

Penerapan Teknologi Sensor Suhu pada Kincir Air untuk Budidaya Ikan Bogor

Hasan Basri¹, Arie Aryanto², Ihsan Alparisi³, Fajar Mahardika⁴

^{1,2,3}Fakultas Sains dan Teknologi – Universitas Terbuka

⁴Jurusan Komputer dan Bisnis - Politeknik Negeri Cilacap

Abstract—This community service activity aims to improve the efficiency of tilapia pond management through the application of a manually operated waterwheel at the Wildatul Sholihah Activity Group, Bojong Village, Bogor Regency. The partner's challenges include fluctuations in water temperature, low oxygen levels, and limited labor availability for pond maintenance, which is only conducted on weekends. As an initial effort, the service team conducted training and installed a simple manually operated waterwheel unit. This activity was carried out on May 28, 2025, and included stages of coordination, module preparation, device assembly, technical training, and field testing. The results indicate that the waterwheel successfully enhanced water circulation and temperature stability while reducing the frequency of manual water replacement. Training participants demonstrated improved technical understanding, high enthusiasm, and the ability to independently operate and maintain the equipment. This activity has had a significant impact on increasing the efficiency of tilapia cultivation, supporting business sustainability, and reducing dependence on intensive labor. Moreover, the implementation of this simple technology helps maintain the quality of the pond environment. Moving forward, the system has potential for further development through the integration of digital technologies, such as Internet of Things (IoT)-based monitoring systems, to optimize tilapia farming management.

Abstrak—Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam ikan nila melalui penerapan kincir air manual pada Kelompok Kegiatan Wildatul Sholihah, Desa Bojong, Kabupaten Bogor. Permasalahan yang dihadapi mitra meliputi fluktuasi suhu air, rendahnya kadar oksigen, serta keterbatasan tenaga dalam perawatan kolam yang hanya dilakukan pada akhir pekan. Sebagai upaya awal, tim pengabdian melakukan pelatihan dan instalasi unit kincir air sederhana yang dioperasikan secara manual. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 28 Mei 2025 dan meliputi tahapan koordinasi, penyusunan modul, perakitan alat, pelatihan teknis, serta uji coba lapangan. Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa kincir air tersebut berhasil meningkatkan sirkulasi dan kestabilan suhu air, sekaligus menurunkan frekuensi penggantian air secara manual. Peserta pelatihan mengalami peningkatan pemahaman teknis, antusiasme yang tinggi, serta kemampuan untuk mengoperasikan dan merawat alat secara mandiri. Kegiatan ini memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi budidaya ikan nila, mendukung keberlanjutan usaha, dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja intensif. Selain itu, penerapan teknologi sederhana ini membantu menjaga kualitas lingkungan kolam. Ke depan, sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi teknologi digital, seperti sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT), guna mengoptimalkan pengelolaan budidaya ikan nila.

Kata Kunci— kincir air manual, budidaya ikan nila, pengabdian masyarakat, aerasi kolam, efisiensi perikanan.

I. PENDAHULUAN

Budidaya ikan nila menjadi salah satu sektor unggulan dalam perikanan air tawar di Indonesia, termasuk di wilayah Kabupaten Bogor yang memiliki potensi sumber daya air yang cukup melimpah. Secara khusus, wilayah Bojong, Kecamatan Kemang, menjadi tempat

