

Digitalisasi Manajemen Tambak Udang Berbasis Mobile dan IoT dalam Meningkatkan Produktivitas Petambak Lancang Barat

Mobile and IoT-Based Shrimp Pond Management Digitalization to Improve the Productivity of Shrimp Farmers in Lancang Barat

Ananda Faridhatul Ulva^{*1}, Desvina Yulisda², Annisa Karima³

^{1,2,3} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, Aceh, Indonesia 24354
e-mail: anandafulva@unimal.ac.id^{1*}, desvinayulisda@unimal.ac.id², annisakarima@unimal.ac.id³

Abstrak

Kelompok petambak udang di Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara masih menghadapi kendala dalam pengelolaan tambak akibat pemantauan kualitas air yang dilakukan secara manual dan belum terdokumentasi dengan baik. Kondisi tersebut menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi perubahan kualitas air, kurang optimalnya pemberian pakan, serta meningkatnya risiko penurunan produktivitas budidaya. Program Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas petambak melalui penerapan digitalisasi tambak berbasis aplikasi *mobile* dan *Internet of Things* (IoT). Olusi yang ditawarkan berupa sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor dissolved oxygen (DO), pH, dan suhu yang terintegrasi dengan aplikasi mobile untuk menampilkan data secara *real-time*, menyimpan riwayat pengukuran, serta memberikan notifikasi ketika parameter berada di luar kisaran optimal. Metode pelaksanaan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, instalasi perangkat IoT, pengembangan aplikasi mobile, pelatihan penggunaan sistem, pendampingan, serta pemantauan dan evaluasi. Keberhasilan program diukur melalui peningkatan pengetahuan dan keterampilan petambak, kemampuan memanfaatkan sistem digital dalam pengelolaan tambak, serta efektivitas pemantauan kualitas air sebagai dasar pengambilan keputusan budidaya. Luaran yang dihasilkan berupa sistem digital tambak berbasis mobile dan IoT yang diterapkan pada mitra, peningkatan kapasitas kelompok petambak, publikasi ilmiah pengabdian, serta model pemberdayaan berbasis teknologi informasi yang mendukung budidaya udang produktif, efisien, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Digitalisasi Tambak, *Internet of Things* (IoT), Aplikasi *Mobile*, Budidaya Udang Vaname, Produktivitas Tambak

Abstract

Shrimp farmers in Lancang Barat Village, Dewantara District, North Aceh Regency, continue to face challenges in pond management due to manual water quality monitoring and inadequate data recording. These conditions result in delayed detection of water quality changes, suboptimal feeding management, and an increased risk of reduced aquaculture productivity. This Community Service Program aims to enhance the capacity of shrimp farmers through the implementation of mobile application and Internet of Things (IoT)-based shrimp pond digitalization. The proposed solution is a water quality monitoring system utilizing dissolved oxygen (DO), pH, and temperature sensors integrated with a mobile application to provide real-time monitoring, store historical measurement data, and generate notifications when water quality parameters exceed optimal thresholds. The implementation methods include partner needs assessment, IoT device installation, mobile application

development, user training, technical assistance, monitoring, and evaluation. The success of the program is assessed through improvements in farmers' knowledge and technical skills, their ability to utilize digital systems for pond management, and the effectiveness of water quality monitoring as a basis for decision-making in shrimp farming. The expected outputs include the implementation of a mobile and IoT-based digital shrimp pond management system for partner communities, enhanced capacity of shrimp farmer groups, publication of community service outcomes in scientific journals, and a technology-based community empowerment model that supports productive, efficient, and sustainable shrimp aquaculture.
Keywords: *Shrimp Pond Digitalization, Internet of Things (IoT), Mobile Application, Whiteleg Shrimps Farming, Pond Productivity*

1. PENDAHULUAN

Desa Lancang Barat merupakan salah satu desa pesisir di Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara yang memiliki potensi besar dalam pengembangan budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Wilayah ini didukung oleh kondisi geografis yang sesuai untuk kegiatan akuakultur serta menjadi salah satu sumber mata pencaharian masyarakat pesisir. Berdasarkan publikasi Kabupaten Aceh Utara Dalam Angka 2024 sektor perikanan budidaya merupakan salah satu sektor strategis yang berkontribusi terhadap perekonomian daerah sehingga peningkatan produktivitas tambak menjadi salah satu fokus pembangunan daerah (*Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Utara*, n.d.-a). Selain itu, hasil Sensus Pertanian 2023 Subsektor Perikanan menunjukkan bahwa usaha perikanan budidaya masih didominasi oleh usaha perorangan yang memerlukan dukungan inovasi teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing (*Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Utara*, n.d.-b).

