Jurnal Hilirisasi IPTEKS Vol 7 No 3 (2024)
Website. http://hilirisasi.lppm.unand.ac.id/
EISSN: 2621-7198

PELATIHAN TEKNOLOGI PEMANTAUAN KUALITAS AIR PADA KOLAM PENDEDERAN IKAN CANTANG DI HATCHERY D-MARINE AQUACULTURE KOTA TANJUNGPINANG, KEPULAUAN RIAU

Hollanda Arief Kusuma[1*)], Angga Reni[2)], Juwita Margaretha[1)], Anggarudin[1)], Henky Irawan[2)]

[1)] Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang

[2)] Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang

[*)] Email Koresponden: hollandakusuma@umrah.ac.id

ABSTRAK

Masalah utama yang dihadapi oleh Hatchery D-Marine Aquaculture adalah ketergantungan pada metode manual dalam pemantauan kualitas air pada kolam pendederan ikan kerapu cantang, yang menghambat efisiensi dan produktivitas budidaya. Untuk mengatasi hal ini, kegiatan ini mengimplementasikan konsep akuakultur presisi melalui penerapan teknologi pemantauan berbasis Internet of Things. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan efisiensi pemantauan kualitas air dan produktivitas budidaya ikan dan meningkatkan pemahaman mitra dalam penggunaan perangkat pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* secara *real-time*. Metode yang digunakan mencakup tahapan sosialisasi, pelatihan, serta penerapan perangkat pemantauan. Sosialisasi dilakukan untuk menyampaikan konsep solusi, metode pelaksanaan, dan membangun hubungan kerjasama dengan mitra. Pelatihan dilaksanakan setelah perangkat pemantauan selesai dibuat, meliputi pelatihan penggunaan perangkat, instalasi, dan pemantauan kualitas air secara online dan real-time. Evaluasi hasil pelatihan dilakukan melalui pre-test, post-test, dan kuisioner, menunjukkan peningkatan pemahaman peserta serta kepuasan terhadap pelatihan yang diberikan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan teknologi pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* dalam kerangka akuakultur presisi telah efektif meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya ikan. Mitra dapat memantau kondisi kolam secara *real-time*, mengurangi ketergantungan pada metode manual, dan meningkatkan hasil produksi. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah bahwa pelatihan dan penerapan teknologi memberikan manfaat signifikan bagi mitra dalam mengelola kualitas air. Untuk keberlanjutan program, disarankan agar mitra melanjutkan pelatihan berkala dan melakukan perawatan rutin perangkat. Dukungan teknis berkelanjutan akan memastikan teknologi dapat digunakan secara optimal dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *budidaya kerapu, efisiensi operasi, teknologi IoT.*

Training on Water Quality Monitoring Technology for Cantang Grouper Nursery Ponds at Hatchery D-Marine Aquaculture in Tanjungpinang City, Riau Islands

ABSTRACT

The main issue faced by Hatchery D-Marine Aquaculture is the reliance on manual methods for monitoring water quality in grouper fry rearing ponds, which hinders the efficiency and productivity of aquaculture. To address this, the activity implements the concept of precision aquaculture through the application of Internet of Things technology for monitoring. The objective of this activity is to improve water quality monitoring efficiency and fish rearing productivity, and to enhance the partners' understanding of using real-time IoT-based water quality monitoring devices. The methods used include phases of socialization, training, and the implementation of monitoring devices. Socialization was conducted to convey the solution concept, implementation methods, and to build cooperative relationships with the partners. Training was carried out after the monitoring devices were completed, covering device use, installation, and real-time online water quality monitoring. Evaluation of the training results was conducted through pre-tests, post-tests, and questionnaires, indicating an increase in participants'

understanding and satisfaction with the training provided. The results show that the application of Internet of Things based water quality monitoring technology within the framework of precision aquaculture has effectively improved fish rearing efficiency and productivity. The partners can monitor pond conditions in real-time, reduce reliance on manual methods, and enhance production outcomes. The conclusion of this activity is that training and technology implementation provide significant benefits to the partners in managing water quality. For program sustainability, it is recommended that the partners continue periodic training and perform regular device maintenance. Ongoing technical support will ensure that the technology can be used optimally and sustainably.

