kebutuhan. Terdapat juga penelitian sebelumnya terkait penerapan teknologi pemasaran berbasis digital untuk meningkatkan penjualan produk ([Fadhilah & Pratiwi, 2021](#); [Irfani et al., 2020](#); [Sagita & Wijaya, 2022](#)). Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut, penerapan aplikasi pemasaran digital seperti *Marketplace* dan media sosial telah berperan penting untuk memperluas cakupan pemasaran sehingga mampu meningkatkan penjualan produk di luar wilayah lokal.

2. METODE

Terdapat tiga tahapan yang dilakukan pada kegiatan ini, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi. Gambar 4 adalah diagram alir kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh tim PKM.



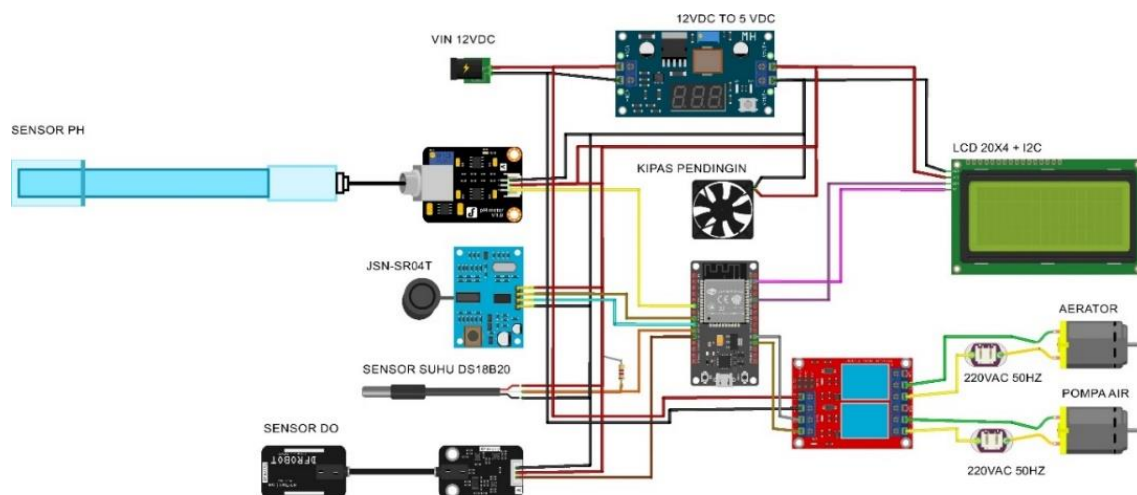
Gambar 4. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

Tahap persiapan meliputi survei di lapangan yang dilakukan oleh tim pengabdian pada Kelompok Tani Pondok Miri Asri Desa Sei Semayang Kabupaten Deli Serdang. Pada tahap ini telah ditemukan dua masalah utama yang dialami kelompok tersebut, yaitu bidang produksi dan bidang pemasaran. Bidang produksi berupa tingkat kematian ikan $\pm 30\%$ dan berat ikan usia enam bulan rata-rata 200gr/ekor. Sedangkan, bidang pemasaran berupa penjualan hasil panen budidaya ikan air tawar petani yang mayoritas dijual pada tengkulak. Selanjutnya, metode yang telah ditentukan untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu melaksanakan sosialisasi kualitas air budidaya ikan air tawar, pelatihan penerapan Sistem Pengawasan dan Pengontrolan Aerator (Siwarola) berbasis *Internet of Things* (IoT), dan pelatihan penerapan teknologi *Marketplace*. Pada tahap ini, Mitra memiliki beberapa partisipasi yang sangat dibutuhkan oleh tim pengabdian sebagai berikut:

1. Mitra memberikan informasi terkait masalah yang dihadapi kepada tim pengabdian secara rinci.
2. Mitra bersedia mengikuti seluruh pelatihan yang akan diberikan oleh tim pengabdian.
3. Mitra menyediakan tempat pelatihan dan ikut serta dalam melakukan instalasi/penerapan teknologi.
4. Mitra menyediakan kolam ikan air tawar yang digunakan untuk kegiatan pengabdian.