Mitra kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini adalah Kelompok Petambak Udang Desa Lancang Barat yang terdiri atas 30 orang petambak dengan luas tambak lebih dari 10 hektare. Tambak yang dikelola menggunakan sistem budidaya semi-intensif dengan komoditas utama udang vaname. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan mitra, sebagian besar petambak masih melakukan pemantauan kualitas air secara manual menggunakan alat ukur portabel serta pengamatan visual terhadap kondisi air dan perilaku udang. Pencatatan aktivitas budidaya, seperti pemberian pakan, hasil pengukuran kualitas air, penggunaan probiotik, dan riwayat produksi masih dilakukan secara manual bahkan sebagian besar belum terdokumentasi dengan baik. Kondisi tersebut menyebabkan informasi budidaya sulit dianalisis sebagai dasar pengambilan keputusan sehingga risiko kesalahan dalam pengelolaan tambak menjadi lebih tinggi.

Dari aspek fisik, lokasi tambak berada di kawasan pesisir yang dipengaruhi oleh perubahan cuaca, pasang surut air laut, dan fluktuasi kualitas air. Parameter penting seperti *dissolved oxygen* (DO), pH, dan suhu mengalami perubahan yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Keterlambatan dalam mendeteksi perubahan parameter tersebut sering menyebabkan penurunan nafsu makan, meningkatnya tingkat stres udang, munculnya penyakit, hingga

kematian massal yang berdampak langsung terhadap produktivitas tambak (Sobri et al., 2021)

Dari aspek sosial, sebagian besar anggota kelompok petambak memiliki pengalaman budidaya yang cukup baik, namun kemampuan dalam memanfaatkan teknologi informasi masih terbatas. Pengambilan keputusan masih mengandalkan pengalaman dan kebiasaan sehingga belum memanfaatkan data historis maupun sistem pemantauan digital. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan literasi digital menjadi kebutuhan penting untuk mendukung transformasi budidaya menuju sistem yang lebih modern (Azmi et al., 2025)

Dari aspek ekonomi, budidaya udang merupakan sumber pendapatan utama masyarakat mitra. Biaya operasional terbesar berasal dari penggunaan pakan, energi listrik untuk kincir, serta pengelolaan kualitas air. Ketidaktepatan dalam pengelolaan kualitas air sering menyebabkan penggunaan pakan menjadi tidak efisien sehingga meningkatkan biaya produksi. Berdasarkan hasil wawancara awal, rata-rata produksi kelompok petambak mencapai 200 ton/siklus, dengan produktivitas sekitar 5 ton/ha/siklus, sedangkan pendapatan bersih petambak berkisar Rp 250.000.000/siklus. Data tersebut akan menjadi dasar evaluasi keberhasilan program setelah implementasi teknologi.

Dari aspek lingkungan, keberhasilan budidaya sangat dipengaruhi oleh kualitas air. Perubahan suhu, pH, dan kadar oksigen terlarut yang tidak terpantau secara cepat dapat menurunkan kualitas lingkungan budidaya sehingga mengganggu pertumbuhan udang. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang mampu memberikan informasi kondisi tambak secara *real-time* sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan lebih cepat



