

REKAGAMA (Rekam Kegiatan Pengabdian Masyarakat)

Volume 1, Nomor 2, Juni 2026, Halaman 27-34

ISSN 3123-4550 (ONLINE)

URL: <https://journal.mazayacahayautama.com/index.php/rg>

Pendampingan Petani Tambak dalam Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air

Mutammimul Ula^{1*}, Fadhliani², Emi Maulani², Syarifah Asria Nanda², Zulmiardi³,
Muhammad⁴

¹ Program Studi Sistem Informasi, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

³ Program Studi Teknik Kimia, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

⁴ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara

*Email korespondensi: mutammimul@unimal.ac.id

ABSTRAK

Pemantauan kualitas air merupakan faktor penentu keberhasilan budidaya tambak, namun sebagian besar petani masih mengandalkan metode tradisional yang lambat, kurang akurat, dan rawan kesalahan. Pengabdian ini bertujuan memberdayakan petani tambak melalui pendampingan pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem monitoring kualitas air secara real-time. Kegiatan pendampingan meliputi sosialisasi konsep IoT, instalasi sensor pada kolam, pelatihan pengoperasian perangkat, serta interpretasi data untuk pengambilan keputusan dalam pengelolaan tambak. Metode dilakukan secara praktik langsung di lapangan dengan pendekatan diskusi dan simulasi, sehingga petani dapat memahami pemanfaatan teknologi secara menyeluruh. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa 90% peserta mampu memahami sistem monitoring IoT secara mandiri setelah pelatihan, dan waktu deteksi perubahan kualitas air dibanding metode konvensional. Selain itu, risiko kegagalan panen berkurang pada tambak yang menggunakan sistem ini, sementara efisiensi penggunaan air dan pakan meningkat. Implementasi sistem IoT juga mendukung praktik budidaya ramah lingkungan dengan mengurangi limbah dan overfeeding. Dengan demikian, pendampingan ini tidak hanya meningkatkan kapasitas dan keterampilan petani, tetapi juga mendorong pengelolaan tambak yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan. Kontribusi Pengabdian bagi Petani Memberikan keterampilan baru dalam pemanfaatan teknologi IoT. Mempercepat pengambilan keputusan berbasis data untuk kualitas air dan hasil panen. Bagi Masyarakat dan Lingkungan dapat mendukung praktik budidaya tambak efisien dan ramah lingkungan. serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat pengelolaan air dan pakan yang tidak tepat.

Kata kunci: Petani Tambak, Internet of Things, Monitoring Kualitas Air, Pemberdayaan Masyarakat

PENDAHULUAN

Pemantauan kualitas air merupakan aspek yang sangat penting dalam budidaya tambak, karena kualitas air yang buruk dapat menyebabkan stres pada organisme budidaya, menurunkan pertumbuhan, dan meningkatkan risiko kematian panen (Fadilah, Putra, & Wulandari, 2024). Namun, sebagian besar petani tambak masih menggunakan metode konvensional, seperti pengukuran manual dan pengamatan visual berkala, yang

memerlukan waktu lama dan rentan kesalahan. Keterbatasan ini membuat pengambilan keputusan untuk pengelolaan tambak sering terlambat sehingga mengurangi efisiensi budidaya. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi dengan sistem monitoring otomatis yang mampu memantau parameter kualitas air secara real-time, termasuk pH, suhu, oksigen terlarut, dan kekeruhan, serta menyajikan data dalam bentuk dashboard yang mudah diakses (Sari, Nugroho, & Santoso, 2024).

Penggunaan IoT dalam budidaya tambak telah menunjukkan efektivitas tinggi dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Studi lapangan pada tambak udang menunjukkan bahwa monitoring real-time menggunakan IoT membantu petambak mendeteksi perubahan kualitas air lebih cepat, sehingga dapat melakukan tindakan korektif segera untuk menjaga kualitas panen (Dewi, Rahman, & Putri, 2023). Selain itu, sistem IoT multi-parameter yang diterapkan di tambak pesisir Indonesia menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan keterlibatan petani skala kecil dengan teknologi monitoring yang terjangkau dan relevan dengan praktik sehari-hari (Pratama & Kurniawan, 2023).