Sosialisasi parameter kualitas air dilakukan untuk mengatasi masalah kurangnya pemahaman mitra terhadap parameter-parameter kualitas air yang sesuai untuk budidaya ikan air tawar. Parameter kualitas air yang dimaksud meliputi suhu, Ph, level air, turbiditas, oksigen terlarut, dan *total dissolved solid* (TDS) (Ali et al., 2020; Hidayatullah et al., 2018). Selain itu, sosialisasi cara mempertahankan kualitas air agar sesuai dengan pertumbuhan ikan air tawar juga dilakukan. Untuk mempertahankan kualitas air tersebut digunakan mesin aerator dan mesin pompa. Kedua mesin tersebut dikendalikan secara otomatis melalui Siwarola berbasis IoT.

Pelatihan penerapan Siwarola berbasis IoT dilaksanakan untuk mengatasi masalah produksi dengan cara mengurangi tingkat kematian ikan dan meningkatkan berat rata-rata ikan melalui pengendalian kualitas air kolam. Pelatihan tersebut meliputi pelatihan terkait prinsip kerja, cara memasang mesin aerator dan alat Siwarola berbasis IoT dengan benar pada kolam. Pada kedua sistem tersebut terdapat metode instalasi listrik yang dilatih kepada mitra untuk menghindari bahaya listrik. Capaian dari pelatihan tersebut adalah mitra mampu mengimplementasikan alat Siwarola untuk mempertahankan kualitas air secara otomatis dan memantau parameter-parameter kualitas air melalui android (masalah produksi). Rangkaian Siwarola berbasis IoT seperti pada Gambar 5 memiliki fungsi utama mengendalikan mesin aerator dan mesin pompa secara otomatis sesuai kebutuhan.



Gambar 5. Rangkaian Siwarola Berbasis IoT

Berdasarkan Gambar 5, Siwarola berbasis IoT tersusun dari empat buah sensor, yaitu sensor kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), sensor suhu air (DS18B20), sensor level air (JSN-Sr04T), dan sensor Ph. Keempat sensor mengirimkan hasil pengukuran secara kontinu kepada prosesor ESP32 untuk diproses. Berdasarkan data dari keempat sensor, ESP32 mengontrol kerja kedua mesin aerator dan mesin pompa melalui sebuah relai 2 kanal. Relai berfungsi sebagai *interface* di antara tegangan 5 Volt dari ESP32 dan tegangan 220 Volt untuk menggerakkan kedua mesin. ESP32 juga menampilkan hasil pengukuran keempat sensor pada LCD20x4 dan juga mengirimkan hasil pengukuran tersebut ke *web server* Blynk IoT. Dengan demikian, hasil pengukuran dapat dilihat menggunakan android melalui *platform* Blynk IoT. Sebelumnya, ESP32 mendapatkan layanan jaringan internet melalui *Router* atau *Hotspot* yang tersedia. Konverter *direct current* (DC) to DC berfungsi menurunkan tegangan suplai 12 Volt DC menjadi 5 Volt DC.

Pelatihan penerapan teknologi *Marketplace* dilaksanakan untuk mengatasi masalah pemasaran dengan cara memperluas cakupan pemasaran ke luar wilayah lokal. Pelatihan tersebut meliputi pembuatan akun pengguna, mengunggah/menjual produk, dan transaksi jual-beli. Pelatihan penerapan teknologi *Marketplace* dilakukan pada aplikasi Tokopedia dan Shopee.

Tahap evaluasi dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode *pre-test* dan *post-test* serta metode skala likert. Metode *pre-test* dan *post-test* menggunakan indikator pemahaman Mitra terhadap kualitas air, kemampuan Mitra menggunakan Siwarola berbasis IoT,