berkembangnya kelompok-kelompok masyarakat yang menginisiasi kegiatan budidaya berbasis komunitas, seperti Kelompok Kegiatan Wildatul Sholihah. Kelompok ini tidak hanya fokus pada pendidikan agama, tetapi juga pemberdayaan keterampilan teknis bagi anak muda, salah satunya melalui budidaya ikan nila. paya serupa juga telah dilakukan di wilayah lain seperti Kabupaten Magelang, di mana pengembangan kampung budidaya ikan nila dilakukan dengan pendekatan berbasis kebijakan dan kearifan lokal sebagai strategi pembangunan ekonomi wilayah pedesaan (Hikmah et al., 2023).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dikenal memiliki pertumbuhan yang cepat, mudah dibudidayakan, dan adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan (Hassan et al., 2025). Namun, produktivitas ikan nila sangat tergantung pada kualitas dan stabilitas lingkungan kolam, terutama suhu air dan kadar oksigen terlarut. Suhu air merupakan salah satu faktor abiotik utama yang memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan nila di seluruh tahap kehidupannya. Peningkatan suhu hingga batas optimal terbukti dapat mempercepat laju metabolisme dan pertumbuhan (Hamed, El-Kassas, Abo-Al-Ela, Abdo, Abou-Ismael, et al., 2024), serta meningkatkan efisiensi pakan dan aktivitas metabolik ikan (Hamed, El-Kassas, Abo-Al-Ela, Abdo, Al Wakeel, et al., 2024). Namun, apabila suhu melebihi ambang fisiologis yang dapat ditoleransi, justru akan menghambat pertumbuhan dan menurunkan efisiensi pakan. Selain itu, interaksi antara suhu air dan kandungan protein dalam pakan juga berperan penting dalam memengaruhi pertumbuhan, respon imun, dan kesehatan fisiologis ikan nila. Tanpa pengelolaan suhu dan sirkulasi air yang tepat, risiko kematian ikan meningkat secara signifikan, yang pada akhirnya berdampak langsung terhadap kerugian ekonomi (Lusiana et al., 2021)(Mahardika et al., 2023) (Matondang et al., 2022). Paparan suhu tinggi dalam jangka panjang bahkan dapat menurunkan performa pertumbuhan, merusak struktur hati, serta mengganggu metabolisme energi dan lipid pada ikan budidaya (Obirikorang et al., 2023) (Mahardika et al., 2025). Ketahanan ikan nila terhadap suhu tinggi (hipertermia) dan kondisi kekurangan oksigen (hipoksia) juga sangat dipengaruhi oleh strain genetik serta riwayat adaptasi terhadap lingkungan, sehingga hal ini menjadi pertimbangan penting dalam perancangan sistem budidaya berbasis suhu terkendali (Islam et al., 2022).

Salah satu teknologi sederhana namun vital dalam budidaya ikan adalah kincir air. Fungsinya tidak hanya sebagai alat pengaduk air, tetapi juga sebagai sistem aerasi yang meningkatkan kadar oksigen dalam air. Kincir air yang bekerja secara kontinu membantu menjaga suhu tetap stabil dan mencegah stratifikasi air (perbedaan suhu antar lapisan air kolam). Dengan demikian, penggunaan kincir air menjadi salah satu syarat penting dalam pengelolaan kolam yang efisien dan berkelanjutan.

Sebelum adanya intervensi, mitra mengalami berbagai kendala, antara lain fluktuasi suhu air yang tajam saat siang hari tanpa adanya sistem pendinginan atau aerasi. Tidak tersedianya alat bantu sirkulasi air, sehingga kualitas air sering kali menurun. Waktu dan tenaga terbatas dalam perawatan kolam, karena kegiatan hanya berlangsung pada akhir pekan. Kurangnya pemahaman teknis tentang penggunaan alat bantu sederhana seperti kincir air.

