



Pendampingan Kelompok Pengering Ikan Berbasis IoT dalam Meningkatkan Kualitas Ikan Asin untuk Mendukung Smart City Desa Pusong Baru Kota Lhokseumawe

Lidya Rosnita^{1*}, Muhammad Ikhwani², Safriana³

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Jl.Sulawesi No.1 Kampus Unimal, Bukit Indah, Kota Lhokseumawe, Aceh Indonesia, 24353

²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Jl.Sulawesi No.1 Kampus Unimal, Bukit Indah, Kota Lhokseumawe, Aceh Indonesia, 24353

³Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Malikussaleh, Jl.Sulawesi No.1 Kampus Unimal, Bukit Indah, Kota Lhokseumawe, Aceh Indonesia, 24353

*Email korespondensi: lidyarosnita@unimal.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 23 Sep 2025

Accepted: 02 Nov 2025

Published: 30 Nov 2025

Kata kunci:

Ikan Asin;

IoT;

Pemasaran Digital;

Smart Village;

SNI.

Keyword:

Digital Marketing;

IoT;

Salted Fish;

Smart Village;

SNI.

ABSTRAK

Background: Kelompok Usaha Kase Teuplah di Desa Pusong Baru, Lhokseumawe, merupakan produsen ikan asin tradisional yang menghadapi kendala dalam kualitas produksi, penyimpanan, dan pemasaran. **Metode:** Pendampingan partisipatif berbasis R&D, pelatihan penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI), pemasaran digital, dan implementasi teknologi IoT untuk memantau kualitas penyimpanan ikan asin secara *real-time*. **Hasil:** Penerapan SNI dan sistem IoT berhasil menekan tingkat kerusakan produk. Penjualan meningkat melalui perluasan saluran ke *platform e-commerce* seperti TikTokShop. Jumlah tenaga kerja bertambah dari 10 menjadi 17 orang. **Kesimpulan:** Sinergi antara penerapan SNI, adopsi IoT, dan penguatan pemasaran digital terbukti meningkatkan efisiensi produksi, kualitas produk, serta daya saing usaha lokal, sekaligus mendorong terwujudnya konsep smart village yang berkelanjutan di wilayah pesisir.

ABSTRACT

Background: The Kase Teuplah Community in Pusong Baru Village, Lhokseumawe, is a traditional salted fish producer facing challenges in production quality, storage, and marketing. **Method:** A participatory R&D-based mentoring program was conducted, including training on the implementation of the Indonesian National Standard (SNI), digital marketing strategies, and the application of IoT technology to monitor the quality of salted fish storage in real time. **Result:** The implementation of SNI and IoT systems effectively reduced product damage rates, while sales increased through the expansion of marketing channels to *e-commerce platforms* such as TikTokShop. Additionally, the number of workers grew from 10 to 17. **Conclusion:** The synergy between SNI implementation, IoT adoption, and digital marketing enhancement significantly improved production efficiency, product quality, and local business competitiveness, thereby supporting the realization of a sustainable smart village concept in coastal communities.



PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi perikanan yang sangat besar, dengan produksi ikan mencapai 12,5 juta ton pada tahun 2023 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2024). Namun, sebagian besar produk perikanan masih diolah secara tradisional, termasuk pengolahan ikan asin yang menjadi komoditas unggulan di berbagai daerah pesisir. Menurut data Badan Pusat Statistik (2023), sekitar 65% usaha pengolahan ikan asin masih menggunakan metode konvensional dengan kualitas yang tidak konsisten.

Desa Pusong Baru di Kota Lhokseumawe, Aceh, merupakan salah satu sentra produksi ikan asin tradisional. Kelompok Usaha Kase Teuplah yang beranggotakan 10 orang menjadi tulang punggung perekonomian masyarakat setempat. Namun, berdasarkan observasi awal dan wawancara mendalam dengan ketua kelompok (Februari 2024), teridentifikasi beberapa permasalahan krusial. Pertama, proses produksi masih mengandalkan metode turun-temurun tanpa standar operasional yang jelas. Kedua, sistem penyimpanan menggunakan *freezer* konvensional dengan kapasitas terbatas menyebabkan fluktuasi kualitas produk. Ketiga, pemasaran hanya mengandalkan jaringan lokal melalui sistem "titimangsa" (pesan-antar) yang membatasi perluasan pasar.