dan aplikasi *Marketplace*. Metode penilaian *pra-test* dan *post-test* diterapkan pada tahapan sosialisasi dan pelatihan. Tahapan sosialisasi berupa sosialisasi kualitas air kolam untuk budidaya ikan air tawar, sedangkan tahapan pelatihan meliputi pelatihan penggunaan alat Siwarola berbasis IoT dan aplikasi *Marketplace*. Kegiatan tersebut diperlukan untuk mengukur tingkat pemahaman mitra setelah mengikuti kegiatan sosialisasi dan pelatihan. Sehingga, mitra memiliki kemampuan untuk menggunakan alat Siwarola berbasis IoT yang digunakan untuk meningkatkan hasil budidaya ikan air tawar dan teknologi *Marketplace* untuk meningkatkan hasil penjualan. Sedangkan, metode skala likert digunakan untuk mengukur keberhasilan kegiatan PKM secara keseluruhan dengan indikator peningkatan berat ikan dan pendapatan Mitra, serta penurunan tingkat kematian ikan. Jumlah koresponden yang digunakan pada setiap metode evaluasi sebanyak 15 orang yang terdiri dari anggota Kelompok Tani Pondok Miri Asri dan Tokoh Masyarakat. Khusus metode skala likert, interval yang digunakan pada evaluasi ini sebanyak 5 interval dan Nilai Indeks (%) yang menjadi acuan keberhasilan ditentukan dengan menggunakan Persamaan 1 ([Dani Septia et al., 2024](#)). Sedangkan untuk menghitung persentase hasil kegiatan PKM dari setiap indikator digunakan Persamaan 2 ([Christin et al., 2022](#)).

$$\text{Rumus Indek (\%)} = \left(\frac{\text{Total Skor}}{\text{Skor Maksimum}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Hasil PKM (\%)} = \left(\frac{\text{Nilai Setelah PKM} - \text{Nilai Sebelum PKM}}{\text{Nilai Sebelum PKM}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Adapun hasil evaluasi yang diharapkan dari hasil kegiatan ini diperlihatkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, setelah dilakukan kegiatan PKM pada Kelompok Tani Pondok Miri Asri Desa Sei Semayang diharapkan terjadi beberapa peningkatan. Peningkatan tersebut meliputi, pemahaman terkait kualitas air budidaya ikan air tawar $\geq 70\%$, penggunaan Siwarola berbasis IoT $\geq 70\%$, penggunaan aplikasi *Marketplace* $\geq 70\%$, peningkatan berat ikan $\geq 100\%$, dan peningkatan pendapatan mitra $\geq 80\%$.

Tabel 1. Hasil yang Diharapkan dari Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)

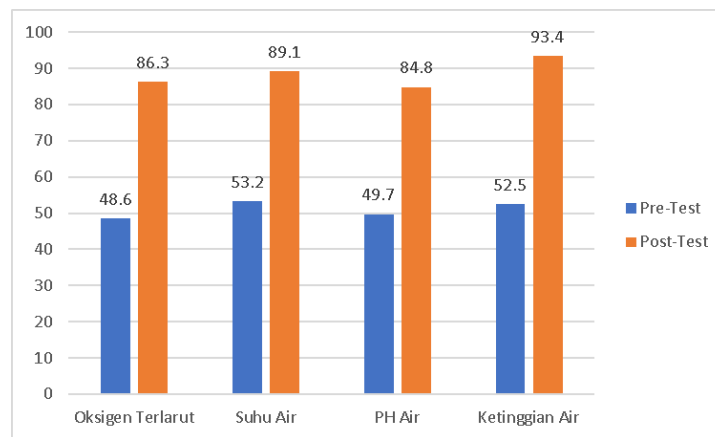
Hasil Kegiatan Pelatihan	Nilai
Peningkatan Pemahaman Kualitas Air Budidaya Ikan Air Tawar	$\geq 70\%$
Pemahaman Penggunaan Siwarola Berbasis IoT	$\geq 70\%$
Pemahaman Penggunaan Aplikasi Marketplace	$\geq 70\%$
Berat Ikan Usia 6 Bulan	$\geq 100\%$ (400gr)
Tingkat kematian ikan	$\leq 20\%$
Peningkatan Pendapatan Mitra	$\geq 80\%$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendampingan dan evaluasi yang dilakukan oleh Tim PKM terhadap Mitra meliputi pengetahuan peranan parameter air terhadap kualitas air budidaya ikan air tawar, kemampuan menggunakan Siwarola berbasis IoT dan aplikasi *Marketplace*, kuantitas dan kualitas hasil panen, serta pendapatan Mitra. Peningkatan pengetahuan mitra terkait kualitas air budidaya ikan air tawar telah dicapai melalui kegiatan sosialisasi seperti diperlihatkan pada Gambar 6. Evaluasi kegiatan sosialisasi tersebut telah memberikan hasil seperti diperlihatkan pada Gambar 7. Berdasarkan gambar tersebut, telah terjadi peningkatan pemahaman mitra terkait pengaruh beberapa parameter air terhadap kualitas air untuk budidaya ikan air tawar.