Keywords: *grouper farming, IoT technology, operational efficiency.*

PENDAHULUAN

Akuakultur presisi merupakan pendekatan dalam budidaya perairan yang menggunakan teknologi serta analitik data untuk mengoptimalkan proses budidaya secara tepat (O'Donncha et al., 2021). Dalam praktik budidaya ikan, akuakultur presisi memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi serta produktivitas budidaya (O'Donncha & Grant, 2019). Kondisi lingkungan air, seperti suhu, salinitas, kadar oksigen terlarut, dan kualitas air, berpengaruh pada pertumbuhan dan kesehatan ikan (Antonucci & Costa, 2020). Melalui akuakultur presisi, pemantauan serta pengendalian parameter lingkungan dapat dilakukan dengan lebih akurat, sehingga menurunkan risiko dan meningkatkan keberhasilan budidaya (Wang et al., 2021).

Hatchery D-Marine Aquaculture merupakan sebuah usaha yang bergerak di bidang budidaya pendederan ikan kerapu cantang. Usaha ini berfokus pada proses pendederan ikan, dimulai dari ikan berukuran 3 cm hingga mencapai 10 cm sesuai dengan SNI 8036.2 2014 (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Setiap siklus budidaya berlangsung selama kurang lebih dua bulan, hingga ikan berukuran 10 cm siap dilepas atau dijual ke unit pembesaran ikan.

Mitra menghadapi masalah utama berupa ketergantungan pada tenaga manusia, kurangnya pemantauan kualitas air, dan ketiadaan sistem pemantauan otomatis. Hal ini menghambat kemampuan memantau perubahan parameter kualitas air secara berkala, mengurangi efisiensi dan produktivitas budidaya. Tanpa teknologi, mitra harus mengandalkan tenaga manusia untuk pemantauan lingkungan, penggantian air, dan pengelolaan pakan, yang meningkatkan biaya operasional, risiko kesalahan, serta menghambat peningkatan produktivitas melalui efisiensi yang lebih baik.

Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengatasi masalah kurangnya kemampuan mitra dalam memantau kualitas air secara real-time. Solusi yang diusulkan adalah penerapan perangkat pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemantauan otomatis dan akurat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor yang sesuai dapat membantu dalam mengukur parameter lingkungan yang dibutuhkan secara akurat (Akbar et al., 2023; H. Kusuma et al., 2023; H. A. Kusuma, Wahyuni, et al., 2021). Selain itu, teknologi *Internet of Things* (IoT) memiliki kemampuan untuk meningkatkan efisiensi dengan menyediakan dashboard online yang memungkinkan pemantauan *real-time* (H. A. Kusuma et al., 2020; H. A. Kusuma, Purbakawaca, et al., 2021; H. A. Kusuma, Wahyuni, et al., 2021; Nugraha et al., 2020).

