

Penerapan Closed Hatchery Terintegrasi Internet of Things Di Pokdakan Sumber Mina Mandiri, Kabupaten Banyumas

Aryanti Indah Setyastuti¹, Anri Kurniawan², Sania Ferika³, Sutanto⁴, Sarmin¹

¹ Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah

Email: aryantiindahs@gmail.com

² Program Studi Teknik Pertanian Biosistem, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah

³ Program Studi Ilmu Akuntansi, Fakultas Sosial Ekonomi Humaniora, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah

⁴Badan Riset dan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan, Balai Pelatihan dan Penyuluhan Perikanan Tegal, Kementerian Kelautan dan Perikanan

Artikel info

Abstract. Pokdakan Sumber Mina Mandiri is a catfish seed cultivation group located in Babakan Village, Karanglewas District, Banyumas Regency. The seed cultivation system at Pokdakan Sumber Mina Mandiri is still traditional, which affects the productivity of the catfish seeds produced. Fluctuations in temperature, water quality and other external factors such as pests, diseases and predators in catfish seed cultivation can reduce the productivity of the cultivation. A closed hatchery cultivation system is an alternative fish cultivation that can minimize external factors that cause fish seed mortality. The closed hatchery cultivation system can be supported by the application of Internet of Things technology to measure water quality that can be systematic and documented in real time. The method in implementing the program uses Participatory Rural Appraisal (PRA) with stages of preparation, implementation of activities, and evaluation. The activities that have been carried out by the Community Partnership Empowerment team are the construction of closed hatcheries, catfish spawning and nursery, application of IoT as water quality monitoring (temperature, pH, and TDS). The results of the evaluation of this program are a decrease in the mortality rate of catfish seeds because the closed hatchery system integrated with IoT is able to reduce the influence of temperature fluctuations that can affect water quality.

Abstrak. Pokdakan Sumber Mina Mandiri merupakan kelompok budidaya pembenihan ikan lele yang berlokasi di Desa Babakan, Kecamatan Karanglewas, Kabupaten Banyumas. Sistem budidaya pembenihan di Pokdakan Sumber Mina Mandiri masih bersifat tradisional sehingga mempengaruhi produktivitas benih ikan lele yang dihasilkan. *Fluktuasi suhu, kualitas air dan*

faktor eksternal lainnya seperti hama penyakit dan predator pada budidaya benih ikan lele dapat menurunkan produktivitas budidaya tersebut. Sistem budidaya tertutup atau closed hatchery merupakan alternatif budidaya ikan yang dapat meminimalisir faktor-faktor eksternal penyebab kematian benih ikan. Sistem budidaya closed hatchery dapat didukung dengan penerapan teknologi Internet of Things untuk mengukur kualitas air yang dapat tersistem dan terdokumentasi secara realtime. Metode dalam pelaksanaan program tersebut menggunakan Participatory Rural Appraisal (PRA) dengan tahapan persiapan, pelaksanaan kegiatan, dan evaluasi. Kegiatan yang telah dilakukan oleh tim Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat adalah pembuatan closed hatchery, pemijahan dan pendederan ikan lele, pengaplikasian IoT sebagai monitoring kualitas air (suhu, pH, dan TDS). Hasil evaluasi dari program ini adalah terjadi penurunan angka kematian benih ikan lele karena sistem closed hatchery yang terintegrasi dengan IoT mampu mengurangi pengaruh fluktuasi suhu yang dapat mempengaruhi kualitas air.

Keywords:

Pokdakan Sumber

Mina Mandiri;

Closed Hatchery;

Internet of Things;

(3-5).

Corresponden author:

Email: xxxx@gmail.com



artikel dengan akses terbuka di bawah lisensi CC BY -4.0

PENDAHULUAN

Kelompok budidaya ikan (Pokdakan) Sumber Mina Mandiri adalah kelompok usaha budidaya ikan yang berorientasi pada usaha pembenihan ikan lele meliputi pemijahan dan pendederan ikan lele hingga mencapai ukuran tertentu untuk dipasarkan. Ikan lele merupakan salah satu komoditas budidaya yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan ikan budidaya lainnya, seperti mampu hidup dalam berbagai lingkungan, tahan penyakit, dan biaya produksi yang murah (Nasution *et al.*, 2024).