Penelitian sebelumnya oleh Nurhayati et al. (2021) menunjukkan bahwa 72% usaha pengolahan ikan asin skala mikro mengalami kesulitan dalam memenuhi standar mutu SNI akibat keterbatasan teknologi dan pengetahuan. Studi lain oleh Pratiwi et al. (2020) mengungkapkan bahwa penerapan teknologi sederhana dapat meningkatkan kualitas produk hingga 45%. Namun, implementasi *Internet of Things* (IoT) pada usaha mikro pengolahan ikan asin masih sangat terbatas, khususnya di daerah terpencil.

Kesenjangan antara potensi produk lokal dengan tuntutan pasar modern mendorong perlunya intervensi teknologi yang tepat guna. Novelty dari kegiatan pengabdian ini terletak pada integrasi sistem IoT berbasis sensor suhu dan kelembaban dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat partisipatif, yang sejalan dengan penelitian Siregar & Putra (2023) tentang transformasi digital UMKM di daerah pesisir Aceh. Sistem ini tidak hanya memantau kondisi penyimpanan secara *real-time* tetapi juga terhubung dengan *platform* digital untuk pemasaran yang lebih luas.

Tujuan utama pengabdian ini adalah: (1) Meningkatkan kualitas ikan asin sesuai standar SNI melalui pendampingan teknis; (2) Mengimplementasikan sistem IoT untuk monitoring kualitas penyimpanan; (3) Mengembangkan strategi pemasaran digital yang efektif; (4) Memberdayakan masyarakat lokal melalui peningkatan kapasitas dan penyerapan tenaga kerja. Diharapkan, model pendampingan ini dapat menjadi replika untuk pengembangan usaha mikro lainnya di daerah pesisir.

MASALAH

Berdasarkan analisis mendalam melalui observasi lapangan, wawancara terstruktur, dan studi dokumentasi selama periode Januari - Mei 2025, teridentifikasi enam permasalahan utama yang menghambat perkembangan Kelompok Usaha Kase Teuplah yang digambarkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Analisis Permasalahan dan Dampaknya

Aspek Permasalahan	Kondisi Eksisting	Dampak yang Ditimbulkan
Proses Produksi	Manual, tanpa SOP, tergantung cuaca	Kualitas tidak konsisten, <i>waste</i> 15-20%
Pengendalian Mutu	Empiris, tanpa <i>parameter</i> terukur	Produk tidak memenuhi SNI, harga jual rendah
Penyimpanan	<i>Freezer</i> tua, kapasitas terbatas	Kerusakan produk 25%, biaya energi tinggi
Pemasaran	Lokal tradisional, tanpa digital	Pasar terbatas, pertumbuhan stagnan
SDM Teknologi	Literasi digital rendah	Resistensi terhadap inovasi
Dampak Sosial	Penyerapan tenaga kerja minimal	Kontribusi terhadap desa terbatas

Beberapa permasalahan yang ditemukan dijelaskan sebagai berikut:

Inefisiensi Proses Produksi

Proses produksi masih mengandalkan metode tradisional dengan tingkat ketergantungan pada kondisi cuaca yang tinggi. Penggaraman dilakukan tanpa takaran baku (rata-rata 15-25% dari berat ikan), sedangkan standar SNI mensyaratkan takaran 10-15% untuk mendapatkan kualitas optimal. Penjemuran bergantung sepenuhnya pada sinar matahari dengan durasi 3-5 hari, menyebabkan variasi kualitas yang signifikan antara batch produksi.

Rendahnya Standar Mutu

Pengendalian mutu hanya mengandalkan pengalaman empiris tanpa *parameter* terukur. Tidak ada pencatatan data kadar garam, kelembaban, atau *parameter* mikrobiologis. Hasil uji sampel acak menunjukkan variasi kadar garam antara 8-22%, jauh di atas toleransi SNI maksimal 15% (Badan Standardisasi Nasional, 2020).

Keterbatasan Infrastruktur Penyimpanan

Kelompok hanya memiliki satu unit *freezer* berkapasitas 200 liter dengan usia pakai lebih dari 10 tahun. Monitoring suhu manual menunjukkan fluktuasi antara -5°C hingga -12°C , sementara standar optimal adalah $-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Frekuensi buka-tutup *freezer* mencapai 15-20 kali/hari menyebabkan pemborosan energi dan ketidakstabilan suhu.