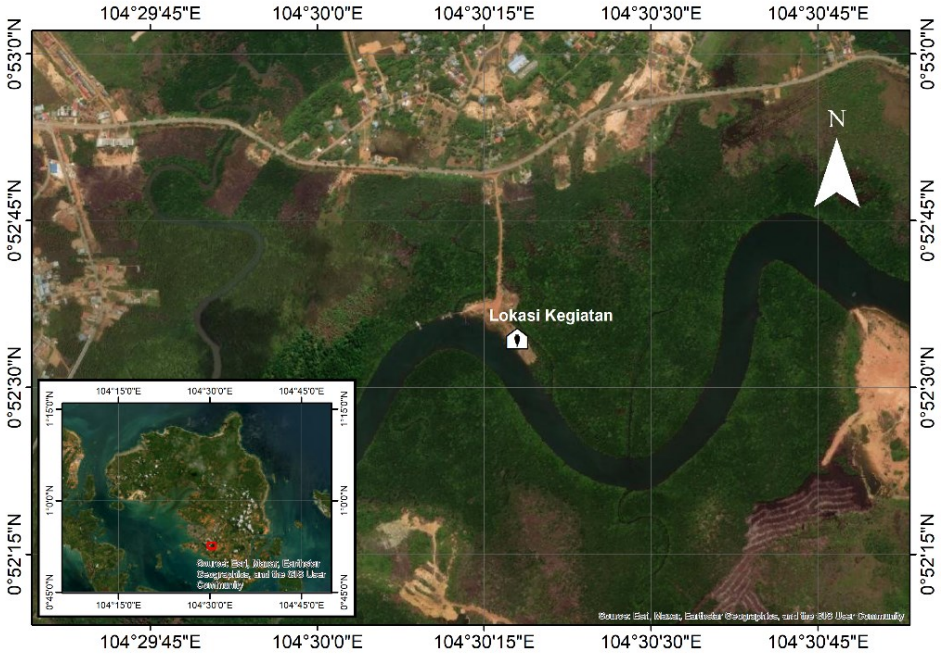
Pelaksanaan kegiatan ikan kerapu cantang telah dilaksanakan oleh tim (Irawan et al., 2020; Rionaldo et al., 2021; Wiranto et al., 2022) Berdasarkan temuan ini, tim

mengidentifikasi berbagai teknik dan praktik terbaik yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan hasil budidaya, memberikan wawasan mendalam mengenai kebutuhan dan karakteristik spesifik dalam budidaya ikan kerapu cantang. Temuan-temuan ini menjadi landasan bagi tim untuk membantu mitra karena memiliki keahlian di bidang tersebut.

Perangkat ini dilengkapi dengan pelatihan yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas dan keterampilan mitra dalam mengoperasikan dan memahami teknologi tersebut. Berdasarkan Imtihan et al. (2023), pelatihan semacam ini terbukti dapat meningkatkan keterampilan dan pengetahuan teknis mitra. Dengan demikian, pelatihan ini diharapkan dapat memberikan manfaat serupa, yaitu meningkatkan kapasitas dan keterampilan mitra dalam memanfaatkan perangkat IoT secara efektif untuk budidaya ikan kerapu cantang. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan pemahaman mitra dalam penggunaan perangkat pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) secara real-time.

METODOLOGI

Kegiatan ini dilaksanakan dari Juni 2024 hingga September 2024. Pelaksanaan kegiatan dilakukan di Dompak, Kecamatan Bukit Bestari, Kotamadya Tanjungpinang, Kepulauan Riau (Gambar 1). Mitra usaha dalam kegiatan ini adalah Hatchery D-Marine Aquaculture, yang berlokasi strategis di tepi laut, memudahkan akses ke sumber air payau yang penting untuk budidaya perikanan (Gambar 2). Hatchery ini dilengkapi dengan 11 bak pendederan, serta fasilitas pendukung berupa bak filter dan bak penampung air, menunjukkan kesiapan infrastruktur yang memadai untuk mendukung kegiatan budidaya (Gambar 3).



Gambar 1. Lokasi Kegiatan di Hatchery D-Marine Aquaculture (Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 2. Lokasi Pendederan Ikan Cantang (Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 3. Bak Pendederan Ikan (Sumber : Dokumen Pribadi)

Metode pelaksanaan kegiatan ini dilakukan dengan berfokus pada tahapan-tahapan yang sesuai dengan prioritas permasalahan yang telah diidentifikasi. Kegiatan ini dilakukan oleh dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, serta Program Studi Budidaya Perairan dan Program Studi Sosial Ekonomi Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra akan diselesaikan melalui tahapan kegiatan berupa:

1. Sosialisasi

Pada tahapan sosialisasi, tim akan memperkenalkan solusi yang ditawarkan

kepada mitra serta memberikan pemahaman tentang tujuan dan manfaat dari program yang akan dilaksanakan. Sosialisasi ini bertujuan untuk membangun kesadaran dan dukungan dari mitra, sehingga mitra dapat berpartisipasi aktif dalam seluruh proses implementasi.