Gambar 6. Sosialisasi Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Air Tawar



Gambar 7. Hasil Pre-Test dan Post-Test Sosialisasi Kualitas Air Budidaya Ikan Air Tawar

Peningkatan pemahaman mitra terjadi terhadap parameter oksigen terlarut dari rata-rata nilai pra-test sebesar 48,6 menjadi 86,3. Terjadi juga peningkatan pemahaman mitra pada parameter suhu air dari nilai pra-test sebesar 53,2 menjadi 89,1. Selanjutnya, peningkatan pemahaman mitra juga terjadi pada parameter PH air dari nilai pra-test sebesar 49,7 menjadi 84,8. Terakhir, peningkatan pemahaman mitra terjadi pada parameter ketinggian air dari nilai pra-test sebesar 52,5 menjadi 93,4. Secara keseluruhan, rata-rata peningkatan pemahaman mitra terkait pengaruh parameter air terhadap kualitas air untuk budidaya ikan air tawar adalah sebesar 73,40%.

Pelatihan implementasi sistem pengawasan dan pengontrolan aerator (Siwarola) berbasis *internet of things* (IoT) dan pelatihan implementasi aplikasi *Marketplace* kepada mitra telah dilakukan seperti diperlihatkan pada masing-masing Gambar 8 dan Gambar 6.



Gambar 8. Sosialisasi Implementasi Siwarola

Berdasarkan hasil diskusi dan tanya jawab, Mitra telah mampu menjelaskan fungsi beserta prinsip kerja Siwarola berbasis IoT. Siwarola berbasis IoT berfungsi mengukur suhu air, level air, PH air, dan oksigen terlarut pada kolam secara *real-time* dan menampilkan hasil pengukuran tersebut melalui Android. Siwarola berbasis IoT juga memiliki fungsi mengontrol kerja pompa air dan aerator secara otomatis sesuai kebutuhan. Pompa bekerja jika level air di bawah 50 cm dan berhenti jika telah mencapai 70 cm. Begitu juga dengan aerator bekerja jika suhu air di bawah 28°C atau di atas 32°C, namun berhenti bekerja jika suhu air mencapai 30°C. Aerator juga bekerja secara otomatis jika kadar oksigen terlarut kurang dari 3,5 mg/l, namun berhenti bekerja jika kadar oksigen terlarut telah mencapai lebih dari 5,0 mg/l. Selain itu, Siwarola berbasis IoT mengirimkan notifikasi secara otomatis ke Mitra melalui Android jika PH air kurang dari 6,5 atau lebih dari 8,5. Sehingga, Mitra dapat mengganti air kolam untuk menghindari kematian ikan. Mitra juga telah mampu menjelaskan prosedur penggunaan aplikasi *Marketplace*. Tabel 2 adalah evaluasi hasil pelatihan Siwarola berbasis IoT dan aplikasi *Marketplace* menggunakan skala likert.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Pelatihan Penerapan Siwarola Berbasis IoT dan *Marketplace*