Merespons permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian ini difokuskan pada pemasangan dan pelatihan penggunaan kincir air secara manual. Meskipun belum menggunakan sistem otomatis, kincir ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas sirkulasi air dan oksigenasi kolam secara signifikan. Selain itu, pelatihan yang diberikan bertujuan untuk menumbuhkan pemahaman dasar dan keterampilan teknis peserta dalam pemeliharaan alat secara mandiri. Kegiatan ini merupakan langkah awal dalam pengenalan teknologi sederhana namun berdampak nyata bagi mitra, serta menjadi fondasi penting bagi pengembangan sistem pengelolaan kolam yang lebih baik di masa depan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebagai landasan dari pengabdian kepada masyarakat ini dilampirkan juga penelitian atau pengabdian masyarakat yang relevan. Penelitian atau pengabdian masyarakat sebagai berikut: Penelitian atau pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh (Salam, 2023) mengenai Perancangan Sistem Otomatisasi Pada Peternakan Ikan Berbasis Microcontroller Arduino IDE Untuk Meningkatkan Hasil Panen Ikan (Studi Kasus: Peternakan Ikan Minaverse Company) mendapatkan hasil Peternakan ikan ataupun budidaya ikan belum terlalu memperhatikan kondisi lingkungan yang dapat berakibat terhadap produksi ikan ataupun pertumbuhan dari ikan. Dalam hal tersebut seperti kondisi pH air, kadar oksigen, dan pengecekan suhu yang masih manual dan berdasarkan intuisi pembudidaya. Penelitian atau pengabdian masyarakat selanjutnya yang dilakukan oleh (Rarassari et al., 2019) mengenai Smart pond for smart aquaculture: sebagai solusi kualitas air di lahan budidaya untuk menunjang industri 4.0 yang terintegrasi dengan smartphone mendapatkan hasil Secara rutin perangkat remote Smartphone mengukur parameter fisik berupa derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO) dan suhu. Tujuan dari gagasan ini adalah pembudidaya ikan dapat bergerak secara cepat, tepat dan efisiensi dalam pengelolaan waktu dari sebuah teknologi tersebut.

Penelitian atau pengabdian masyarakat selanjutnya yang dilakukan oleh (Siwarola et al., 2025) mengenai The Implementation of IoT-Based Siwarola and Marketplace to Improve the Welfare of Farmers mendapatkan hasil Pelatihan yang telah diberikan mencakup sosialisasi parameter kualitas air yang sesuai untuk budidaya ikan air tawar, penerapan teknologi

Siwarola berbasis IoT, serta penggunaan aplikasi Marketplace seperti Tokopedia dan Shopee. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan penerapan teknologi Siwarola berbasis IoT, rata-rata berat ikan mengalami peningkatan sebesar 109,52% dan tingkat kematian ikan nila rata-rata menurun sebesar 44,44%. Sementara itu, dengan penerapan bersama antara aplikasi Marketplace dan teknologi Siwarola berbasis IoT, kegiatan ini berhasil memperluas jangkauan pemasaran ke luar daerah lokal dan meningkatkan pendapatan mitra hingga 190,98%.

III. METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dirancang secara bertahap dan kolaboratif antara tim pelaksana dari Universitas Terbuka dan mitra, yaitu Kelompok Kegiatan Wildatul Sholihah di Bojong, Kabupaten Bogor. Kegiatan dilaksanakan selama beberapa minggu, dengan pendekatan berbasis partisipatif dan praktik langsung di lapangan. Adapun tahapan pelaksanaannya sebagai berikut:

2.1. Koordinasi Awal dan Identifikasi Kebutuhan

Tahap ini dimulai dengan diskusi antara tim pelaksana dan pengurus Kelompok Kegiatan Wildatul Sholihah untuk mengidentifikasi permasalahan utama dalam pengelolaan kolam ikan nila. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa tidak adanya sistem sirkulasi air dan suhu yang fluktuatif menjadi kendala utama. Dari diskusi tersebut, disepakati bahwa intervensi akan difokuskan pada penyediaan dan pelatihan penggunaan kincir air.



Gambar 1. survey kondisi kolam ikan

2.2. Penyusunan Rencana Kerja dan Modul Pelatihan

Setelah kebutuhan dipetakan, tim menyusun modul pelatihan sederhana yang berisi pengantar tentang fungsi dan pentingnya kincir air dalam budidaya ikan, langkah-langkah instalasi perangkat, prosedur perawatan dan pengoperasian manual kincir air.



Gambar 2. Cover modul teknis penggunaan

Modul disusun dalam format ringkas dan praktis agar mudah dipahami oleh peserta dengan latar belakang non-teknis.