2. Pelatihan dan Penerapan Teknologi

Setelah perangkat pemantauan kualitas air berhasil dibuat dan diinstal, tahapan selanjutnya adalah pelatihan dan penerapan teknologi. Pelatihan ini akan membantu mitra dalam memahami dan menggunakan perangkat pemantauan kualitas air. Setelah pelatihan, mitra akan mulai menerapkan teknologi yang dipelajari dalam budidaya sehari-hari yang akan dibantu pemasangan perangkatnya oleh tim pelaksana. Hal ini sejalan dengan yang dilakukan oleh Efrizal et al., (2020) bahwa penguasaan teknologi meningkatkan motivasi mitra dalam kegiatan budidaya. Evaluasi dilakukan melalui kuisioner, pre-test, dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman mitra. Pre-test dilakukan sebelum pelatihan untuk mengetahui tingkat pemahaman awal, sedangkan post-test dilakukan setelah pelatihan guna melihat sejauh mana peningkatan pemahaman mitra dalam menggunakan perangkat pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT). Hasil dari kuisioner akan memberikan gambaran lebih lanjut tentang efektivitas pelatihan dan tingkat kepuasan mitra. Indikator keberhasilan kegiatan ini diukur dari hasil kuisioner, di mana nilai di atas 3 menunjukkan bahwa mitra merasa puas dengan pelatihan yang diberikan (Katherine & Kimberly, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahapan Sosialisasi

Sosialisasi dilaksanakan untuk menyampaikan informasi mengenai konsep solusi, metode pelaksanaan, serta harapan yang ingin dicapai. Tim menggunakan berbagai metode komunikasi yang efektif, berupa presentasi dan diskusi kelompok. Kegiatan sosialisasi yang telah dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 5. Pendekatan ini memastikan informasi disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh mitra.

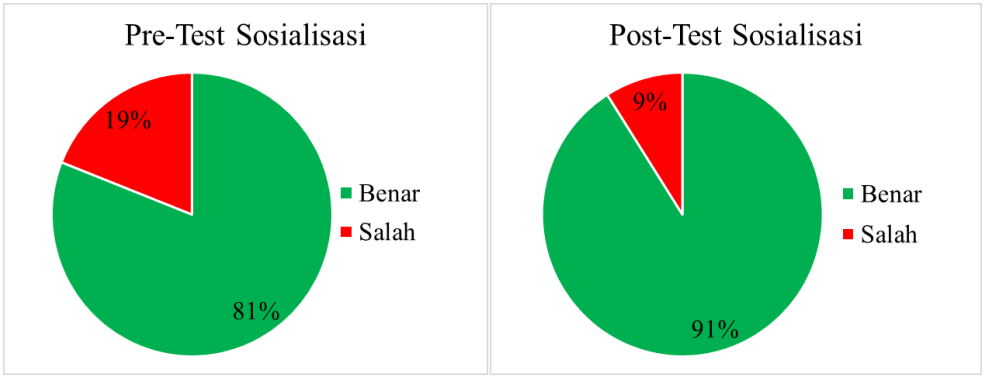
Evaluasi tahapan sosialisasi dilakukan melalui kuisioner, pre-test, dan post-test. Hasil kuisioner menunjukkan rata-rata skor 4,17 dari skala 5 berdasarkan skala Likert, menandakan bahwa mitra sangat puas dengan informasi yang disampaikan. Sebelum sosialisasi, hasil pre-test menunjukkan bahwa 81% peserta dapat menjawab pertanyaan dengan benar. Setelah sosialisasi, hasil post-test memperlihatkan peningkatan pemahaman, dengan 91% peserta menjawab dengan benar (Gambar 6).