Pokdakan Sumber Mina Mandiri berlokasi di Desa Babakan RT 02 RW 09, Kecamatan Karanglewes, Kabupaten Banyumas ini didirikan pada tanggal 2 Agustus 2016 dengan jumlah anggota sebanyak 10 orang. Ikan lele menjadi komoditas utama di Pokdakan Sumber Mina Mandiri karena mudah dibudidayakan di berbagai media budidaya (kolam tanah, kolam terpal, maupun kolam semen), dapat dibudidayakan dengan kepadatan yang tinggi, pertumbuhan relatif cepat (2-3 bulan), serta segmentasi produk yang sangat luas meliputi benih hingga sampai ukuran konsumsi (Rata-rata kapasitas produksi benih ikan lele di Pokdakan Sumber Mina mandiri dalam 1 tahun berjumlah 550.000 ekor dari berbagai ukuran sesuai permintaan pasar (2-3 cm, 3-5 cm, 4-5 cm, dan 5-7 cm) dengan omzet perolehan selama 1 tahun sebesar Rp. 142.000.000,-.

Usaha pembenihan ikan lele di Pokdakan Sumber Mina Mandiri masih menggunakan sistem budidaya terbuka dan tradisional menyebabkan kontak dengan faktor eksternal seperti serangan hama (predator dan kompetitor) dan cuaca sangat besar, sehingga dapat mempengaruhi produktivitas benih ikan lele. Dalam 1 tahun belakangan ini, terjadi penurunan mencapai 45% dari total produksi. Faktor

eksternal seperti cuaca memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kualitas perairan kolam dan benih yang dihasilkan dimana fluktuasi suhu yang menurun drastis (28-24°C) menyebabkan kematian pada benih ikan lele (Wafi dan Setyoharini, 2013). Selain faktor suhu dan hama, kualitas air (pH dan DO) juga mempengaruhi produktivitas benih ikan lele. Jika kualitas air (pH dan DO) turun mengakibatkan benih ikan lele stress dan menyebabkan kematian massal benih ikan lele (Susanto *et al.*, 2023).

Permasalahan yang dialami mitra dalam hal ini Pokdakan Sumber Mina Mandiri, melalui Program Kemitraan Masyarakat, dilakukan transfer teknologi budidaya pembenihan ikan lele dengan sistem closed hatchery atau sistem budidaya tertutup yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) sebagai monitoring kualitas air (suhu, pH, dan DO) pada pembenihan ikan lele.

Budidaya pembenihan ikan lele dengan closed hatchery merupakan sistem budidaya tertutup, yang bertujuan untuk mengurangi dampak dari faktor-faktor eksternal yaitu kualitas air (suhu, pH, dan DO) dan sebagai biosecurity terhadap serangan hama predator maupun kompetitor yang dapat menyebabkan penurunan produktivitas benih ikan lele. Selain sistem budidaya dengan closed hatchery, transfer teknologi yang diberikan pada mitra Pokdakan Sumber Mina Mandiri adalah Internet of Things (IoT) untuk mengukur kualitas air (suhu, pH dan DO).

IoT adalah suatu konsep perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk terkoneksi dengan jaringan internet yang diperuntukkan memperluas manfaat teknologi dari konektivitas internet secara real time (Nurdina *et al.*, 2022). Teknologi IoT saat ini telah berkembang dan dimanfaatkan pada budidaya ikan lele. Konsep dari IoT pada budidaya benih ikan lele adalah memonitoring kualitas air (suhu, pH, dan DO) secara realtime menggunakan sensor, yang dapat dioperasikan oleh pembudidaya dari jarak jauh (Susanto *et al.*, 2023).

Metode

Tahapan pelaksanaan kegiatan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat transfer teknologi closed hatchery yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) di Pokdakan Sumber Mina Mandiri meliputi:

1. Tahapan Persiapan

Pada tahapan ini, tim Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat melakukan observasi terlebih dahulu ke Pokdakan Sumber Mina Mandiri, di Desa Babakan, Kecamatan Karanglewas, Kabupaten Banyumas. Tujuan dilakukan observasi untuk mengetahui permasalahan yang dialami oleh mitra atau Pokdakan Sumber Mina mandiri. Observasi permasalahan yang dialami oleh mitra dilakukan untuk menyesuaikan pelaksanaan kegiatan pemberdayaan kemitraan masyarakat dengan kebutuhan masyarakat Pokdakan dalam pengembangan usaha budidaya pembenihan ikan lele. Permasalahan yang diperoleh dari observasi adalah faktor eksternal yang dapat mempengaruhi produktivitas benih ikan lele seperti fluktuasi suhu, pH, DO dan serangan hama predator atau kompetitor indukan maupun benih ikan lele.