2.3. Persiapan Sarana dan Prasarana

Sebelum pelatihan dan instalasi dilaksanakan, tim melakukan serangkaian persiapan yang mencakup pengadaan serta perakitan perangkat kincir air yang akan digunakan. Unit kincir air dirancang secara sederhana namun fungsional, menggunakan komponen yang mudah diperoleh dan dapat dirawat secara mandiri oleh mitra. Perangkat utama yang disiapkan meliputi motor berdaya rendah yang berfungsi sebagai penggerak baling-baling, baling-baling plastik atau aluminium yang dirancang untuk menciptakan arus air dan meningkatkan aerasi kolam, rangka penopang berbahan baja ringan yang tahan terhadap kelembaban dan paparan air secara terus-menerus, pipa penyalur dan pengikat komponen, yang digunakan untuk menghubungkan motor dengan baling-baling dan menstabilkan struktur di permukaan kolam dan kabel sambungan dan saklar manual yang dirakit untuk memudahkan pengoperasian dan pemutusan arus listrik secara aman.



Gambar 3. Instalasi kincir air

Setelah semua komponen tersedia dan dirakit, tim juga melakukan survei lokasi kolam untuk menentukan titik pemasangan yang paling efektif. Hal ini mencakup penilaian kedalaman kolam, permukaan air, serta jarak ke sumber listrik terdekat. Penentuan lokasi yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja optimal dari kincir air dan meminimalkan potensi gangguan teknis selama digunakan. Selain itu, dilakukan pula pengecekan terhadap faktor keselamatan seperti jalur kabel, posisi saklar, dan kestabilan rangka kincir di atas permukaan air. Seluruh langkah ini dilakukan dengan melibatkan mitra agar mereka dapat memahami proses pemasangan dari awal, sekaligus mengantisipasi perawatan di masa depan.



Gambar 4. Pemasangan kincir air

2.4. Pelatihan dan Instalasi Kincir Air

Pelatihan dilaksanakan secara langsung di area kolam ikan milik mitra agar peserta dapat belajar dalam konteks nyata dan memahami langsung penerapan teknologi sederhana ini. Kegiatan dimulai dengan sesi penjelasan teoritis mengenai prinsip kerja kincir air, termasuk bagaimana alat tersebut mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut dan menjaga suhu air kolam tetap stabil melalui sirkulasi air yang konstan.

Setelah sesi pemaparan, pelatihan dilanjutkan dengan praktik instalasi kincir air bersama peserta. Dalam sesi ini, tim pelaksana membimbing peserta langkah demi langkah, mulai dari merakit rangka penopang, memasang baling-baling dan motor penggerak, hingga menghubungkan sistem dengan sumber listrik menggunakan saklar manual. Kegiatan dirancang bersifat demonstratif dan aplikatif, sehingga peserta tidak hanya menjadi penonton, tetapi aktif terlibat dalam pemasangan dan pengoperasian alat. Dengan demikian, mereka memperoleh pengalaman langsung yang dapat diterapkan kembali secara mandiri di masa mendatang. Beberapa aspek utama yang menjadi fokus pelatihan antara lain:

- Pengoperasian manual melalui saklar: Peserta diajarkan bagaimana cara menyalakan dan mematikan kincir secara manual, serta cara mengenali gejala awal gangguan pada sistem kelistrikan sederhana.
- Perawatan rutin alat: Materi mencakup cara membersihkan baling-baling secara berkala dari lumut dan kotoran, serta mengecek kekuatan motor untuk memastikan tidak terjadi penurunan daya secara bertahap.
- Keselamatan kerja di lingkungan lembap: Peserta diberikan pemahaman tentang pentingnya penggunaan pelindung kabel, pengamanan sambungan listrik, dan etika kerja aman saat melakukan instalasi atau perbaikan alat yang bersinggungan dengan air.