No.	Pertanyaan Kuesioner	Jumlah Koresponden					Nilai Indeks (%)
		1	2	3	4	5	
1	Seberapa paham Anda untuk memasang Siwarola berbasis IoT pada kolam ikan.	0	0	2	4	9	89,3
2	Seberapa paham Anda untuk menghubungkan Siwarola berbasis IoT dengan Android.	0	0	2	3	10	90,7
3	Seberapa paham Anda untuk menampilkan parameter air pada Android.	0	0	0	3	12	96,0
4	Seberapa paham Anda untuk mengganti sensor yang telah rusak pada Siwarola berbasis IoT.	0	0	2	2	11	92,0
5	Seberapa percaya diri Anda mampu untuk menggunakan Siwarola berbasis IoT.	0	0	1	6	8	89,3
6	Seberapa paham Anda untuk membuat akun pada aplikasi <i>Marketplace</i> .	0	0	3	5	7	85,3
7	Seberapa paham Anda untuk mempromosikan produk pada aplikasi <i>Marketplace</i> .	0	0	3	1	11	90,7
8	Seberapa paham Anda untuk bertransaksi/ menjual produk pada aplikasi <i>Marketplace</i> .	0	0	0	2	13	97,3
9	Seberapa paham Anda untuk mendesain produk menggunakan aplikasi <i>Canva</i> .	0	0	2	5	8	88,0
10	Seberapa percaya diri Anda untuk menggunakan aplikasi <i>Marketplace</i> dan <i>Canva</i> .	0	0	1	6	8	89,3
Rata-rata							90,8

Catatan:

Item 1-4 dan 6-9: skala 1-5, Sangat Tidak Paham – Sangat Paham

Item 5 dan 10: skala 1-5, Sangat Tidak Yakin – Sangat Yakin

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai indeks rata-rata hasil evaluasi pelatihan penggunaan teknologi Siwarola berbasis IoT dan *Marketplace* sebesar 90,8%. Hal ini menunjukkan bahwa Mitra sangat memahami materi pelatihan yang telah disampaikan oleh Tim PKM. Nilai indeks (%) skala likert pada Tabel 2 diperoleh dengan formula Persamaan 1.

Evaluasi hasil panen dan pendapatan mitra dilakukan pada saat sebelum dan sesudah kegiatan PKM dilaksanakan. Mitra memiliki banyak kolam ikan nila, namun pada pelaksanaan evaluasi ini digunakan 3 kolam sebagai sampel. Spesifikasi setiap kolam, yaitu Kolam 1 memiliki luas 14m² dengan jumlah bibit tebar 1.400 ekor, Kolam 2 dengan luas 16m² dengan bibit tebar 1.600 ekor, dan Kolam 3 memiliki luas 15m² dengan jumlah bibit 1.500 ekor. Setelah menebar kuesioner kepada tiga koresponden dari pemilik masing-masing kolam ikan yang dievaluasi maka dihasilkan data perbandingan hasil panen ikan nila sebelum dan sesudah dilakukan kegiatan PKM seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Panen Sebelum dan Sesudah Kegiatan PKM

Objek PKM	Sebelum Kegiatan PKM			Setelah Kegiatan PKM		
	Berat Ikan (gram)	Kematian Ikan (%)	Pendapatan Mitra (Rp)	Berat Ikan (gram)	Kematian Ikan (%)	Pendapatan Mitra (Rp)
Kolam 1	193	30	3,4 Juta	405	15	10,1 Juta
Kolam 2	191	30	3,9 Juta	408	18	11,2 Juta
Kolam 3	196	30	3,7 Juta	402	17	10,5 Juta

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa sebelum kegiatan PKM rata-rata berat ikan nila saat usia panen 6 bulan kurang dari 200gr/ekor sedangkan setelah kegiatan PKM memiliki berat rata-rata lebih dari 400gr/ekor. Selain itu, tingkat kematian ikan sebelum kegiatan PKM sebesar 30%, namun setelah kegiatan PKM turun menjadi kurang dari 18%. Hasil tersebut dapat dicapai karena setiap kolam telah dilengkapi dengan Siwarola berbasis IoT yang berfungsi mengontrol kualitas air kolam agar sesuai untuk budidaya ikan air tawar. Hal ini sejalan dengan hasil kegiatan PKM yang dilakukan oleh Sri Liniarti yang menyatakan bahwa penerapan teknologi IoT mampu meningkatkan hasil panen budidaya ikan (Liniarti et al., 2023). Berdasarkan Tabel 3 juga dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan pendapatan Mitra untuk setiap kolam ikan. Pada saat sebelum dilakukan kegiatan PKM, pendapatan Mitra saat panen untuk setiap kolam ikan kurang dari Rp.4.000.000, namun terjadi peningkatan pendapatan Mitra setelah kegiatan PKM dilakukan, yaitu menjadi lebih dari Rp.10.000.000. Hal itu dapat dicapai karena kualitas dan kuantitas ikan hasil panen telah meningkat dan Mitra telah mampu menjual hasil panen di luar wilayah lokal dengan menggunakan aplikasi *Marketplace*. Sehingga, harga jual ikan meningkat dari ±Rp.17.000/kg jika dijual ke Tengkulak menjadi lebih dari Rp.21.000/kg jika dijual melalui *Marketplace*. Hal ini sejalan dengan penelitian Fahrul Nurzaman yang menyatakan bahwa strategi pemasaran berbasis digital mampu meningkatkan penjualan produk (Nurzaman et al., 2024).