2. Tahap Pelaksanaan Kegiatan

Hasil observasi dan identifikasi permasalahan yang dialami oleh mitra dari tahap persiapan, tim Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat merancang untuk membangun sistem budidaya pembenihan ikan lele secara tertutup atau closed hatchery serta merancang alat untuk mempermudah mitra Pokdakan untuk memonitoring kualitas air berbasis internet sebagai upaya mitigasi atau early warning sistem terhadap perubahan kualitas air pada budidaya pembenihan ikan lele. Serta pendampingan yang dilakukan kepada mitra melalui tim Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat dan mahasiswa yang diterjunkan ke Pokdakan sebagai Praktek Kerja Lapangan (PKL).

3. Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman mitra Pokdakan Sumber Mina Mandiri dalam transfer teknologi sistem budidaya closed hatchery dan monitoring kualitas air berbasis internet. Evaluasi dilakukan dengan memberikan soal pre test dan post test saat tim Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat memberikan materi pendampingan dan pelatihan. Setelah kegiatan pendampingan dan pelatihan selesai, teknologi dan alat yang diberikan kepada mitra dapat dimanfaatkan dengan baik. Selanjutnya adalah pembuatan laporan pelaksanaan kegiatan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat.



Gambar 1: Tahapan alur kegiatan pemberdayaan kemitraan masyarakat

Hasil Dan Pembahasan

Kegiatan yang terlaksana melalui program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat mengenai sistem budidaya closed hatchery yang terintegrasi dengan IoT di Pokdakan Sumber Mina Mandiri Desa Babakan RT 02 RW 09, Kecamatan Karanglewes, Kabupaten Banyumas adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Kegiatan program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat diawali dengan diskusi secara luring dengan melibatkan tim Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat, mitra, dan Penyuluh Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan membahas kebutuhan sarana dan prasarana pembuatan closed hatchery dan piranti IoT. Hasil dari diskusi selanjutnya ditindaklanjuti dengan pengadaan alat dan bahan pembangunan kolam dan rancang bangun alat IoT serta pembangunan closed hatchery.

2. Pembangunan closed hatchery pembenihan ikan lele

Pembuatan kolam pembenihan dengan sistem closed hatchery di Pokdakan Sumber Mina mandiri, Desa Babakan, Kecamatan Karanglewes, Kabupaten Banyumas dilakukan meliputi persiapan lahan, pengukuran lahan, pemasangan tiang penyangga dan kanopi, pemasangan plastic UV yang berfungsi sebagai penutup atap, pemasangan jaring atau net yang berfungsi untuk mencegah predator atau hama pemangsa ikan masuk, dan pembuatan kolam pembenihan.

Persiapan lahan dilakukan dengan mengukur panjang dan lebar lahan yang akan digunakan sebagai kolam pembenihan. Lahan yang berukuran 4x10m² kemudian dipasang tiang-tiang dari baja ringan. Setelah pemasangan tiang bangunan, selanjutnya dilakukan pemasangan tiang untuk rangka atap menggunakan bambu. Penggunaan bambu sebagai rangka atap bertujuan untuk mengurangi kerusakan plastic UV saat pemasangan sebagai penutup. Proses pembangunan kolam closed hatchery melibatkan mitra kelompok dan mahasiswa Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, UNU Purwokerto yang akan dikonversi dalam bentuk beberapa mata kuliah.

Setelah pemasangan rangka atap selesai, dilanjutkan pemasangan plastic UV sebagai penutup bangunan kolam budidaya benih ikan. Keunggulan penggunaan plastic UV yaitu daya tahan lebih

lama dibanding plastic mulsa atau terpal, sebagai UV protector yang melindungi benih ikan lele dari paparan sinar UV yang berlebihan masuk ke kolam, sehingga suhu kolam dapat terkontrol.

Kegiatan selanjutnya adalah pembuatan kolam untuk pembenihan ikan lele. Kolam dibuat dengan menggali tanah sedalam ± 50 cm sejumlah 8 kolam. Setelah kolam terbentuk dilanjutkan dengan pembuatan saluran *inlet* dan *outlet* pada kolam. saluran *inlet* dibuat dengan memasang pipa pvc dari sumber air menuju tiap-tiap kolam. Selanjutnya pada saluran outlet dibuat dengan memasang pipa ke dalam kolam yang berfungsi untuk membuang air atau limbah sisa pakan yang terdapat dalam kolam. tahap selanjutnya adalah kolam kemudian dilapisi oleh plastic geomembrane HDPE yang memiliki keunggulan kedap air, tahan terhadap suhu tinggi dan limbah.