2.5. Uji Coba dan Simulasi Operasional

Setelah proses instalasi kincir air selesai dilaksanakan, kegiatan dilanjutkan dengan uji coba langsung di kolam ikan mitra. Uji coba ini menjadi momen penting untuk memastikan bahwa seluruh komponen bekerja dengan baik sesuai fungsinya, sekaligus menjadi sesi praktik lanjutan bagi para peserta. Peserta diajak untuk mengamati secara langsung pergerakan baling-baling saat sistem dinyalakan melalui saklar manual. Putaran baling-baling yang menghasilkan percikan dan gelombang kecil di permukaan kolam menjadi indikator bahwa sirkulasi air telah terjadi, menandakan bahwa proses aerasi berlangsung efektif.



Gambar 5. Uji coba pemasangan kincir air

Selama simulasi, peserta juga diperkenalkan pada cara mengidentifikasi kinerja kincir yang optimal, seperti bunyi motor yang stabil, getaran yang normal, dan distribusi arus air yang merata. Beberapa peserta bahkan diminta bergantian untuk mencoba mengoperasikan sistem,

mematikan dan menyalakan alat, serta mengamati efeknya terhadap kondisi air kolam. Selain aspek teknis, sesi ini juga dimanfaatkan untuk memperkuat pemahaman peserta terhadap peran penting aerasi dalam ekosistem kolam ikan, sekaligus mempertegas manfaat nyata dari alat sederhana ini dalam menjaga kesehatan ikan dan menekan risiko kematian akibat kekurangan oksigen. Simulasi ini tidak hanya memperlihatkan efektivitas alat, tetapi juga membangun rasa percaya diri peserta untuk dapat mengelola alat secara mandiri setelah program selesai. Melalui pendekatan praktik langsung ini, para peserta tidak sekadar memahami teori, tetapi juga mengalami dan menguasai sendiri proses operasionalnya di lapangan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah dilaksanakan pada tanggal 28 Mei 2025 di kolam budidaya milik Kelompok Kegiatan Wildatul Sholihah, Desa Bojong, Kecamatan Kemang, Kabupaten Bogor. Pelaksanaan berlangsung dalam satu hari penuh dan mencakup sesi pelatihan, praktik instalasi, serta simulasi operasional kincir air. Satu unit kincir air manual berhasil dipasang di kolam tersebut dengan instalasi yang berjalan lancar tanpa hambatan berarti, berkat penggunaan komponen yang disesuaikan secara lokal untuk memudahkan perawatan di masa mendatang. Lokasi pemasangan dipilih secara strategis berdasarkan pertimbangan sirkulasi air paling efektif, sehingga menghasilkan arus air yang lebih merata dan permukaan kolam yang lebih aktif dan dinamis.

Melalui pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung, peserta menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman fungsi aerasi dan pengoperasian kincir air. Mereka mampu menjelaskan kembali peran kincir dalam menjaga kadar oksigen terlarut serta stabilitas suhu air, sekaligus mengoperasikan alat secara manual dan melakukan perawatan dasar seperti membersihkan baling-baling dan memeriksa komponen motor secara mandiri. Meskipun sistem yang diterapkan masih bersifat manual, kehadiran kincir air memberikan dampak positif terhadap efisiensi pengelolaan kolam. Peserta melaporkan penurunan frekuensi penggantian air secara manual yang sebelumnya memerlukan waktu dan tenaga cukup besar, karena sirkulasi air yang dihasilkan membantu menjaga kejernihan dan keseimbangan suhu air kolam. Kegiatan ini mendapat sambutan sangat positif dari peserta yang menunjukkan antusiasme tinggi selama sesi pelatihan, baik dalam diskusi teori maupun praktik lapangan.

Beberapa peserta aktif mengajukan pertanyaan dan menawarkan ide pengembangan sistem yang lebih baik di masa depan, menandakan bahwa teknologi sederhana ini sangat relevan dan diterima oleh masyarakat. Selama pelaksanaan, beberapa kendala teknis seperti pengaturan arah baling-baling agar tidak terlalu mengaduk dasar kolam serta penguatan sambungan kabel sempat muncul, namun seluruh tantangan tersebut berhasil diatasi secara langsung di lapangan.

melalui bimbingan teknis dari tim pelaksana. Hal ini menjadi bagian penting dalam pembelajaran peserta agar siap menghadapi masalah serupa secara mandiri di masa mendatang.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi budidaya ikan nila, mendukung keberlanjutan usaha, serta mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja intensif. Selain itu, penerapan teknologi sederhana ini turut membantu menjaga kualitas lingkungan kolam. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi teknologi digital, seperti sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT), guna mengoptimalkan pengelolaan budidaya ikan nila.

V. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan pada tanggal 28 Mei 2025 menunjukkan bahwa penerapan kincir air manual sebagai solusi teknis dalam budidaya ikan nila memberikan dampak positif yang signifikan bagi mitra. Meskipun perangkat yang digunakan masih bersifat sederhana dan dioperasikan secara manual, kehadiran kincir air tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan sirkulasi air di dalam kolam, menjaga kestabilan suhu air, serta mengurangi intensitas perawatan kolam. Hal ini memiliki relevansi yang tinggi mengingat fluktuasi suhu dan kadar oksigen yang tidak stabil selama ini menjadi kendala utama dalam budidaya ikan nila. Selain keberhasilan dalam instalasi alat, kegiatan ini juga berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan teknis peserta melalui pelatihan yang mencakup perakitan, pengoperasian, serta perawatan dasar alat bantu budidaya. Peningkatan kompetensi teknis tersebut memungkinkan anggota kelompok untuk mengelola kolam secara lebih mandiri dan sekaligus memperkuat kapasitas komunitas dalam mengadopsi teknologi tepat guna. Antusiasme tinggi yang ditunjukkan peserta selama pelatihan menjadi indikator kuat bahwa teknologi ini tidak hanya sesuai dengan kebutuhan mereka, tetapi juga memiliki potensi besar untuk memperbaiki kualitas hasil budidaya secara berkelanjutan.

Untuk menjamin keberlanjutan manfaat dari penggunaan kincir air manual ini, diperlukan pendampingan lanjutan yang berfokus pada perawatan rutin serta penanganan kendala teknis sederhana (troubleshooting). Pendampingan tersebut bertujuan agar alat dapat berfungsi secara optimal dalam jangka panjang dan mencegah penurunan performa akibat kelalaian atau kerusakan kecil yang sesungguhnya dapat diantisipasi. Dengan dukungan yang berkelanjutan, diharapkan mitra dapat mempertahankan kondisi alat dalam keadaan prima tanpa ketergantungan penuh pada bantuan eksternal, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan kolam secara mandiri. Melihat keberhasilan program serta respons positif yang sangat baik dari mitra, model pengabdian ini memiliki potensi besar untuk direplikasi pada kolam-kolam ikan lain di wilayah sekitarnya, khususnya pada komunitas yang menghadapi keterbatasan sumber daya manusia dan alat bantu teknis. Teknologi tepat guna ini menjadi

solusi efektif dan ekonomis dalam meningkatkan produktivitas budidaya ikan nila tanpa memerlukan investasi pada sistem yang berbiaya tinggi.