Berdasarkan Tabel 3 juga dapat ditentukan persentase dari setiap peningkatan indikator untuk kondisi sebelum dan sesudah dilakukan kegiatan PKM dengan menggunakan Persamaan 2. Berdasarkan hasil perhitungan telah diketahui bahwa peningkatan indikator berat ikan nilai rata-rata sebesar 109,52%, rata-rata tingkat kematian ikan nila turun hingga 44,44%, dan rata-rata pendapatan Mitra meningkat hingga 190,98%. Untuk mendukung keberlanjutan program maka Tim PKM telah memberikan/menghibahkan Siwarola berbasis IoT kepada Mitra sehingga dapat dipakai secara berulang. Dengan demikian, Mitra dapat mengetahui kualitas air kolam dan dapat melakukan tindakan secara cepat dan tepat jika kualitas air kolam di bawah standar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi kegiatan PKM yang telah dilaksanakan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mitra telah mencapai peningkatan pengetahuan dengan baik terkait parameter air yang mempengaruhi kualitas air untuk budidaya ikan air tawar dengan nilai rata-rata 73,40%.

2. Mitra telah memiliki keterampilan yang sangat baik dalam menggunakan Siwarola berbasis IoT dan aplikasi Marketplace dengan nilai indeks rata-rata 90,8%.
3. Dengan mengaplikasikan Siwarola berbasis IoT, Mitra telah mencapai peningkatan berat ikan nila rata-rata hingga 109,52% (dari <200gram/ekor menjadi >400gram/ekor) dan penurunan tingkat kematian ikan hingga 44,44% (dari 30% menjadi <20%).
4. Dengan mengaplikasikan teknologi Siwarola dan aplikasi *Marketplace* secara bersama, Mitra telah mampu meningkatkan pendapatannya hingga rata-rata 190,98% (dari < Rp.4.000.000/kolam/panen menjadi > Rp.10.000.000/kolam/panen).

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Pengabdian mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdikbudristek) yang telah mendanai Program Pengabdian Kepada Masyarakat ini pada skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat tahun 2024 melalui Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Ditjen Dikti) dan Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM).

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. E., Jansen, M. D., Mohan, C. V., Delamare-Deboutteville, J., & Charo-Karisa, H. (2020). Key risk factors, farming practices and economic losses associated with tilapia mortality in Egypt. *Aquaculture*, 527. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735438>
- Badarusalam, D. A., Santika, R. R., Juliasari, N., & Ariyani, F. (2023). Prototipe Pengontrol Air Kolam Ikan Nila Menggunakan Mikrokontroler Wemos DIR2 Berbasis Android. *Prosiding SENAFTI Ke-2*, 2(1), 391–398. <https://senafti.budiluhur.ac.id/index.php/senafti/index>
- Bagaskara, D. I., Syauqy, D., & Prasetyo, B. H. (2022). Sistem Klasifikasi Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*) menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(12), 5784–5791. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Christin, Y., Restu, I. W., & Kartika, G. R. A. (2022). Laju Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Tiga Sistem Resirkulasi yang Berbeda. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(2), 122–127. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ctas/article/view/62856>
- Danial, M. M., Imansyah, F., & Sujana, I. (2024). Inovasi Teknologi Lora Dalam Sistem Pemantauan Kualitas Air Sungai Untuk Mendukung Pertumbuhan Budidaya Tambak Ikan Yang Berkelanjutan. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 2241–2251. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1675>
- Dani Septia, E., Maftuchah, Zakia, A., Maulana Zulfan, I., Rizal Oktafian, A., & Nurwicahyo Putra, S. (2024). Peningkatan Literasi Pertanian Melalui Produksi Konsorsium Bakteri Berbasis IoT Sensor Suhu pada Siswa SMKN 1 Purwosari. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 497–504. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v8i2.17691>
- Fadhilah, D. A., & Pratiwi, T. (2021). Strategi Pemasaran Produk UMKM Melalui Penerapan Digital Marketing. *Coopetition: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 12(1), 17–22. <https://doi.org/10.32670/coopetition.v12i1.279>
- Gunawan, I., Sadali, M., Wasil, M., & Fathurrahman, I. (2022). Prototipe Alat Kontrol Kualitas Air dan Penebar Pakan Otomatis pada Tambak Udang Berbasis Internet of Things (IOT). *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 5(2), 348–354. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i2.5873>
- Hidayatullah, M., Fat, J., & Andriani, T. (2018). Prototipe Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *POSITRON*, 8(2), 43–52. <https://doi.org/10.26418/positron.v8i2.27367>