Gambar 1. Kondisi Saat ini Tambak Semi Intensif di Desa Lancang Barat Aceh Utara

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang baru dalam digitalisasi sektor akuakultur (Sahputra et al., 2025)(Dwivedi et al., 2019). IoT memungkinkan sensor kualitas air mengirimkan data secara otomatis ke

aplikasi mobile sehingga petambak dapat memantau kondisi tambak kapan saja dan di mana saja (Ulva, Fadhliani, et al., 2023). Integrasi sensor dengan aplikasi mobile juga mampu menyimpan riwayat data, memberikan notifikasi dini ketika parameter berada di luar batas optimal, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Yusdartono et al., 2025). Beberapa penelitian melaporkan bahwa penerapan IoT pada budidaya udang mampu meningkatkan efektivitas monitoring kualitas air, mengurangi risiko kegagalan budidaya, serta meningkatkan efisiensi operasional (Maulani et al., 2026)(Ulva et al., 2026). Selain itu, digitalisasi budidaya melalui aplikasi *mobile* dapat meningkatkan akurasi pencatatan produksi dan mempercepat respons petambak terhadap perubahan kondisi lingkungan (Ulva, Nurdin, et al., 2023)(Ulva, Yulisda, et al., 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, solusi yang ditawarkan dalam program Pengabdian kepada Masyarakat ini adalah digitalisasi manajemen tambak berbasis aplikasi *mobile* dan *Internet of Things* (IoT). Sistem yang dikembangkan terdiri atas sensor DO, pH, dan suhu yang terhubung dengan mikrokontroler dan aplikasi *mobile* untuk menampilkan kondisi tambak secara *real-time*, menyimpan data historis, serta memberikan notifikasi dini apabila terjadi perubahan kualitas air. Selain penerapan teknologi, kegiatan ini juga meliputi pelatihan penggunaan sistem, pendampingan operasional, dan evaluasi tingkat adopsi teknologi oleh kelompok petambak (Flores-Iwasaki et al., 2025)(Mujiyanti et al., 2025).

2. METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan selama enam bulan, mulai dari tahap persiapan hingga evaluasi, di Kelompok Petambak Udang Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara. Mitra kegiatan terdiri atas 30 orang petambak yang mengelola tambak udang vaname dengan luas lahan lebih dari 10 hektare. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang dipadukan dengan metode pelatihan, pendampingan, demonstrasi teknologi, dan evaluasi partisipatif. Pendekatan ini melibatkan mitra secara aktif pada setiap tahapan kegiatan sehingga solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan.

Tahap awal kegiatan diawali dengan observasi lapangan, wawancara, dan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk mengidentifikasi kondisi eksisting tambak, sistem pengelolaan kualitas air, pencatatan budidaya, serta kemampuan petambak dalam memanfaatkan teknologi informasi. Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar dalam merancang sistem digital tambak berbasis *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi *mobile* yang sesuai dengan kebutuhan mitra. Sistem yang dikembangkan terdiri atas sensor *dissolved oxygen* (DO), pH, dan suhu air yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 serta aplikasi *mobile*. Data hasil pengukuran dikirim secara *real-time* ke aplikasi sehingga petambak dapat memantau kondisi kualitas air, melihat riwayat pengukuran, dan menerima notifikasi apabila parameter berada di luar kisaran optimal.

Selanjutnya dilakukan instalasi perangkat *IoT* pada tambak percontohan yang meliputi pemasangan sensor, konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak, kalibrasi sensor, serta pengujian sistem untuk memastikan seluruh komponen berfungsi dengan baik. Setelah sistem siap digunakan, tim pengabdian menyelenggarakan pelatihan kepada seluruh anggota kelompok petambak mengenai konsep *Smart Aquaculture*, penggunaan aplikasi *mobile*, interpretasi data kualitas air, pengoperasian sistem monitoring, serta perawatan perangkat *IoT*. Pelatihan dilaksanakan melalui metode ceramah, demonstrasi, praktik langsung, dan diskusi sehingga peserta memperoleh pemahaman konseptual sekaligus keterampilan teknis dalam mengoperasikan sistem.

Setelah pelatihan, kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan intensif selama masa implementasi. Pendampingan dilakukan melalui kunjungan lapangan secara berkala untuk membantu petambak dalam menggunakan aplikasi, membaca data sensor, melakukan pemeliharaan perangkat, serta memberikan rekomendasi teknis berdasarkan hasil pemantauan kualitas air. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan tingkat adopsi teknologi serta membangun kemandirian petambak dalam mengelola tambak berbasis data.