Kolam yang telah dilapisi oleh plastic geomembrane selanjutnya menutup pinggir kolam menggunakan paranet atau jaring melingkari bangunan. Tujuan penutupan bangunan menggunakan paranet adalah mencegah hama atau predator masuk ke dalam kolam yang dapat memangsa indukan maupun benih ikan lele.



Gambar 2: Rancang bangun kolam dengan sistem closed hatchery

3. Pelaksanaan Budidaya Pembenihan Ikan Lele

Pelaksanaan budidaya pembenihan ikan lele pada program pemberdayaan kemitraan masyarakat di Pokdakan Sumber Mina Mandiri meliputi:

a. Persiapan kolam pemijahan

Kolam yang digunakan untuk pemijahan berbentuk persegi dengan pematang dan dasar kolam terbuat dari tanah yang dilapisi oleh plastic geomembrane HDPE. Kolam selain berfungsi untuk kolam pemijahan, juga berfungsi untuk kolam penetasan dan kolam pemijahan. Sebelum digunakan, kolam dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran maupun hama yang menempel di plastik kolam, setelah kolam bersih, dilanjutkan dengan pengisian air ke kolam, dengan ketinggian 30-40 cm. Kolam pemijahan sebelumnya diletakkan kakaban atau tempat penempelan telur. Kakaban diletakkan di dasar kolam dan di atasnya diberi pemberat berupa batu, tujuannya agar kakaban tetap dalam kondisi tenggelam di dasar kolam (Wafi dan Setyoharini, 2013).

b. Pelaksanaan pemijahan

Induk lele jantan dan betina dengan berat ± 2 kg dipersiapkan untuk pemijahan. Pemijahan biasanya terjadi pada pukul 24.00 WIB sampai dengan pukul 04.00 WIB. Tiga hari setelah terjadi pemijahan induk betina akan meletakkan telur-telurnya di bagian atas kakaban. Telur juga ada didasar dan pinggiran kolam. Pada saat induk betina mengeluarkan telur-telurnya, disaat bersamaan induk jantan menyemprotkan spermanya kepada telur tersebut. Telur-telur yang terbuahi berwarna kuning bening sedangkan telur yang tidak terbuahi berwarna kuning kehijauan dan telur yang terbuahi akan menetas setelah 48 jam atau 2 hari.

c. Pemeliharaan benih

Kolam yang digunakan sebagai tempat penetasan telur sekaligus dijadikan tempat pemeliharaan benih adalah kolam pemijahan. Benih hasil pemijahan dengan sistem closed

hatchery dihasilkan ukuran benih yang lebih besar dibandingkan benih sebelum menggunakan closed hatchery. Hal ini disebabkan sistem budidaya dengan closed hatchery mampu mengurangi masuknya sinar matahari yang dapat menyebabkan fluktuasi suhu pada air kolam karena terdapat plastik UV di atas kolam. suhu optimum untuk pertumbuhan benih ikan lele berkisar 25-30°C. suhu yang berada di atas atau di bawah suhu optimum akan menyebabkan penurunan pertumbuhan benih ikan lele (Wulansari *et al.*, 2022).

d. Pendederan

Pendederan adalah pemeliharaan yang berasal dari hasil pembenihan sampai mencapai ukuran tertentu, sebelum memindah benih ke dalam kolam pendederan, kolam tersebut terlebih dahulu dipersiapkan karena dikhawatirkan ada hama dan bakteri di dalam kolam, setelah semua dipersiapkan benih yang telah dipanen dari kolam penetasan dipindah dan dimasukkan ke dalam kolam pendederan disaat melakukan pemindahan dari kolam penetasan ke dalam kolam pendederan dilakukan secara hati-hati agar benih yang dipindah tidak mengalami stres.

4. Penerapan IoT dalam budidaya pembenihan ikan lele

Program pemberdayaan kemitraan masyarakat yang dilaksanakan di Pokdakan Sumber Mina Mandiri berikutnya adalah penerapan teknologi monitoring dan controlling kualitas air berbasis Internet of Things. Pemantauan dan kontrol kualitas air pada budidaya ikan merupakan hal yang sangat penting untuk meningkatkan kelulushidupan benih ikan (Prasetya *et al.*, 2022), sehingga perlu didukung oleh perkembangan teknologi yang saat ini sedang berkembang yaitu Internet of Things (IoT) yang dapat mempermudah mitra dalam hal ini adalah Pokdakan Sumber Mina Mandiri.