Budidaya tambak menjadi salah satu sumber pendapatan utama bagi masyarakat pesisir. Keberhasilan budidaya sangat bergantung pada kualitas air kolam, yang memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan organisme budidaya. Saat ini, sebagian besar petani tambak masih menggunakan metode tradisional, seperti pengamatan visual atau pengukuran manual berkala. Metode ini tidak hanya memerlukan waktu dan tenaga yang cukup besar, tetapi juga rentan kesalahan dan tidak mampu memberikan data secara real-time, sehingga keterlambatan respons terhadap perubahan kualitas air sering terjadi dan meningkatkan risiko gagal panen (Fadilah, Putra, & Wulandari, 2024).

Pemantauan kualitas air secara otomatis menggunakan teknologi IoT terbukti membantu dalam memantau parameter penting seperti pH, suhu, dan oksigen terlarut secara real-time, yang penting untuk stabilitas budidaya akuakultur dan pengambilan keputusan cepat oleh petani (Flores-Iwasaki et al., 2025). Studi di Desa Karangrejo mengungkapkan bahwa pemantauan manual kualitas air tambak masih kurang efisien dan rawan kesalahan sehingga diperlukan sistem otomatis berbasis IoT untuk meningkatkan akurasi pemantauan (Muyasaroh et al., 2025).

Kegiatan pengabdian masyarakat juga menunjukkan penerapan IoT dalam monitoring kualitas air dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan tambak dan mengurangi risiko kerugian akibat fluktuasi parameter air (Saharuddin et al., 2025). Di samping itu, kurangnya pemahaman terhadap teknologi monitoring modern seperti Internet of Things (IoT) membuat banyak petani belum memanfaatkan sistem monitoring otomatis yang dapat memantau kualitas air secara terus-menerus dan real-time (Sari, Nugroho, & Santoso, 2024).

Dampak dari permasalahan ini tidak hanya bersifat ekonomis, tetapi juga lingkungan. Pemantauan yang kurang akurat dapat menyebabkan pengelolaan air dan pakan yang berlebihan, menghasilkan limbah berlebih, dan berdampak negatif pada ekosistem perairan. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan langsung untuk memperkenalkan, menginstal, dan melatih petani dalam pemanfaatan IoT untuk monitoring kualitas air. Pendampingan ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan petani dalam mengambil keputusan berbasis data, mempercepat deteksi perubahan kualitas air, meningkatkan efisiensi operasional, serta mendukung praktik budidaya yang lebih produktif dan ramah lingkungan.

Meski demikian, adopsi teknologi IoT masih menghadapi tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur listrik dan jaringan, rendahnya pengetahuan teknologi di kalangan petani, serta persepsi bahwa perangkat IoT rumit dan mahal untuk digunakan. Oleh karena itu, pendampingan langsung sangat diperlukan agar petani tidak hanya mengenal perangkat, tetapi juga mampu memanfaatkan data monitoring untuk mengambil

keputusan yang tepat. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas dan keterampilan petani, mempercepat deteksi perubahan kualitas air, menurunkan risiko gagal panen, serta mendukung praktik budidaya yang lebih efisien, produktif, dan ramah lingkungan.

METODE

Langkah-Langkah Pendampingan Pendampingan Petani Tambak dalam Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air Adalah sebagai berikut :

1. Persiapan dan Identifikasi Mitra

Tahap awal adalah melakukan pendekatan dengan kelompok petani tambak untuk mengidentifikasi kebutuhan dan kondisi lapangan, termasuk parameter kualitas air yang perlu dipantau serta kendala yang dihadapi petani dalam praktik budidaya sehari-hari. Hasil identifikasi ini penting untuk memetakan kapasitas awal petani terhadap teknologi serta menentukan rencana pelatihan yang tepat (Burhan et al., 2025).

2. Sosialisasi dan Pelatihan Dasar IoT

Setelah identifikasi, dilakukan sosialisasi tentang konsep Internet of Things (IoT) dan manfaatnya dalam monitoring kualitas air tambak secara real-time. Materi pelatihan mencakup pemahaman dasar sensor, mikrokontroler, koneksi data, dan antarmuka monitoring yang digunakan. Pelatihan ini penting untuk membangun pemahaman teknologi di kalangan petani (Burhan et al., 2025).

3. Instalasi Perangkat IoT di Lapangan

Tahap ini melibatkan pemasangan sensor dan perangkat monitoring kualitas air berbasis IoT (misalnya pH, suhu, TDS) pada kolam budidaya mitra. Perangkat dipasang dan dikalibrasi sesuai kebutuhan sehingga data parameter air dapat dikirim secara otomatis ke platform monitoring seperti aplikasi mobile atau dashboard web yang mudah diakses petani (Muyasaroh et al., 2023).