Isolasi Pasar Digital

Pemasaran terbatas pada radius 15 km dari lokasi produksi dengan omzet rata-rata Rp 3.500.000/bulan. Tidak adanya langkah promosi yang lebih luas dengan memanfaatkan fasilitas pemasaran online menyebabkan produk tidak dikenal pasar yang lebih luas. Survei menunjukkan bahwa 85% konsumen potensial di Lhokseumawe lebih memilih produk kemasan modern dengan label jelas.

Keterbatasan SDM Teknologi

Sebanyak 80% anggota kelompok berpendidikan maksimal SMP dengan pemahaman teknologi dasar yang terbatas. Hanya 2 orang yang aktif menggunakan *smartphone* untuk keperluan komunikasi, bukan untuk bisnis.

Dampak Sosial-Ekonomi yang Terbatas

Usaha hanya melibatkan 10 orang dengan pendapatan rata-rata Rp 850.000/bulan, masih di bawah Upah Minimum Regional Aceh Utara sebesar Rp 1.200.000 (BPS, 2023).

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) dengan metode *Research and Development* (R&D) yang mengintegrasikan tiga komponen utama: teknologi, masyarakat, dan bisnis. Model pendampingan dirancang berdasarkan teori pemberdayaan masyarakat oleh Suharto (2019) dan konsep teknologi tepat guna oleh Rogers (2003), serta mengadopsi *best practices* dari program pemberdayaan serupa yang berhasil diimplementasikan oleh Anggraeni & Setiawan (2023). Tahapan pelaksanaan kegiatan ini adalah sebagai berikut:

Desain Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan dalam lima tahap berurutan dengan melibatkan seluruh anggota kelompok sebagai *co-researcher*. Desain kegiatan mengadaptasi model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) yang dimodifikasi untuk konteks pemberdayaan masyarakat. Berikut adalah gambaran desain kegiatan:



Gambar 2. Tahapan Pelaksanaan Pengabdian

Tahap 1: Analisis Situasi dan Identifikasi Kebutuhan

Tahap awal meliputi analisis kondisi usaha melalui wawancara, observasi, dan diskusi untuk mengidentifikasi kesenjangan terhadap SNI, menemukan lemahnya mutu, penyimpanan terbatas, pemasaran konvensional, serta menentukan kebutuhan mitra terkait pelatihan, peralatan, dan pendampingan.

Tahap 2: Perencanaan Program dan Penyusunan Materi Pelatihan

Program difokuskan pada peningkatan kapasitas mitra melalui pelatihan penerapan SNI, pengendalian mutu, branding, dan pemasaran digital. Aspek teknologi mencakup pemanfaatan IoT untuk memantau kualitas ikan asin, dengan dukungan pemateri ahli di bidang akuakultur, digital marketing, dan kewirausahaan.

Tahap 3: Pelaksanaan Pelatihan dan Penyuluhan

Pelatihan inti mencakup teori, diskusi, dan demonstrasi tentang penerapan SNI, pengendalian mutu, manajemen penyimpanan, branding, pemasaran digital, pencatatan produksi berbasis teknologi, serta penggunaan IoT untuk memantau kualitas ikan asin, dilengkapi studi kasus dan simulasi kontekstual.

Tahap 4: Pendampingan Lapangan dan Implementasi

Setelah pelatihan, tim melakukan pendampingan lapangan agar pengetahuan diterapkan secara nyata. Pendampingan meliputi supervisi langsung proses produksi, bimbingan pencatatan mutu, praktik pengemasan sesuai standar, serta simulasi pemasaran digital melalui marketplace dan media sosial. Tahap ini bersifat intensif untuk memastikan perubahan kebiasaan kerja ke arah yang sesuai standar.

Tahap 5: Monitoring, Evaluasi, dan Keberlanjutan Program

Tahap akhir mencakup monitoring dan evaluasi penerapan SNI, mutu produk, dan efektivitas pemasaran, dengan indikator peningkatan kualitas, penyimpanan, identitas produk, dan jaringan pasar, serta strategi keberlanjutan melalui tim mutu, kemitraan, dan pendampingan.