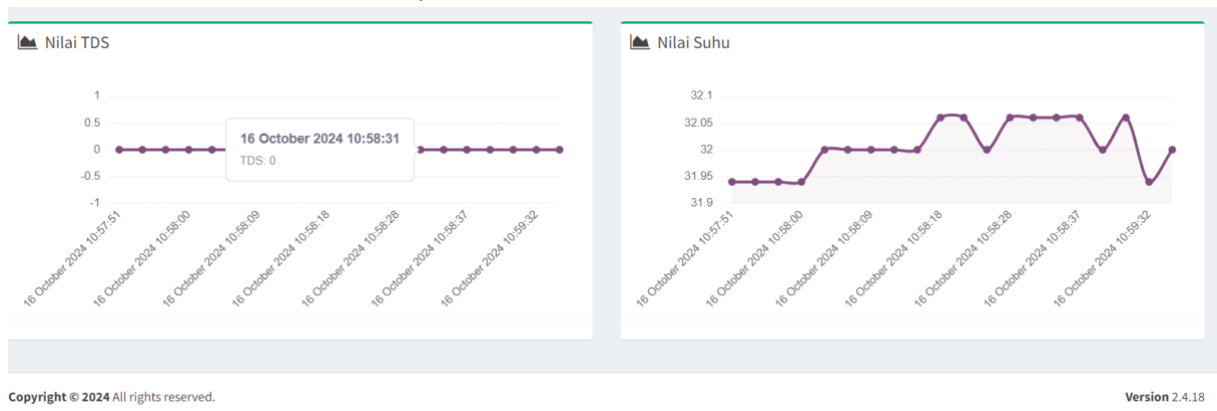
Penerapan Internet of Things dalam program pemberdayaan kemitraan masyarakat ini dengan merancang suatu sistem pengukuran kualitas air meliputi komponen sensor suhu, pH, dan TDS dengan menggunakan media website dan whatsapp. Data dari ketiga sensor ini dikumpulkan oleh mikrokontroler ESP32 yang kemudian mengirimkannya ke *platform cloud* seperti *Thingspeak* (Kustija *et al.*, 2021). Melalui website *Thingspeak*, informasi dapat diakses secara *real-time* melalui *smartphone*, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh dan pengambilan tindakan yang cepat jika terjadi perubahan yang signifikan (Adzim *et al.*, 2022). Informasi ditampilkan secara langsung melalui LCD 12C sebagai antarmuka lokal dan memudahkan operator dalam memantau kondisi kolam ikan tanpa harus bergantung pada perangkat eksternal. Dengan demikian, integrasi teknologi IoT pada kolam ikan memberikan kemudahan dalam pengelolaan kualitas air dan meningkatkan kehidupan ikan serta produktivitas kolam secara keseluruhan (Lin *et al.*, 2021).

Pembudidaya ikan dapat mengakses data kolam ikan melalui *smartphone* yang diintegrasikan ke website *thingspeak* ke aplikasi *thingsview*. Data yang nantinya dapat diakses adalah pH dan suhu air (°C), dan TDS yang di-update setiap 5 menit sekali (Pratama *et al.*, 2022). pembudidaya dapat monitoring kolam ikan miliknya tanpa perlu datang setiap hari. Sistem kontrol dipakai pada kolam yang akan diamati, tanpa mengganggu aktifitas lainnya. Integrasi *Thingspeak* dengan *smartphone* memfasilitasi pemantauan data sensor kolam ikan secara *real-time* dari jarak jauh. Setelah mengunduh aplikasi *Thingspeak* dan login dengan akun yang sesuai, pengguna dapat mengakses channel yang terkait dengan kolam ikan. Aplikasi menyajikan data sensor dalam berbagai format, seperti grafik dan data numerik, yang memungkinkan pengguna untuk melacak kondisi air kolam ikan dengan mudah (Prieto *et al.*, 2023). Selain itu, pengguna dapat mengatur notifikasi untuk menerima pemberitahuan langsung jika kondisi air kolam ikan melampaui batasan yang telah ditentukan. Dengan demikian, pengguna dapat memantau dan merespons perubahan kondisi air kolam ikan dari mana saja selama

terhubung dengan internet melalui *smartphone* mereka, meningkatkan efisiensi pengelolaan dan kelulushidupan ikan (Pratama *et al.*, 2022).