Evaluasi keberhasilan program dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Evaluasi kuantitatif dilakukan melalui perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta, lembar observasi keterampilan dalam mengoperasikan sistem, serta analisis data penggunaan aplikasi selama kegiatan berlangsung. Evaluasi kualitatif dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dokumentasi, dan kuesioner kepuasan mitra untuk mengetahui perubahan sikap, tingkat penerimaan teknologi, dan manfaat program bagi kelompok petambak.

Indikator keberhasilan program meliputi peningkatan pengetahuan dan keterampilan petambak dalam penggunaan teknologi digital, kemampuan mengoperasikan sistem *monitoring* secara mandiri, meningkatnya penggunaan aplikasi *mobile* dalam pengelolaan tambak, serta tersedianya data kualitas air secara *real-time* sebagai dasar pengambilan keputusan budidaya. Dampak program diukur berdasarkan perubahan aspek sosial, ekonomi, dan perilaku mitra, yang ditunjukkan melalui meningkatnya literasi digital, efektivitas pengelolaan kualitas air, efisiensi penggunaan pakan, serta peningkatan produktivitas dan pendapatan usaha budidaya udang vaname. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyempurnaan sistem sekaligus model pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi informasi yang dapat direplikasi pada kelompok petambak lainnya.

Tabel 1. Indikator Keberhasilan kegiatan Pengabdian

No	Indikator	Kondisi Awal	Target Keberhasilan	Alat Ukur
1	Pengetahuan petambak tentang <i>IoT</i> dan aplikasi <i>mobile</i>	Sebagian besar belum memahami	Nilai post-test meningkat $\geq 30\%$ dibandingkan pre-test	Pre-test dan post-test

2	Keterampilan mengoperasikan aplikasi <i>mobile</i>	Belum mampu	≥85% peserta mampu mengoperasikan aplikasi secara mandiri	Lembar observasi praktik
3	Kemampuan membaca data DO, pH, dan suhu	Rendah	≥80% peserta mampu menginterpretasikan data kualitas air dengan benar	Tes praktik
4	Penggunaan sistem monitoring digital	Belum tersedia	≥80% anggota kelompok menggunakan aplikasi minimal 1 kali per hari	Log Aplikasi
5	Pencatatan Aktivitas budidaya	Manual	≥90% data budidaya tercatat secara digital	Riwayat aplikasi
6	Pendapatan petambak	Belum Optimal	Meningkat minimal 10% dibandingkan sebelum program	Analisis Usaha

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. 1 Implementasi Digitalisasi Tambak berbasis *Mobile* dan *IoT*

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan di Kelompok Petambak Udang Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara yang diikuti oleh 30 orang petambak. Kegiatan diawali dengan observasi lapangan dan koordinasi bersama ketua kelompok untuk mengidentifikasi kondisi eksisting budidaya udang serta permasalahan yang dihadapi mitra. Hasil observasi menunjukkan bahwa proses *monitoring* kualitas air masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur portabel dan pengamatan visual terhadap kondisi air. Selain itu, pencatatan aktivitas budidaya seperti pemberian pakan, penggunaan probiotik, serta hasil pengukuran kualitas air belum terdokumentasi secara digital sehingga menyulitkan proses evaluasi budidaya.