Peningkatan pemahaman yang signifikan dalam tahapan sosialisasi berhasil memberikan dampak positif kepada mitra. Mitra menunjukkan kesepahaman yang kuat terhadap solusi yang akan diterapkan dan siap mengikuti pelatihan teknologi pemantauan kualitas air berbasis IoT. Imtihan et al., (2022) mendukung hal ini, mengungkapkan bahwa sosialisasi yang dilakukan di awal kegiatan mampu meningkatkan motivasi peserta dengan memberikan pemahaman dasar tentang ilmu pengetahuan dan teknologi yang akan disampaikan.



Gambar 5. Sosialisasi Kegiatan Pada Kelompok Mitra Hatchery D-Marine Aquaculture

Dampak dari kegiatan sosialisasi ini terlihat pada peningkatan pemahaman mitra mengenai teknologi pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dan manfaatnya dalam budidaya perikanan. Dengan informasi yang jelas dan komunikasi yang efektif, mitra menjadi lebih siap untuk mengadopsi solusi yang ditawarkan. Selain itu, kegiatan ini juga berkontribusi pada peningkatan kepercayaan mitra terhadap tim, yang pada gilirannya dapat memperkuat kolaborasi di masa depan. Sebagaimana diungkapkan oleh Retno, (2021), peningkatan komunikasi dan pemahaman antara pihak-pihak yang terlibat adalah kunci untuk mencapai keberhasilan implementasi solusi.



Gambar 6. Perbandingan Hasil Pre Test Dan Post Test Kegiatan Sosialisasi

B. Tahapan Pelatihan

Tahapan pelatihan dilaksanakan setelah perangkat pemantauan kualitas air telah selesai dibuat. Perangkat yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 7. Perangkat ini merekam data parameter suhu, pH, dan oksigen terlarut. Sesi pelatihan dimulai dengan pembekalan mengenai manajemen kualitas air (Gambar 8), cara penggunaan perangkat,

termasuk instalasi, pengaturan, dan pengoperasian dasar. Sesi dilanjutkan dengan pelatihan pemantauan kualitas air secara online dan real-time (Gambar 9), yang memungkinkan mitra untuk memantau kondisi kolam budidaya mereka secara langsung melalui platform digital.