Gambar 3 : Perakitan instalasi IoT pembenihan ikan lele



Gambar 4: Nilai kualitas air menggunakan Internet of Things

5. Pendampingan, Pelatihan, dan Evaluasi

Tahap selanjutnya dalam program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat adalah pendampingan, pelatihan dan evaluasi program. Kegiatan pendampingan meliputi monitoring pelaksanaan pemberian materi mengenai manajemen kualitas air dan cara pengoperasian IoT untuk mengukur kualitas air sebagai bentuk tanggung jawab pengelolaan program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat yang telah dijalankan. Pendampingan mitra Pokdakan meliputi evaluasi terkait pemahaman mitra terhadap transfer teknologi yang diberikan oleh tim Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat. Evaluasi dilakukan dengan memberikan soal pre test dan post test pada saat pelaksanaan pelatihan. Hasil dari evaluasi tersebut adalah mitra Pokdakan telah memahami dan tidak memiliki kendala dalam pemanfaatan teknologi yang diberikan, sehingga diharapkan teknologi tersebut dapat dimanfaatkan oleh mitra dan mampu meningkatkan produktivitas benih ikan lele.



Gambar 5: Pendampingan dan evaluasi program

Simpulan Dan Saran

Sistem budidaya benih ikan lele dengan closed hatchery yang terintegrasi dengan IoT (Internet of Things) memberikan manfaat yang besar bagi Pokdakan Sumber Mina Mandiri di Desa Babakan, Kecamatan Karang Lewas, Kabupaten Banyumas dan dapat meningkatkan hasil panen benih ikan lele yang optimal karena sistem closed hatchery dapat mengurangi faktor-faktor eksternal yang dapat mempengaruhi produktivitas benih ikan lele. Serta penggunaan IoT memberikan kemudahan bagi mitra dalam mengukur kualitas air dari jarak jauh.

Acknowledgment

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas pendanaan Hibah Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat, Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Nomor Kontrak 065/E5/PG.02.00/PL.BATCH.2/2024; 022/UNU-PWT.8/PM/2024 Tahun Anggaran 2024.

Daftar Rujukan

- Adzim, MIK., Ishmed, J., Sigit, DP., Mochamad, PSP., Affan, B. 2022. Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu, pH, dan Kejernihan Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* Vol. 9 (2).
- Kustija J, Andika F. Control - Monitoring System Of Oxygen Level, Ph, Temperature And Feeding in Pond Based on Iot. *REKA ELKOMIKA: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 2021 Jul 5;2(1):1–10
- Lin JY, Tsai HL, Lyu WH. An integrated wireless multi-sensor system for monitoring the water quality of aquaculture. *Sensors*. 2021 Dec 1;21(24).
- Nasution, SKH., Rahmanta., Vindy, RM. 2024. Pelatihan Budidaya Ikan Lele pada Kolam Terpal dalam Rangka Meningkatkan Pendapatan Masyarakat di Desa Sei Semayang Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. *Bernas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol 5 (1): 379-386.
- Nurdina, AK., Agung, PS., Nurlaily, V. 2022. Penerapan Internet of Things (IoT) Monitoring dan Controlling Perawatan Anakan Ikan Koi Berbasis Website. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI)*. Vol. 6 (2): 1115-1122.
- Prasetya, IE., Sentot, A., Deddy, R. 2022. Penerapan IOT (Internet of Things) untuk Sistem Monitoring

- Air dan Controlling pada Kolam Ikan Gurami Berbasis Website. Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI). Vol. 6 (2): 1-8.
- Pratama, AB., Imam, MIS., Andi, R. 2022. Sistem Monitoring dan Kontrol Kualitas Air pada Kolam Ikan Koi Berbasis Internet of Things (IoT). Jurnal Transistor Elektor dan Informatika Vol. 4 (3): 171-180.
- Prieto-Luna JC, Jaramillo-Peralta DA, Julian-Laime E, Holgado-Apaza LA. IoT based system for monitoring dissolved oxygen and temperature in fish larviculture. Revista Brasileirade Ciencias Agrarias. 2023;18(2).
- Susanto, F., James, D., Anita, H. 2023. Pemanfaatan IoT (Internet of Things) dan Data Mining Bidang Perikanan untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi. ICIT Journal. Vol. 9 (1): 14-22.
- Wafi, A., Setyoharini. 2013. Pembenihan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan Kabat Banyuwangi. Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan. Vol 4 (1): 13-18.
- Wulansari, K., Abdul, R., Vauziah. 2022. Pengaruh Suhu terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus x Clarias fiscus*). KOnservasi hayati. Vol 8 (1): 31-39.