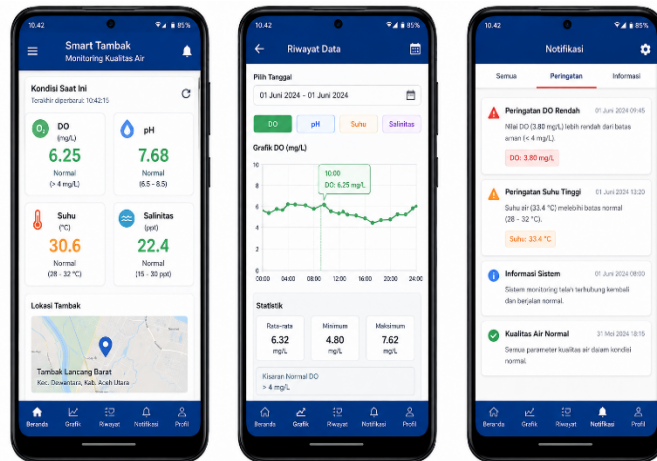


Gambar 2. Kondisi Saat ini dalam pengambilan data DO di Tambak menggunakan alat DO secara Manual di Lancang Barat Kecamatan Dewantara Aceh Utara

Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, tim pengabdian menerapkan sistem digitalisasi tambak berbasis aplikasi *mobile* dan *Internet of Things (IoT)*. Sistem terdiri atas sensor *dissolved oxygen* (DO), pH, dan suhu yang dihubungkan dengan mikrokontroler serta aplikasi *mobile* sehingga mampu menampilkan kondisi kualitas air secara *real-time*. Seluruh perangkat berhasil dipasang dan diuji pada tambak mitra sehingga petambak dapat memantau kondisi tambak melalui telepon pintar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan data dengan waktu respons sekitar 20 detik dan seluruh parameter dapat ditampilkan secara akurat pada aplikasi.



Gambar 3. Instalasi Perangkat *IoT* di Salah Satu Tambak Mitra Petambak di Lancang Barat Kecamatan Dewantara Aceh Utara



Gambar 4. Tampilan Aplikasi *IoT* untuk Deteksi Hasil Sensor DO dan pH berbasis *Mobile*

3. 2 Pelatihan dan Penggunaan Sistem

Setelah instalasi perangkat selesai dilakukan, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan penggunaan sistem kepada seluruh anggota kelompok petambak. Materi pelatihan meliputi pengenalan konsep *Smart Aquaculture*, fungsi sensor kualitas air, penggunaan aplikasi *mobile*, interpretasi data *monitoring*, serta langkah-langkah pemeliharaan perangkat *IoT*. Pelatihan dilaksanakan menggunakan metode ceramah, demonstrasi, praktik langsung, dan diskusi sehingga peserta memperoleh pengalaman secara langsung dalam mengoperasikan sistem.

Selama kegiatan berlangsung, peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi terhadap penggunaan teknologi digital dalam pengelolaan tambak. Berdasarkan hasil observasi, sebanyak 15 orang (20%) peserta mampu mengoperasikan aplikasi secara mandiri setelah pelatihan. Selain itu, sebanyak 20% peserta telah mampu membaca nilai DO, pH, dan suhu sebagai dasar dalam pengambilan keputusan budidaya.

Pendampingan dilakukan secara berkala selama masa implementasi untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. Tim pengabdian memberikan bimbingan mengenai penggunaan aplikasi, interpretasi data kualitas air, serta tindakan yang perlu dilakukan ketika parameter berada di luar kisaran optimal. Melalui kegiatan pendampingan tersebut, petambak mulai membiasakan pencatatan aktivitas budidaya secara digital sehingga seluruh data dapat tersimpan dengan lebih sistematis.

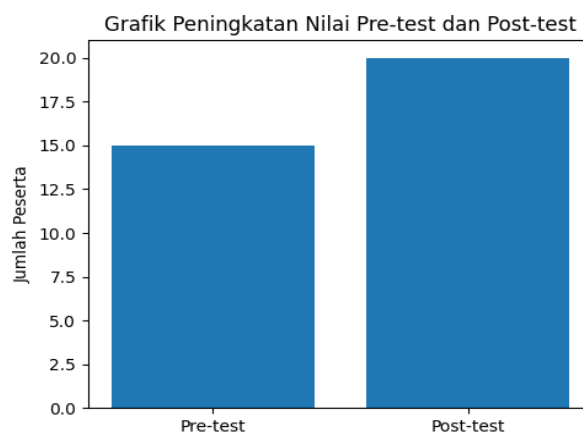


Gambar 5. Kegiatan Pelatihan dan Pedampingan penggunaan Aplikasi *Mobile* dan Sistem Monitoring berbasis *IoT*