Gambar 7. Perangkat Pemantauan Kualitas Air

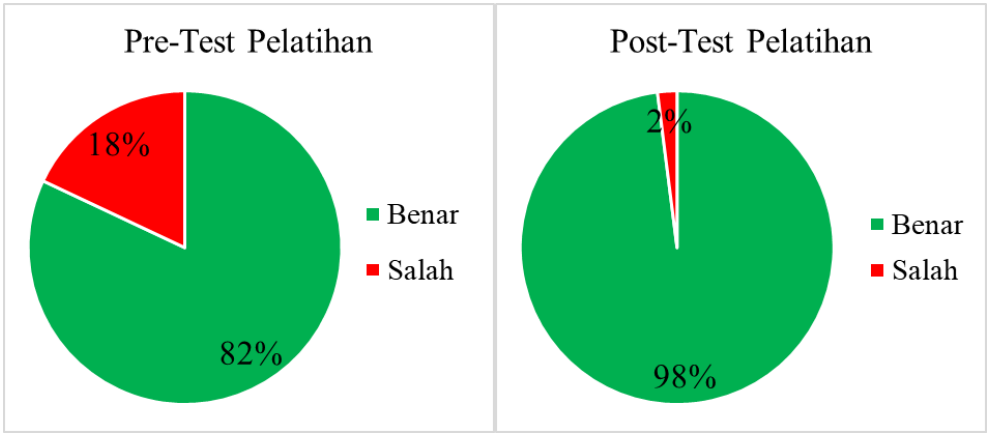


Gambar 8. Pemberian Materi Pelatihan



Gambar 9. Pendampingan Cara Penggunaan Perangkat Pemantauan Kualitas Air

Evaluasi pelatihan dilakukan dengan menggunakan pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta. Hasil pre-test menunjukkan bahwa 82% peserta mampu menjawab pertanyaan dengan benar. Setelah sesi pelatihan, terjadi peningkatan pemahaman dengan hasil post-test yang menunjukkan 92% peserta dapat menjawab dengan benar (Gambar 10). Selain itu, hasil kuisioner menunjukkan rata-rata skor 4,3 dari skala 5, mengindikasikan bahwa peserta merasa pelatihan ini sangat bermanfaat.



Gambar 10. Perbandingan Hasil Pre Test Dan Post Test Kegiatan Pelatihan

Pelatihan juga mencakup diskusi terkait pemeliharaan perangkat dan cara mengatasi kendala teknis yang mungkin dihadapi di lapangan. Tim memastikan bahwa mitra tidak hanya mampu menggunakan perangkat tetapi juga memahami prinsip dasar teknologi yang diterapkan, sehingga dapat menjaga keberlanjutan operasional perangkat

ke depannya. Pada akhir sesi pelatihan, diadakan serah terima perangkat kepada mitra sebagai bagian dari dukungan keberlanjutan program (Gambar 11).



Gambar 11. Serah Terima Barang Kepada Mitra

Dampak kegiatan ini terlihat dari peningkatan kemampuan teknis mitra dalam memantau kualitas air secara efisien, mengurangi ketergantungan pada metode manual, dan meningkatkan produktivitas budidaya ikan kerapu cantang. Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT dalam pemantauan kualitas air dapat mengoptimalkan proses budidaya dan memberikan efisiensi operasional yang lebih baik (Yunior & Kusrini, 2021). Namun, diperlukan pendidikan dan pelatihan yang berkelanjutan untuk meningkatkan pemahaman dan adopsi teknologi IoT oleh petani dalam budidaya perikanan (Ernawati et al., 2024).

Untuk keberlanjutan, perangkat diserahkan kepada mitra dengan panduan perawatan serta akses konsultasi teknis, guna memastikan perangkat dapat terus dimanfaatkan secara optimal dalam jangka panjang. Upaya ini sejalan dengan rekomendasi dari studi sebelumnya yang menunjukkan pentingnya dukungan berkelanjutan untuk memastikan penerapan teknologi berjalan secara efektif (Mutiar et al., 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan yang dilaksanakan meliputi sosialisasi untuk menyampaikan informasi mengenai konsep solusi dan metode pelaksanaan, penerapan perangkat pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT), serta pelatihan yang bertujuan meningkatkan kapasitas dan keterampilan mitra. Kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi pemantauan kualitas air berbasis IoT telah memberikan dampak positif bagi mitra, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya ikan kerapu cantang. Melalui tahapan sosialisasi, mitra memperoleh pemahaman yang

kuat mengenai solusi yang ditawarkan. Tahapan pelatihan juga berhasil meningkatkan keterampilan mitra dalam menggunakan perangkat pemantauan secara mandiri, termasuk instalasi dan pengoperasian perangkat untuk memantau kondisi kolam secara real-time. Dengan pemahaman yang lebih baik, mitra kini mampu mengelola kualitas air dengan lebih efektif, sehingga mengurangi ketergantungan pada metode manual dan meningkatkan hasil produksi.