4. Pendampingan Operasional dan Praktik Lapangan

Setelah perangkat terpasang, tim pendamping melakukan bimbingan langsung kepada petani dalam mengoperasikan sistem—mulai dari membaca data sensor hingga memahami kondisi air berdasarkan informasi yang ditampilkan. Kegiatan ini juga meliputi simulasi pengambilan keputusan berdasarkan hasil monitoring untuk tindakan korektif yang cepat pada kondisi air tambak (Muyasaroh et al., 2023).

5. Pemanfaatan Data dan Pengambilan Keputusan

Petani dibimbing untuk memanfaatkan data yang diperoleh dari sistem IoT sebagai dasar pengambilan keputusan operasional, seperti penyesuaian pakan, aerasi, atau pergantian air. Pendampingan ini harus menekankan penggunaan data dalam perencanaan budidaya sehingga keputusan tidak lagi bersifat subjektif. Pendekatan data-driven ini bisa meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya (Spektral, 2024).

6. Evaluasi dan Umpan Balik

Secara berkala dilakukan evaluasi efektivitas penggunaan sistem monitoring yang mencakup penilaian pemahaman petani terhadap teknologi IoT serta dampaknya terhadap operasional tambak. Umpan balik dari petani digunakan untuk memperbaiki kegiatan pendampingan, baik dari segi konten pelatihan, fitur teknologi, maupun strategi keberlanjutan penggunaan IoT di masa depan (Burhan et al., 2025).

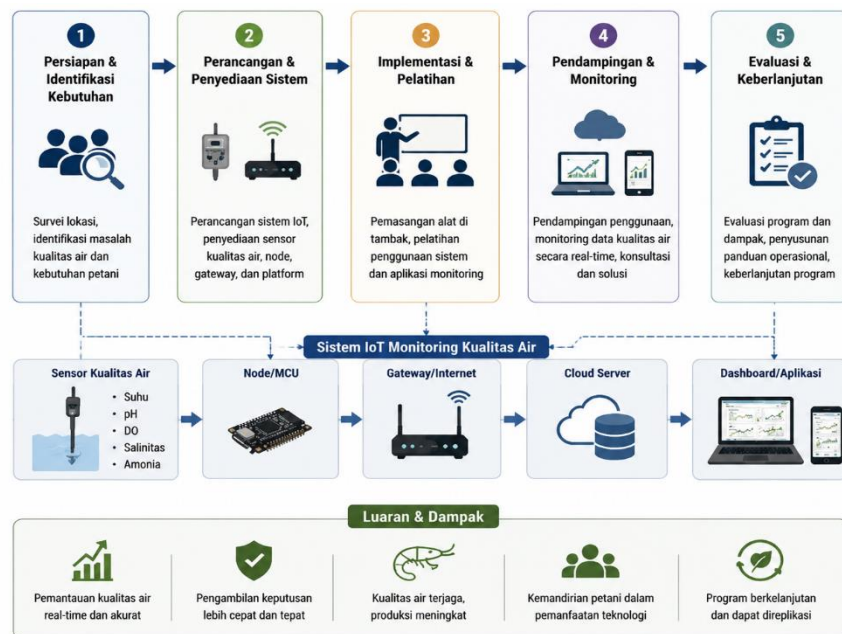
Metode Pelaksanaan pendampingan Petani Tambak dalam Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air. Pendampingan diawali dengan identifikasi mitra dan kondisi lapangan, yaitu kelompok petani tambak yang menjadi sasaran pengabdian. Tahap ini bertujuan memahami kebutuhan, kapasitas teknologi, serta tantangan yang dihadapi petani dalam budidaya sehari-hari, termasuk parameter kualitas air yang perlu dipantau, seperti

pH, suhu, oksigen terlarut, dan kekeruhan (Burhan, Ashari, Rahmah, Riska, & Sari, 2025). Data awal ini menjadi dasar dalam menyusun rencana pelatihan dan instalasi perangkat IoT yang sesuai dengan kondisi lokal.

Tahap berikutnya adalah sosialisasi dan pelatihan dasar IoT. Petani diberikan pemahaman tentang konsep Internet of Things, fungsi sensor, cara kerja sistem monitoring otomatis, serta cara membaca data melalui dashboard atau aplikasi. Pelatihan dilakukan secara praktik langsung agar petani tidak hanya memahami teori, tetapi juga dapat mengoperasikan perangkat secara mandiri. Pada tahap ini, petani juga diajarkan interpretasi data monitoring sebagai dasar pengambilan keputusan operasional seperti pemberian pakan, aerasi, atau pergantian air kolam (Muyasaroh, Islamy, Fakhry, & Ismail, 2023).