3. 3 Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Mitra

Evaluasi peningkatan pengetahuan dilakukan menggunakan metode *pre-test* dan *post-test*. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta mengenai pemanfaatan teknologi *IoT* dalam budidaya udang. Nilai rata-rata *pre-test* sebesar 15 orang meningkat menjadi 20 orang pada *post-test*, sehingga terjadi peningkatan sebesar 5 %. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan berhasil meningkatkan pengetahuan peserta mengenai penggunaan teknologi informasi dalam pengelolaan tambak.

Selain peningkatan pengetahuan, hasil observasi menunjukkan bahwa keterampilan peserta dalam mengoperasikan aplikasi *mobile* juga mengalami peningkatan. Sebanyak 5 % peserta mampu melakukan *login* aplikasi, membaca data sensor, melihat histori pengukuran, serta memahami notifikasi yang diberikan sistem. Kondisi ini menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan mudah digunakan dan sesuai dengan kebutuhan kelompok petambak.



Gambar 6. Hasil Pretest-Posttest dalam pemahaman untuk menggunakan aplikasi *Mobile* berbasis *IoT* untuk monitoring Udang

3. 4 Dampak Program terhadap Masyarakat Mitra

Pelaksanaan program memberikan dampak positif terhadap peningkatan kapasitas kelompok petambak. Dari aspek pengetahuan, peserta memperoleh pemahaman mengenai pemanfaatan teknologi *IoT* dalam budidaya udang. Dari aspek keterampilan, petambak telah mampu mengoperasikan aplikasi *mobile* dan memanfaatkan data kualitas air sebagai dasar pengambilan keputusan. Dari aspek sosial, kegiatan ini meningkatkan kerja sama antaranggota kelompok melalui diskusi berbasis data serta memperkuat budaya berbagi informasi mengenai kondisi tambak

Dari aspek ekonomi, penerapan sistem monitoring membantu petambak dalam mengoptimalkan pengelolaan kualitas air sehingga penggunaan pakan menjadi lebih efisien. Berdasarkan hasil evaluasi, efisiensi penggunaan pakan meningkat sebesar 5%, sedangkan produktivitas tambak meningkat sebesar 5% dibandingkan sebelum penerapan teknologi. Selain itu, pendapatan petambak mengalami peningkatan sebesar 5% sebagai dampak dari pengelolaan budidaya yang lebih efektif.

4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat melalui penerapan digitalisasi manajemen tambak berbasis aplikasi *mobile* dan *Internet of Things (IoT)* di Kelompok Petambak Udang Desa Lancang Barat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara telah memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan dan keterampilan petambak dalam memanfaatkan teknologi informasi untuk pengelolaan budidaya udang vaname. Integrasi sensor *dissolved oxygen* (DO), pH, dan suhu dengan aplikasi *mobile* memudahkan petambak dalam melakukan pemantauan kualitas air secara *real-time*, mendokumentasikan data budidaya secara digital, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta terhadap penggunaan teknologi *IoT* serta meningkatnya kemampuan mengoperasikan aplikasi monitoring sehingga sistem dapat diterima dan dimanfaatkan oleh mitra. Ke depan, disarankan agar penggunaan sistem ini dilakukan secara berkelanjutan dengan penambahan fitur analisis data, prediksi kualitas air, dan integrasi dengan sensor budidaya lainnya, serta diperluas penerapannya pada kelompok petambak lain di Kabupaten Aceh Utara untuk mendukung budidaya udang yang lebih produktif, efisien, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, A., Irwansyah, M. A., Muhandi, H., Kom, M., Profesor, J., Nawawi, D. H. H., & Barat, K. (2025). Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Akuakultur Udang Vaname Berbasis Internet Of Things (Iot). *Justin*, 13(2), 205–213. <https://doi.org/10.26418/justin.v13i2.86599>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Utara. (n.d.-a). Retrieved June 2, 2024, from <https://acehutarakab.bps.go.id/subject/53/tanaman->