Untuk keberlanjutan program, direkomendasikan agar mitra melanjutkan pelatihan secara berkala dan menjaga perawatan rutin perangkat yang telah diserahkan. Selain itu, saran untuk ke depannya ialah adanya dukungan teknis berkelanjutan akan sangat penting untuk memastikan mitra dapat mengatasi tantangan yang mungkin muncul, serta memastikan penggunaan teknologi tetap optimal dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai kegiatan ini melalui Dana DIPA DRTPM Nomor 023.17.1.690523/2024 revisi ke-1 sesuai nomor kontrak 080/E5/PG.02.00/PM.BARU/2024 serta LPPM Universitas Maritim Raja Ali Haji. Terima kasih kepada Carel Candiaga Sahid Ilhami, Maulana Azhar, dan rekan-rekan dari Hatchery D-Marine Aquaculture yang membantu pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, T., Fakhrurroja, H., & Kusuma, H. (2023). Development of Temperature Control and Monitoring System for Precision Aquaculture Based on the Internet of Things. In F. D. Cahyo & S. Simbolon (Eds.), Proceedings of the 1st International Conference on Sustainable Engineering Development and Technological Innovation, ICSEDTI 2022, 11-13 October 2022, Tanjungpinang, Indonesia (Vol. 9, Issue 1, pp. 1–11). EAI. https://doi.org/10.4108/eai.11-10-2022.2326275

Antonucci, F., & Costa, C. (2020). Precision aquaculture: a short review on engineering innovations. Aquaculture International, 28(1), 41–57. https://doi.org/10.1007/s10499-019-00443-w

Badan Standardisasi Nasional. (2014). SNI 8036.2:2014 Ikan kerapu cantang (Epinephelus fuscoguttatus, Forsskal 1775>< Epinephelus lanceolatus, Block 1790) Bagian 2: Produksi Benih Hibrida. In SNI 8036.2:2014 (Vol. 8036, p. 2014). Badan Standardisasi Nasional.

Efrizal, E., Nurmiati, N., Chairul, C., Agustien, A., Syam, Z., Suwirmen, S., Rusnam, R., & Deswati, D. (2020). Diseminasi Teknologi Pakan Buatan Alternatif Untuk Pengembangan Budidaya Ikan Gurame Intensif Dalam Upaya Meningkatkan Produktivitas Perikanan Di Kelurahan Limau Manis Kecamatan Pauh Kota Padang. Jurnal Hilirisasi IPTEKS, 3(1), 64–78. http://hilirisasi.lppm.unand.ac.id/index.php/hilirisasi/article/view/347

Ernawati, Syahputro, C. B., Sirot, S. A., Ayu, N. T., Hidayati, N. I., & Maghfiroh, K. (2024). Pemberdayaan Kelompok Budidaya Ikan Bandeng Berbasis IoT di Kelurahan Tapa'an Pasuruan. Jurnal Abdi Panca Marga, 5(1), 95–103. https://doi.org/10.51747/abdipancamarga.v5i1.1910

Imtihan, I., Mayasari, L., & Yulhendri, Y. (2022). Penerapan Balanced Scorecard Sebagai Tolak Ukur Dalam Pengukuran Kinerja Usaha Budidaya Ikan Lele Di Kecamatan Koto Tangah Kota Padang. Jurnal Hilirisasi IPTEKS, 5(3), 180–188. https://doi.org/10.25077/jhi.v5i3.611

Irawan, H., Yulianto, T., Irawan, H., & Yulianto, T. (2020). Pengaruh Pemberian Hormon rGH (recombinant Growth Hormone) Melalui Metode Perendaman Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Kerapu Cantang Epinephelus fuscoguttatus x Epinephelus lanceolatus The Effect of Recombinant Growth Hormone through. Intek Akuakultur, 4(1), 24–36. https://ojs.umrah.ac.id/index.php/intek/article/download/2027/1046/

Katherine, A. B., & Kimberly, N. H. (2017). The Likert Scale What It Is and How To Use It. Phalanx, 50(2), 32–39.