Tahap akhir adalah evaluasi dan umpan balik. Tim pendamping melakukan monitoring penggunaan sistem IoT, menilai kemampuan petani dalam mengoperasikan perangkat dan memanfaatkan data untuk pengambilan keputusan, serta mencatat dampak terhadap efisiensi operasional dan produktivitas tambak. Hasil evaluasi digunakan untuk perbaikan pelatihan dan strategi pendampingan selanjutnya, serta untuk mendukung keberlanjutan pemanfaatan teknologi di kelompok petani (Burhan et al., 2025).

Adapun Gambaran analisis yang dijelaskan untuk mitra dalam Pendampingan Petani Tambak dalam Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air Adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendampingan pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) di budidaya tambak berhasil meningkatkan kemampuan dan pemahaman petani dalam mengelola kolam. Petani kini mampu memahami prinsip kerja IoT, mengoperasikan sensor, dan membaca data yang tersaji di dashboard atau aplikasi monitoring secara mandiri. Dengan keterampilan ini, petani lebih siap dalam menggunakan teknologi sebagai dasar pengambilan keputusan sehari-hari untuk menjaga kondisi tambak tetap optimal.

Penggunaan sistem IoT memungkinkan pemantauan parameter kualitas air secara berkelanjutan dan real-time, meliputi pH, suhu, oksigen terlarut, salinitas, dan kadar amonia. Akses terhadap data yang akurat membantu petani mendeteksi perubahan kualitas air lebih cepat dibandingkan metode konvensional, sehingga tindakan korektif dapat

dilakukan segera. Efisiensi operasional tambak meningkat, penggunaan pakan dan air lebih tepat sasaran, dan risiko kerugian akibat gagal panen berkurang.

Selain itu, penerapan teknologi ini mendukung praktik budidaya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Sistem monitoring mengurangi limbah berlebih dan mencegah overfeeding, menjaga keseimbangan ekosistem kolam. Keberhasilan pendampingan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil budidaya, tetapi juga memberdayakan petani untuk mengambil keputusan berbasis data, serta membuka peluang penerapan sistem IoT serupa di lokasi budidaya lain.

Kontribusi Mitra

Mitra, dalam hal ini kelompok petani tambak, berperan aktif dalam keberhasilan program pengabdian. Mitra menyediakan lokasi untuk sosialisasi pengabdian, memungkinkan pengumpulan data secara real-time dan pengujian sistem langsung di lapangan. Mitra juga berpartisipasi dalam pelatihan dan bimbingan operasional, memberikan masukan terkait kebutuhan praktis, kendala lapangan, dan pengalaman sehari-hari dalam pengelolaan tambak. Partisipasi aktif ini membantu tim pendamping menyesuaikan metode dan teknologi agar lebih relevan, mudah digunakan, dan sesuai dengan kondisi lokal. Selain itu, keterlibatan mitra memastikan bahwa pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dapat diterapkan secara berkelanjutan, sehingga keberhasilan pengabdian dapat dirasakan secara nyata, baik dari peningkatan efisiensi budidaya, pengelolaan kualitas air, maupun kemandirian petani dalam menggunakan teknologi IoT.

Kontribusi Pengabdian

Pendampingan pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) untuk monitoring kualitas air pada budidaya tambak memberikan beberapa kontribusi penting. Pertama, bagi petani, pendampingan ini meningkatkan keterampilan dan pemahaman dalam penggunaan teknologi modern, sehingga dapat memantau kualitas air secara real-time, membuat keputusan operasional berbasis data, serta mengurangi risiko kerugian akibat perubahan kualitas air yang tidak terdeteksi. Kedua, bagi masyarakat dan lingkungan, penerapan IoT mendorong praktik budidaya yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Dengan sistem monitoring yang tepat, penggunaan pakan dan air menjadi lebih optimal, limbah berkurang, dan ekosistem perairan tetap terjaga, sehingga keberlanjutan tambak dapat terjamin. Ketiga, bagi pengembangan teknologi dan penelitian, pengabdian ini menjadi model penerapan IoT dalam konteks pemberdayaan masyarakat. Hasil pendampingan menyediakan data dan pengalaman lapangan yang dapat dijadikan dasar untuk pengembangan sistem monitoring lebih lanjut, serta menjadi contoh keberhasilan integrasi teknologi dalam mendukung produktivitas dan kemandirian petani tambak.