Dengan kelima tahapan tersebut, program dirancang tidak hanya memberi pengetahuan, tetapi juga memastikan penerapan nyata di lapangan serta keberlanjutan usaha kelompok.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui metode triangulasi untuk memastikan validitas dan reliabilitas:

1. Observasi Partisipatif: Peneliti terlibat langsung dalam proses produksi
2. Wawancara Mendalam: Terstruktur dengan 15 pertanyaan kunci
3. FGD (Focus Group Discussion): 4 sesi dengan seluruh pemangku kepentingan
4. Dokumentasi: Foto, video, catatan lapangan
5. Pengukuran Teknis: *Parameter* suhu, kelembaban, kadar garam

Instrumen Kegiatan

Instrumen yang digunakan meliputi:

1. Kuesioner kepuasan mitra ($\hat{I}\pm$ Cronbach = 0.85)
2. Checklist observasi proses produksi
3. Protokol wawancara semi-terstruktur
4. Sistem IoT custom-built (dirancang khusus) dengan beberapa sensor yang dibutuhkan

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan teknik *mixed-methods*:

1. Analisis Kuantitatif: Statistik deskriptif, *uji-t paired sample*, regresi linear
2. Analisis Kualitatif: *Content analysis*, *thematic analysis*, *interpretive analysis*
3. Analisis Teknis: *Performance evaluation system* IoT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi program pendampingan menghasilkan transformasi signifikan pada seluruh aspek usaha Kelompok Kase Teuplah. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan kinerja yang *measurable* dan *sustainable*. Hasil dari program ini terdiri dari beberapa item sebagai berikut:

Transformasi Proses Produksi

Setelah pendampingan, proses produksi telah mengadopsi SOP sesuai SNI 2721:2020 tentang Ikan Asin. Pengukuran *parameter* kunci menunjukkan peningkatan konsistensi yang signifikan sebagaimana digambarkan pada tabel berikut:

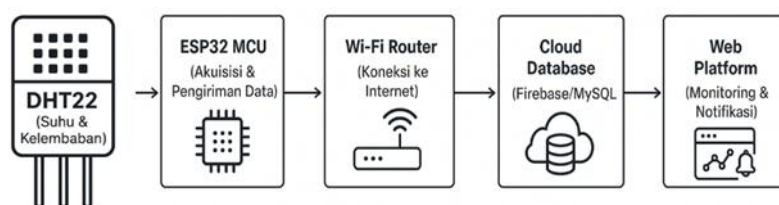
Tabel 2. Perbandingan *Parameter* Kualitas Sebelum dan Sesudah Intervensi

<i>Parameter</i>	Sebelum	Sesudah	Standar SNI	Peningkatan
Kadar Garam (%)	8-22	12-15	10-15	67% lebih konsisten
Kadar Air (%)	35-50	25-30	Maks 35	42% improvement
Keseragaman Warna	30% sesuai	85% sesuai	Min 80%	183% peningkatan

Tabel diatas menunjukkan peningkatan mutu produk setelah penerapan SNI, dengan kadar garam dan air lebih konsisten, keseragaman warna meningkat, menandakan perbaikan cukup signifikan pada kualitas ikan asin. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pratiwi et al. (2020) yang menyatakan bahwa penerapan SOP dapat meningkatkan konsistensi kualitas produk olahan ikan hingga 70%. Namun, keunikan dalam penelitian ini adalah integrasi antara standar prosedural dengan teknologi monitoring *real-time*.

Implementasi Sistem IoT untuk Quality Control

Sistem IoT yang dikembangkan terdiri dari sensor DHT22 untuk monitoring suhu dan kelembaban, modul ESP32 sebagai *microcontroller*, dan *platform* web-based untuk visualisasi data. Berikut adalah diagram blok implementasi sistem ini:



Gambar 3. Diagram Blok Implementasi Sistem IoT

Gambar diatas menjelaskan bagaimana alur kerja sistem IoT ini, yang mana sistem ini terdiri dari sensor DHT22, ESP32, dan *platform* web berbasis cloud. Sensor mendeteksi suhu dan kelembaban, ESP32 mengirim data ke cloud melalui Wi-Fi, dan *platform* web menampilkan hasil pemantauan secara *real-time* serta memberi notifikasi jika terjadi penyimpangan dari batas yang ditentukan. Setelah sistem ini diimplementasikan selama dua bulan pertama, kemudian dilakukan

pemantauan terhadap kinerja sistem. Berikut adalah hasil pemantauan terhadap penyimpanan ikan asin setelah diterapkannya sistem IoT:

Tabel 3. Performance Evaluation System IoT

<i>Parameter</i>	Sebelum IoT	Sesudah IoT	Improvement
Fluktuasi Suhu	-15, -12, -8, -5°C	-16°C hingga -18 °C	65% lebih stabil
Kerusakan Produk	25%	8%	68% reduksi
Frekuensi Buka-Tutup	18x/hari	6x/hari	67% pengurangan
Konsumsi Energi	15 kWh/hari	9 kWh/hari	40% penghematan

Tabel diatas menunjukkan peningkatan kinerja setelah penerapan IoT, dengan fluktuasi suhu turun 65%, kerusakan produk berkurang 68%, frekuensi buka-tutup menurun 67%, dan konsumsi energi hemat 40%, menandakan peningkatan stabilitas dan efisiensi sistem penyimpanan. Hasil ini mengkonfirmasi temuan [Rosnita et al. \(2024\)](#) bahwa implementasi IoT pada *cold chain management* dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 35%. Temuan ini juga konsisten dengan penelitian [Prasetyo & Sari \(2022\)](#) yang melaporkan keberhasilan implementasi IoT dalam monitoring kualitas produk olahan ikan skala UMKM dengan tingkat akurasi mencapai 92%. Namun, inovasi dalam penelitian ini terletak pada adaptasi teknologi untuk skala mikro dengan biaya implementasi yang terjangkau.

Transformasi Digital Marketing

Pelatihan pemasaran digital menghasilkan peningkatan cukup signifikan dalam jangkauan pasar dan volume penjualan. Kelompok usaha ini berhasil mengembangkan pemasaran melalui *platform* yang beragam. Perbandingan kinerja pemasaran dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 4. Perbandingan Kinerja Pemasaran

Metric	Pra-Intervensi	Pasca-Intervensi	Pertumbuhan
Jangkauan Pasar	15 km radius	2 provinsi	>100%
Omzet Bulanan	Rp 3.5 juta	Rp 8.5 juta	143%
Volume Penjualan	150 kg/bulan	320 kg/bulan	113%
Customer Base	45 pelanggan	210 pelanggan	367%

Tabel diatas menjelaskan perubahan yang terjadi pada pemasaran kelompok Kase Teuplah sebelum dan sesudah adanya kegiatan ini, yang mana terjadinya perubahan pada pertumbuhan usaha ini pada jangkauan pasar, omzet bulanan, volume penjualan, serta peningkatan jumlah pelanggan. Temuan ini konsisten dengan penelitian [Julitasari et al. \(2022\)](#) yang melaporkan peningkatan omzet 40-60% pada UMKM setelah adopsi digital marketing. Studi oleh [Wijaya &](#)

Fatmawati (2023) dalam Jurnal SOLMA juga mengungkapkan bahwa strategi digital marketing dapat meningkatkan daya saing produk lokal di daerah tertinggal hingga 75%. Keunikan dalam studi ini adalah pendekatan *hybrid* yang menggabungkan *platform established* (TikTokShop) dengan channel komunikasi personal (WhatsApp).

Dampak Sosial-Ekonomi

Program ini cukup berhasil memberikan dampak yang positif bagi masyarakat Desa Pusong Baru. Setelah dilakukan pengamatan selama proses berjalannya program ini, dampak dari program ini dapat dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 5. Analisis Dampak Sosial-Ekonomi

Indikator	Sebelum	Sesudah	Perubahan
Tenaga Kerja	10 orang	17 orang	+70%
Pendapatan/Rata-rata	Rp 850.000	Rp 1.450.000	+71%
Kontribusi ke Desa	Minimal	Signifikan	N/A
Partisipasi Perempuan	30%	65%	+117%