- Indartono, K., Adhi Kusuma, B., & Putra, A. P. (2020). Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 1(2), 11–17. <https://doi.org/10.24076/joism.2020v1i2.23>
- Indriati, P. A., & Hafiludin, H. (2022). Manajemen Kualitas Air Pada Pembenihan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Di Balai Benih Ikan Teja Timur Pamekasan. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 3(2), 27–31. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i2.15812>
- Irfani, H., Yeni, F., & Wahyuni, R. (2020). Pemanfaatan Digital Marketing Sebagai Strategi Pemasaran Pada UKM Dalam Menghadapi Era Industri 4.0. *JCES (Journal of Character Education Society)*, 3(3), 651–659. <https://doi.org/10.31764/jces.v3i1.2799>
- Koniyo, Y. (2020). Analisis Kualitas Air Pada Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar Di Kecamatan Suwawa Tengah. *JTech*, 8(1), 52–58. <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i1.527>
- Krisnati Dewi, N. P. A., Arthana, I. W., & Kartika, G. R. A. (2022). Pola Kematian Ikan Nila Pada Proses Pendederan Dengan Sistem Resirkulasi Tertutup Di Sebatu, Bali. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(3), 323–332. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i3.323>
- Kusrini, P., Goib Wiranto, Iqbal Syamsu, & Lilik Hasanah. (2016). Sistem Monitoring Online Kualitas Air Akuakultur untuk Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Berbasis Android. *JET*, 16(2), 25–32. <https://doi.org/10.14203/jet.v16.25-32>
- Kusumanti, I., Firdausi, A. P., Ramadhani, D. E., & Indriastuti, C. E. (2023). Sosialisasi Potensi Bisnis Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Desa Nagrak, Kabupaten Cisaat, Sukabumi. *Agrokreatif Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(2), 154–163. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.9.2.154-163>
- Liniarti, S., Nasution, R. S. A., & Sihombing, P. M. (2023). Peningkatan Pendapatan Kelompok Nelayan. *JP2M*, 4(2), 508–518. <https://doi.org/10.33474/jp2m.v4i2.20551>
- Mawardi, M., Sihombing, P. M., & Yudisha, N. (2024). An internet of things-based pump and aerator control system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 34(2), 848. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v34.i2.pp848-860>
- Mawardi, Sihombing, P. M., Adelisa, S., Amril Siregar, M., Aditia Dwi Putra, M., Tiara Lubis, D., & Zurairah Siregar, M. (2023). Prototipe Pengawasan dan Pengontrolan Aerator untuk Budidaya Udang Berbasis IoT. *Jurnal Vorteks*, 04(01), 264–271. <https://doi.org/10.54123/vorteks.v4i1.265>
- Muhamat, & Hidayaturrehman. (2017). Kematian ikan nila pada budi daya keramba jaring apung di Desa Aranio dan Tiwingan Lama, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 3(2), 28–32. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m030106>
- Nasution, S. K. H., Rahmanta, & Vindy Rilani Manurung. (2024). Pelatihan Budidaya Ikan Lele pada Kolam Terpal dalam Rangka Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Di Desa Sei Semayang Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 379–386. <https://doi.org/10.31949/jb.v5i1.7716>
- Nasyrah, A. F. A., Nur, F., Mahfud, C. R., Noor, R. J., & Nur, M. (2024). Pendampingan Water Quality Management Kelompok Pembudidaya Ikan Sipodalle' Kecamatan Tinambung Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Tambak Sulawesi Barat. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 679–687. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1794>
- N D Hanafi, T V Sari, M Tafsir, Y L Henuk, & A H Daulay. (2020). Ipteks Pakan Multi Nutrien Blok (Mnb) Bagi Ternak Sapi Di Kelompok Tani Desa Sei Semayang Deli Serdang. *TALENTA Conference Series: Agricultura & Natural Resource*, 3(2), 79–87. <https://doi.org/10.32734/anr.v3i2.949>
- Nursobah, N., Salmon, S., Lailiyah, S., & Sari, S. W. (2022). Prototype Sistem Telemetri Suhu dan Ph Air Kolam Budidaya Ikan Air Tawar (Ikan Nila) Berbasis Internet of Things (IoT). *Sebatik*, 26(2), 788–797. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.2053>
- Nurzaman, F., Asril Basry, I Gede Agus Suwartane, Dian Gustina, Nafisah Yuliani, Susi Wagiyati P, & Dwi Dinariana. (2024). Peningkatan UMKM Kecamatan Cipayung melalui Strategi Pemasaran Digital. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 2336–2349. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1588>