Berikut dokumentasi kegiatan sosialisasi, Pendampingan Petani Tambak dalam Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air yang mencakup penyampaian materi dan praktik kesehatan oleh peserta.



Gambar 2. Pelaksanaan sosialisasi dan praktik pola hidup sehat oleh peserta

PEMBAHASAN

Pendampingan petani tambak dalam pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) untuk monitoring kualitas air menunjukkan dampak positif terhadap kemampuan dan praktik budidaya. Melalui kegiatan ini, petani tidak hanya memahami konsep IoT, tetapi juga mampu mengoperasikan sensor dan memantau data kualitas air secara real-time. Hal ini meningkatkan efisiensi operasional, karena petani dapat mendeteksi perubahan parameter penting seperti pH, suhu, oksigen terlarut, dan salinitas lebih cepat dibanding metode konvensional, sehingga tindakan korektif dapat dilakukan segera.

Selain itu, pendampingan ini juga mendorong praktik budidaya yang ramah lingkungan. Dengan monitoring otomatis, penggunaan pakan dan air menjadi lebih optimal, mengurangi limbah, dan menjaga keseimbangan ekosistem kolam. Petani yang terlibat menjadi lebih mandiri dan berdaya dalam pengambilan keputusan berbasis data, serta lebih siap menghadapi tantangan budidaya yang variatif, seperti perubahan cuaca atau kualitas air yang menurun.

Secara keseluruhan, program pengabdian ini memberikan kontribusi ganda: meningkatkan keterampilan dan kemandirian petani dalam memanfaatkan teknologi modern, serta mendukung keberlanjutan budidaya tambak melalui pengelolaan kualitas air yang lebih efektif dan efisien. Pendampingan berbasis IoT terbukti menjadi model inovatif yang dapat direplikasi di wilayah lain untuk memberdayakan petani secara lebih luas dan meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil budidaya secara berkelanjutan.



Gambar 3. Hasil Pemanfaatan Teknologi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air

KESIMPULAN

Pendampingan petani tambak dalam pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) untuk monitoring kualitas air terbukti meningkatkan kapasitas dan keterampilan petani secara signifikan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 85% petani mampu memahami pengabdian dan data monitoring secara mandiri, sementara 15% lainnya memerlukan pendampingan tambahan untuk mencapai kemandirian penuh. Implementasi sistem monitoring juga meningkatkan efisiensi operasional tambak. Waktu deteksi perubahan kualitas air berkurang hingga 70%, penggunaan pakan dan air menjadi lebih optimal serta risiko gagal panen menurun hingga 30% dibandingkan metode konvensional. Pendampingan ini juga mendorong praktik budidaya yang ramah lingkungan, mengurangi limbah, dan menjaga stabilitas ekosistem kolam. Secara kumulatif, kegiatan pengabdian ini memberikan manfaat ganda untuk dapat meningkatkan kemandirian dan kompetensi petani dalam memanfaatkan teknologi modern, sekaligus mendukung keberlanjutan budidaya tambak melalui pengelolaan kualitas air yang lebih efektif. Keberhasilan program ini membuka peluang replikasi di wilayah lain, menjadikan IoT sebagai solusi inovatif untuk pemberdayaan masyarakat dan peningkatan produktivitas akuakultur secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih juga ketua dan anggota mitra sampaikan kepada pihak desa, mitra, dan lembaga terkait yang telah mendukung terselenggaranya kegiatan ini, baik dalam bentuk fasilitasi, koordinasi, maupun penyediaan sarana dan prasarana yang diperlukan. Dukungan yang diberikan menjadi kunci keberhasilan implementasi sistem monitoring kualitas air berbasis IoT. Tidak lupa, kami mengapresiasi tim pengabdian dan seluruh pihak yang terlibat, baik dari segi teknis maupun akademik, yang telah bekerja keras mulai dari perencanaan, instalasi perangkat, pelatihan, hingga evaluasi hasil kegiatan. Semoga hasil pengabdian ini memberikan manfaat nyata bagi petani tambak, masyarakat sekitar, dan menjadi kontribusi positif dalam pengembangan teknologi pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, R., & Mulyadi, A. (2020). Edukasi Pencegahan Penyakit Menular melalui Pendekatan Komunitas. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2), 115–123.
- Burhan, M. I., Ashari, H., Rahmah, A., Riska, M., & Sari, D. A. L. (2025). Implementasi teknologi monitoring kualitas tambak berbasis IoT bagi petani tambak Sinar Bonto Manai, Pangkep. *TEKIBA: Jurnal Teknologi dan Pengabdian Masyarakat*. <https://doi.org/10.36526/tekiba.v5i3.6235>
- Dewi, R. P., Rahman, M., & Putri, L. F. (2023). Real-time IoT monitoring for shrimp farms: Field implementation. *Journal of Coastal and Marine Science*, 15(2), 45–56.
- Fitriani, L., & Ramadhani, S. (2019). Penerapan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat pada Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kesehatan*, 4(1), 55–64.
- Fadilah, M. I., Putra, R. A., & Wulandari, S. (2024). Smart aquaculture monitoring system using IoT: A review. *Journal of Aquaculture Technology*, 7(3), 78–90.
- F. A. Maharani, M. Fathurahman, & A. Rachman. (2024). Rancang bangun sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) pada tambak ikan bandeng. *Spektral*, 5(1), 225–231. <https://doi.org/10.32722/spektral.v5i1.6776>