Kusuma, H. A., Anjasmara, R., Suhendra, T., Yunianto, A. H., & Nugraha, S. (2020). An IoT Based Coastal Weather and Air Quality Monitoring Using GSM Technology. Journal of Physics Conference Series, 1501(012004). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1501/1/012004

Kusuma, H. A., Purbakawaca, R., Pamungkas, I. R., Fikry, L. N., & Maulizar, S. S. (2021). Design and Implementation of IoT-Based Water Pipe Pressure Monitoring Instrument. Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi, 21(1), 41–47. https://doi.org/10.14203/jet.v21.41-44

Kusuma, H. A., Wahyuni, M. I., & Nugraha, S. (2021). Pengembangan Instrumen Pengukuran Aliran Air Berbasis Internet of Things (IoT). Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan, 7(1), 47–56. https://doi.org/10.35143/elementer.v7i1.4627

Kusuma, H., Akbar, M. A., Suhendra, T., Zuchriadi, A., & Cintra, A. K. A. (2023). IoT Sea Level Monitoring Development and Field Testing Study. ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 4(2), 70–77. https://doi.org/10.33019/electron.v4i2.50

Mutiar, S., Wijayanti, R., Arziyah, D., Yusmita, L., Anggia, M., & Ariyetti, A. (2023). Penerapan Teknologi Spinner Untuk Meningkatkan Produksi Minuman Bubuk Jahe Instan Di Ukm Ar-Ridwan Kota Padang. Jurnal Hilirisasi IPTEKS, 6(2), 105–114. https://doi.org/10.25077/jhi.v6i2.654.

Nugraha, S., Putra, R. T., Pramana, R., Kusuma, H. A., Suhendra, T., Prayetno, E., & Nusyirwan, D. (2020). Monitoring Keasaman dan Kekeruhan Air menggunakan Mikrokontroler Berbasis Internet of Things. Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan, 9(2), 60–66. https://doi.org/10.31629/sustainable.v9i2.2765

O'Donncha, F., & Grant, J. (2019). Precision Aquaculture. IEEE Internet of Things Magazine, 2(4), 26–30. https://doi.org/10.1109/IOTM.0001.1900033

O'Donncha, F., Stockwell, C. L., Planellas, S. R., Micallef, G., Palmes, P., Webb, C., Filgueira, R., & Grant, J. (2021). Data Driven Insight Into Fish Behaviour and Their Use for Precision Aquaculture. Frontiers in Animal Science, 2. https://doi.org/10.3389/fanim.2021.695054

Retno, R. (2021). Sosialisasi Cara Budidaya Ikan yang Baik sebagai Manajemen Pengendali Mutu Budidaya Ikan di Desa Tanjung Seri Kecamatan Laut Tador Kabupaten Batu Bara. Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2(1), 1–6. https://doi.org/10.35877/panrannuangku571

Rionaldo, R., Yulianto, T., & Irawan, H. (2021). Pengaruh Pemberian Minyak Cumi Pada Pakan Terhadap Respon Makan Ikan Kerapu Cantang (Epinephelus fuscoguttatus x Epinephelus lanceolatus) The Effect of Squid Oil on Feed Against the Response of Eating Cantang Grouper (Epinephelus fuscoguttatus x Epinep. Intek Akuakultur, 5(1), 20–26. http://ojs.umrah.ac.id/index.php/intek/article/download/2489/1473

Wang, C., Li, Z., Wang, T., Xu, X., Zhang, X., & Li, D. (2021). Intelligent fish farm the future of aquaculture. Aquaculture International, 29(6), 2681–2711. https://doi.org/10.1007/s10499-021-00773-8

Wiranto, A., Irawan, H., & Muzahar. (2022). Pengaruh Perbedaan Durasi Waktu Thawing terhadap Tingkat Motilitas dan Tingkat Viabilitas Sperma Beku Kerapu Kertang Epinephelus lanceolatus. Intek Akuakultur, 5(1), 1–8. http://repositori.umrah.ac.id/2840/1/13 Pengaruh perbedaan durasi waktu thawing.pdf

Yunior, Y. T. K., & Kusrini, K. (2021). Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Perikanan Berbasis IoT dan Manajemen Data. Creative Information Technology Journal, 6(2), 153. https://doi.org/10.24076/citec.2019v6i2.251