Tabel diatas menggambarkan dampak dari kegiatan ini, yaitu terjadinya peningkatan baik dari segi tenaga kerja (dari 10 menjadi 17), mapun pendapatan, serta kontribusi terhadap desa dan bentuk partisipasi yang dilakukan oleh perempuan desa. Dampak sosial-ekonomi ini menguatkan temuan Sari & Hidayat (2021) tentang efektivitas pendekatan pemberdayaan berbasis teknologi dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir. Sama hal nya dengan fenomena sebelumnya oleh Kurniawati & Hidayat (2022) yang juga menunjukkan bahwa program pemberdayaan berbasis teknologi dapat meningkatkan pendapatan masyarakat hingga 70% dalam kurun waktu 6 bulan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa, pendekatan partisipatif berbasis teknologi cukup berhasil mentransformasi Kelompok Usaha Kase Teuplah dari usaha tradisional menjadi usaha modern yang kompetitif, implementasi sistem IoT meningkatkan efisiensi penyimpanan sebesar 68% dan mengurangi kerusakan produk dari 25% menjadi 8%, strategi pemasaran digital meningkatkan omzet dan memperluas jangkauan pasar hingga 2 provinsi, model pendampingan ini terbukti efektif dan dapat direplikasi untuk usaha mikro sejenis di daerah pesisir. Rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya meliputi: (1) Pengajuan sertifikasi SNI dan halal; (2) Pengembangan produk turunan untuk diversifikasi; (3) Ekspansi pasar melalui *platform e-commerce* internasional; (4) Replikasi model ke kelompok usaha lain di wilayah pesisir Aceh, sebagaimana disarankan oleh Ramadhani & Santoso (2023) dalam konteks optimalisasi smart village melalui integrasi teknologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi serta Universitas Malikussaleh yang telah mendanai kegiatan ini melalui skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Tahun 2025. Terima kasih juga disampaikan kepada Kelompok Usaha Kase Teuplah yang telah berpartisipasi aktif, serta kepada pemerintah Desa Pusong Baru yang memberikan dukungan fasilitas selama pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D., & Setiawan, A. (2023). Model Pemberdayaan Masyarakat Pesisir melalui Teknologi Tepat Guna pada Usaha Pengolahan Ikan. *Jurnal Solusi Masyarakat (SOLMA)*, 12(2), 45-56.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Perikanan Indonesia 2023*. Jakarta: BPS RI.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 2721:2020 tentang Ikan Asin*. Jakarta: BSN.
- Hartono, B., & Nurhayati, S. (2022). Pendampingan Berkelanjutan untuk Keberlanjutan Usaha Mikro di Sektor Perikanan. *Jurnal Solusi Masyarakat (SOLMA)*, 11(2), 67-79.
- Julitasari, D., Handayani, T., & Wijaya, A. (2022). Dampak Pemasaran Digital terhadap Peningkatan Penjualan UMKM di Masa Pandemi. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 10(1), 45-56.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2024). *Laporan Kinerja KKP 2023*. Jakarta: KKP.
- Kurniawati, T., & Hidayat, R. (2022). Analisis Dampak Sosial-Ekonomi Program Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Teknologi. *Jurnal Solusi Masyarakat (SOLMA)*, 11(4), 89-102.
- Nurhayati, S., Ramadhani, R., & Siregar, Z. (2021). Analisis Kualitas Ikan Asin di Pesisir Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 16(2), 88-95.
- Prasetyo, B., & Sari, R. (2022). Implementasi IoT dalam Sistem Monitoring Kualitas Produk Olahan Ikan Skala UMKM. *Jurnal Solusi Masyarakat (SOLMA)*, 11(3), 112-125.
- Pratiwi, A., Santoso, H., & Utami, R. (2020). Penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) pada Industri Pengolahan Ikan Asin. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(3), 201-210.
- Ramadhani, F., & Santoso, E. (2023). Optimalisasi Smart Village melalui Integrasi Teknologi pada Usaha Mikro Lokal. *Jurnal Solusi Masyarakat (SOLMA)*, 12(4), 56-68.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: Free Press.
- Rosnita, L., Ikhwan, M., & Aidilof, H.A.K. (2024). Water Quality Monitoring and Control System for Tilapia Cultivation Based on *Internet of Things*. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 4(4), 38-43.
- Sari, M., & Hidayat, R. (2021). Pemberdayaan Masyarakat melalui Pengembangan Usaha Mikro di Daerah Pesisir. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 9(1), 77-85.
- Siregar, M., & Putra, A. (2023). Transformasi Digital UMKM melalui Pendekatan Partisipatif di Daerah Pesisir Aceh. *Jurnal Solusi Masyarakat (SOLMA)*, 12(3), 34-48.
- Suharto, E. (2019). *Pemberdayaan Masyarakat dan Pembangunan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wijaya, S., & Fatmawati, D. (2023). Digital Marketing sebagai Strategi Peningkatan Daya Saing UMKM Produk Lokal di Daerah Tertinggal. *Jurnal Solusi Masyarakat (SOLMA)*, 12(1), 78-92.