- Pramono Adi, C., & Suryana, A. (2023). Pola Pertumbuhan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Di Fase Pendederan. *Jurnal Inovasi Hasil Penelitian Dan Pengembangan*, 3(2), 147–158. <https://doi.org/10.51878/knowledge.v3i2.2372>
- Ramadhan, A., Mahadi Sihombing, P., Novalianda, S., Yudisha, N., Al-Azhar, U., Negeri Jakarta, P., & Penerbangan Medan, P. (2024). Prototipe Sistem Proteksi dan Peningkatan Efisiensi Penggunaan Pompa dan Kincir Air Tambak Berbasis IoT. *Elektriese: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, 14(01), 33–42. <https://doi.org/10.47709/elektriese.v14i01.4183>
- Safsafubun, F. R., Suzanne L. Undap, Indra R.N. Salindeho, Novie P.L. Pangemanan, Juliaan Ch. Watung, & Henneke Pangkey. (2023). Fluktuasi Parameter Kualitas Air dan Perkembangan Flok pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Sistem Bioflok di BPBAT Talelu. *e-Journal Budidaya Perairan*, 11(2), 213–226. <https://doi.org/10.35800/bdp.10.1.2022.35333>
- Sagita, G., & Wijaya, Z. R. (2022). Penerapan Digital Marketing Sebagai Strategi Pemasaran Bakmi Tando. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Manajemen*, 1(3), 24–31. <https://doi.org/10.58192/ebismen.v1i3.37>
- Salim, A., & Edidas. (2023). Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Bibit Ikan Nila Menggunakan Algoritma Decision Tree. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, 11(2), 187–195. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i2.122313>
- Scabra, A. R., & Setyowati, D. N. (2019). Peningkatan Mutu Kualitas Air Untuk Pembudidayaan Ikan Air Tawar Di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat. *Abdi Insani*, 6(2), 261. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v6i2.243>
- Sihombing, P. (2023). Prototipe Pengawasan Suhu secara Real-Time dan Pengontrolan Dua Motor Listrik secara Otomatis Berbasis IoT. *Elektriese: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, 13(01), 83–94. <https://doi.org/10.47709/elektriese.v13i01.2723>
- Syaifudin, M., & Akbar, M. (2021). Rancang Bangun Monitoring Sirkulasi Air pada Kolam Ikan Nila Berbasis Arduino. *Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 5(2), 6. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v5i2.3114>
- Tambunan, J. M. S. (2023). Kecamatan Sunggal Dalam Angka. In Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang.
- Waruwu, D. J. P. (2023). Kabupaten Deli Serdang dalam Angka. In Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang.
- Yuliani, I., Pratiwi, R. H., & Yulistiana. (2023). Analisis Tingkat Serangan Parasit pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 68–80. <https://doi.org/10.24002/biota.v8i1.5502>