- pangan.html#subjekViewTab3
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Utara. (n.d.-b). Retrieved April 9, 2023, from <https://acehutarakab.bps.go.id/indicator/6/88/1/jumlah-penduduk-kabupaten-aceh-utara-menurut-kecamatan.html>
- Dwivedi, A. D., Srivastava, G., Dhar, S., & Singh, R. (2019). A decentralized privacy-preserving healthcare blockchain for IoT. *Sensors (Switzerland)*, 19(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/s19020326>
- Flores-Iwasaki, M., Guadalupe, G. A., Pachas-Caycho, M., Chapa-Gonza, S., Mori-Zabarburú, R. C., & Guerrero-Abad, J. C. (2025). Internet of Things (IoT) Sensors for Water Quality Monitoring in Aquaculture Systems: A Systematic Review and Bibliometric Analysis. *AgriEngineering*, 7(3), 1–28. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7030078>
- Maulani, E., Nanda, S. A., Ulva, A. F., & Fitri, Z. (2026). *Classification Analysis Model of Construction Materials to Support Decision-Making in Construction Projects*. 10(1), 24–29.
- Mujiyanti, S. F., Radhy, A., Cahya, M. N., & Segar, Y. P. A. (2025). Dissolved Oxygen Monitoring and Control System IoT-Based Brackish Water Vannamei Shrimp Farming Using Long Range Wide Area Network (LoRaWAN). *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 17(2), 175–186. <https://doi.org/10.5614/joki.2025.17.2.11>
- Sahputra, I., Ulva, A. F., Putri, B. A., & Eviyanti, C. Y. (2025). Comparative Study of VGG16 and MobileNet Architectures for Rice Leaf Disease Classification Using CNN. *JITE: JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 9(1), 303–314. <https://doi.org/10.31289/jite.v9i1.15458>
- Sobri, S., Prayitno, P., Basino, B., & Nurhayat, N. (2021). Automatic Water Quality Monitoring System With Real-Time Data Type Based on Internet of Things (IOT) for Vannamei Shrimp Farming. *Urecol Journal. Part E: Engineering*, 1(2), 52–63. <https://doi.org/10.53017/uje.64>
- Ulva, A. F., Fadhlani, Nurhasanah, Wulandari, 'Akla, C. M. N., Haq, N. A., & Haq, B. U. (2023). Pedampingan Petani Dengan Aplikasi BS (Buying and Selling) Farmer Untuk Meningkatkan Promosi dan Pemasaran di Gampong Ulee Pulo Kecamatan Dewantara Aceh Utara. *Jurnal SOLMA*, 12(3), 1611–1619. <https://doi.org/10.22236/solma.v12i3.12969>
- Ulva, A. F., Nurdin, Fhonna, R. P., Yulisda, D., Nur, M., & Setiawan, R. (2023). Aplikasi IoT Pemantauan Detak Jantung Pasien Lansia Beresiko Tinggi di RSCM Cut Mutia Lhokseumawe Berbasis Mobile. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1), 237–246.
- Ulva, A. F., yulisda, D., Baidhawi, & Nurhasanah. (2026). Performance Evaluation of Augmented Reality-Based Smart Farming for Rice and Corn Pest Detectio. *JITE: JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 9(2), 564–572. <https://doi.org/https://10.31289/jite.v9i2.16996>
- Ulva, A. F., Yulisda, D., Fhonna, R. P., Fitria, R., & Rijal, H. (2023). Improving Information Technology Skills and Capabilities of Teachers of SD IT Al-Alaq Dewantara North Aceh in the Use of Microsoft Office Software. *Jurnal Pengabdian Masyarakat I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(2), 665–675. <https://doi.org/https://doi.org/10.33379/icom.v3i2.2545>
- Yusdartono, H. M., Apriyulida, F., & Ulva, A. F. (2025). The Effect of Complimentary Split Ring Resonator Placement on Antenna Patch and Ground Plane to

Microstrip Antenna Reduction Dimension and Bandwidth. *G-Tech :Jurnal Teknologi Terapan*, 9(2), 608–615.