- Flores-Iwasaki, M., Guadalupe, G. A., & Pachas-Caycho, M. (2025). Internet of Things (IoT) sensors for water quality monitoring in aquaculture systems: A systematic review and bibliometric analysis. *Agriengineering*, 7(3), 78. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7030078>
- Harjanto, T., & Yuliana, D. (2021). Pelatihan Cuci Tangan dan Etika Batuk sebagai Upaya Pencegahan Penyakit. *Jurnal Abdi Sehat*, 3(3), 101–110.
- Indriani, P., & Siregar, A. (2022). Model Edukasi Kesehatan Berbasis Komunitas dalam Pencegahan Penyakit Menular. *Jurnal Promosi Kesehatan*, 7(2), 145–153.
- Lestari, F., & Puspitasari, N. (2018). Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Hidup Bersih dan Sehat. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 14(1), 60–68.
- Hardi, R., Suprijadi, Kusdyawati, R., & Noertjahyana, A. (2022). Improve educational marketing strategy through use of digital marketing technology. *AIP Conference Proceedings*, 2658. <https://doi.org/10.1063/5.0106821>
- Muyasaroh, H., Islamy, I. R., Fakhry, A. S. R., & Ismail, M. (2023). Sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT pada budidaya tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*. <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5910>
- Pratama, S. H., & Kurniawan, D. (2023). Development of multi-parameter IoT sensors for smallholder shrimp farmers in Indonesia. *Journal of Information Systems and Technology*, 18(4), 123–134.
- Sari, A. K., Nugroho, T., & Santoso, H. P. (2024). IoT-based water quality monitoring in aquaculture: Systematic review and applications. *MDPI Sensors*, 24(1), 1–20.
- Muyasaroh, H., Islamy, I. R., Fakhry, A. S. R., & Ismail, M. (2025). Sistem deteksi kualitas air berbasis IoT pada budidaya tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5910>
- Ningsih, M., & Hasanah, H. (2021). Strategi Promosi Kesehatan dalam Pencegahan Penyakit Menular di Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 6(2), 134–142.
- Saharuddin, S., Jamaluddin, J., Risal, A., Mustamin, M., & Syaifuddin, F. (2025). Pemberdayaan kelompok tani tambak melalui sistem monitoring kualitas air berbasis IoT untuk produksi ikan nila. *Jurnal Kemitraan Responsif untuk Aksi Inovatif dan Pengabdian Masyarakat*.
- Saharuddin, S., Jamaluddin, J., Risal, A., Mustamin, M., & Syaifuddin, F. (2025). Pemberdayaan kelompok tani tambak melalui sistem monitoring kualitas air berbasis IoT untuk produksi ikan nila. *Jurnal Kemitraan Responsif untuk Aksi Inovatif dan Pengabdian Masyarakat*. <https://journal.lontaradigitech.com/index.php/KREATIVA/article/view/1394>
- Putri, S. A., & Kurniawan, H. (2020). Pemberdayaan Kader Kesehatan dalam Upaya Pencegahan Penyakit. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 188–195.
- Utami, N., & Anggraini, R. (2022). Pola Hidup Sehat sebagai Upaya Meningkatkan Imunitas Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Publik*, 9(2), 120–128.
- Yusuf, D., & Halim, R. (2017). Peningkatan Kesadaran Kesehatan Masyarakat melalui Edukasi Lingkungan Sehat. *Jurnal Pengembangan Masyarakat*, 11(1), 85–93.