Lebih jauh, sistem ini juga membuka peluang besar untuk dikembangkan secara inovatif melalui integrasi teknologi digital. Penambahan sensor otomatis yang mampu memantau parameter lingkungan kolam secara real-time, maupun sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT), dapat meningkatkan kualitas dan responsivitas dalam pengelolaan kolam. Dengan pengelolaan yang lebih cerdas dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan, para petani ikan nila dapat mengambil keputusan dengan lebih cepat dan tepat, sehingga hasil budidaya menjadi lebih optimal dan risiko kegagalan dapat diminimalkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Kegiatan Wildatul Sholihah atas kerja sama dan partisipasinya, serta kepada Universitas Terbuka atas dukungan dan fasilitasi program ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamed, S., El-Kassas, S., Abo-Al-Ela, H. G., Abdo, S. E., Abou-Ismael, U. A., & Mohamed, R. A. (2024). Temperature and feeding frequency: interactions with growth, immune response, and water quality in juvenile Nile tilapia. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 520. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04366-4>
- Hamed, S., El-Kassas, S., Abo-Al-Ela, H. G., Abdo, S. E., Al Wakeel, R. A., Abou-Ismael, U. A., & Mohamed, R. A. (2024). Interactive effects of water temperature and dietary protein on Nile tilapia: growth, immunity, and physiological health. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 349. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04198-2>
- Hassan, H. U., Ali, A., Wattoo, J., Sohail, M., Raza, M. A., Hassan, S. A., Kanwal, R., Kabir, M., Rafiq, N., Manoharadas, S., Khan, M. R., & Arai, T. (2025). Effects of stocking density on growth performance, digestive enzyme activity, biochemical composition, and economic efficiency of a new strain of *Oreochromis niloticus* reared in cage culture system at Sindh Pakistan. *Food Science & Nutrition*, 13(1). <https://doi.org/10.1002/fsn3.4238>
- Hikmah, H., Lindawati, L., Witomo, C. M., & Hafsaridewi, R. (2023). STRATEGI KEBIJAKAN PENGEMBANGAN BISNIS KAMPUNG BUDIDAYA IKAN NILA DI KABUPATEN MAGELANG. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 15(2), 81. <https://doi.org/10.15578/jkpi.15.2.2023.81-92>
- Islam, M. J., Kunzmann, A., & Slater, M. J. (2022). Responses of aquaculture fish to climate change-induced extreme temperatures: A review. *Journal of the World Aquaculture*

- Society*, 53(2), 314–366. <https://doi.org/10.1111/jwas.12853>
- Lusiana, E. D., Musa, M., & Ramadhan, S. (2021). Determinants of Nile tilapia's (*Oreochromis niloticus*) growth in aquaculture pond in Batu, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220256>
- Mahardika, F., Amin, M. Al, Suseno, A. T., Informatika, P. T., & Cilacap, P. N. (2025). *PENDAMPINGAN DAN PELATIHAN PENGELOLAAN WEBSITE SMA PGRI 4 GANDRUNGMANGU CILACAP*. 143–152.
- Mahardika, F., Bambang Sumantri, R. B., & Prima Yuniarto, A. H. (2023). Pelatihan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Kapasitas Guru di SMA PGRI 4 Gandrungmangu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Progresif Humanis Brainstorming*, 6(3), 645–651. <https://doi.org/10.30591/japhb.v6i3.4393>
- Matondang, P. A. S., Taparhudee, W., Yoonpundh, R., & Jongjaraunsuk, R. (2022). Water Quality Management Guidelines to Reduce Mortality Rate of Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) Fingerlings Raised in Outdoor Earthen Ponds with a Recirculating Aquaculture System Using Machine Learning Techniques. *ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports*, 25(4), 30–41. <https://doi.org/10.55164/ajstr.v25i4.247049>
- Obirikorang, K. A., Appiah-Kubi, R., Adjei-Boateng, D., Sekey, W., & Duodu, C. P. (2023). Acute hyperthermia and hypoxia tolerance of two improved strains of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Stress Biology*, 3(1), 21. <https://doi.org/10.1007/s44154-023-00099-w>
- Rarassari, M. A., Parlindungan, A., Moethia, S., & Oktavia, V. (2019). Smart pond for smart aquaculture: sebagai solusi kualitas air di lahan budidaya untuk menunjang industri 4.0 yang terintegrasi dengan smartphone. *Conference.Unsri.Ac.Id*, 546–553. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/1586>
- Salam, M. (2023). *Perancangan Sistem Otomatisasi Pada Peternakan Ikan Berbasis Microcontroller Arduino IDE Untuk Meningkatkan Hasil Panen Ikan (Studi Kasus: Peternakan Ikan)*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/46632>
- Siwarola, I., Iot, B., Online, P., Kesejahteraan, M., Mawardi, P., Sihombing, P. M., & Humaira, R. (2025). The Implementation of IoT-Based Siwarola and Marketplace to Improve the Welfare of Farmers. *Journal.Unilak.Ac.Id*, 9(2), 392–403. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v9i2.23340>