

Implementasi *Aquasmart* And Wastewater Treatment Guna Meningkatkan Hasil Produksi pada Budidaya Ikan Bumdes Bio Avicenna Abyudaya Kabupaten Pekalongan

Elvinda Bendra Agustina¹, M. Rudi Fanani², Nasyita Vivi Amalia³, Jessika Artamevira⁴, Khusfiatul Kholisah⁵

^{1,4,5}Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pekalongan, Pekalongan, Indonesia

²Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pekalongan, Pekalongan, Indonesia

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pekalongan, Pekalongan, Indonesia

Email: ¹elvindabendra89@gmail.com, ²idurinanaf@gmail.com, ³nasyitavivi@gmail.com

Abstract

The activities are based on the issues by the community in Api-Api village regarding the management of fish and shrimp ponds. These issues include the high cost of pond cultivation, inefficient feed provision, leading to wastefulness and a decrease in the Feed Conversion Ratio (FCR). Additionally, the liquid waste from the cultivation process has not been optimally utilized or managed, resulting in environmental pollution when disposed of directly, and many fish/shrimp dying due to poor water quality. Efforts have been made to provide solutions using the Aquasmart technology system: Smart Feeder Innovation and Water Quality Monitoring IoT (Internet of Things) and biofiltration technology with natural material wastewater treatment as a solution to the wastewater problems caused by feed materials and fish/shrimp waste. The activities were implemented in stages, starting with socializing and introducing the Aquasmart system and the use of simple biofilter wastewater treatment at the house of the headman of Api-Api. After that, the implementation of the Aquasmart system was carried out directly at the ponds managed by BUMDes (Village-Owned Enterprise) together with BUMDes members and the pond management community. The result showed that the community and BUMDes members reached new knowledge and skills related to pond management technology for fish and shrimp. The satisfaction level of the participants in the socialization and implementation of the activities showed above 50%, that indicating the participants were satisfied with the activities. The technology provided is expected to reduce the issues in pond management.

Keywords: *Aquasmart, Implementation, Socialization, Ponds, Wastewater Treatment.*

Abstrak

Kegiatan PkM berdasar pada permasalahan masyarakat desa Api-Api dalam pengelolaan tambak ikan dan udang. Permasalahan tersebut diantaranya tingginya biaya budidaya pemberian pakan tambak yang tidak efisien sehingga menyebabkan pemborosan dan menurunkan FCR (*Feed Conversion Ratio*). Selain itu limbah cair budidaya belum dimanfaatkan dan dikelola secara optimal. Sehingga mencemari lingkungan jika dibuang langsung dan banyak ikan/udang yang mati karna kualitas air tidak terjaga. Permasalahan tersebut telah dilakukan upaya pemberian solusi dengan pemanfaatan teknologi system Aquasmart : *Smart Feeder Innovation and Water Quality Monitoring IoT (Internet of Things)* dan teknologi biofiltrasi dengan wastewater treatment bahan alam menjadi solusi permasalahan pencemaran limbah air tambak yang dihasilkan dari bahan pakan dan kotoran ikan/udang. Pelaksanaan kegiatan PkM dilaksanakan bertahap dengan memberikan sosialisasi pengenalan system Aquasmart dan penggunaan wastewater treatment dengan biofilter sederhana yang dilaksanakan di rumah kepala desa Api-Api. Setelah itu, implementasi system Aquasmart dilaksanakan langsung pada tambak garapan BUMDes bersama dengan anggota BUMDes dan masyarakat pengelola tambak. Hasilnya, masyarakat dan anggota BUMDes memperoleh ilmu dan pengetahuan baru terkait teknologi pengelolaan pertanian tambak ikan dan udang. Tingkat

kepuasan peserta sosialisasi dan implementasi kegiatan PkM menunjukkan nilai diatas 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa peserta puas dengan kegiatan yang dilaksanakan. Teknologi yang diberikan diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang ada pada pengelolaan tambak.

Kata Kunci: *Aquasmart, Implementasi, Sosialisasi, Tambak, Wastewater Treatment.*

A. PENDAHULUAN

Desa Api-api Kecamatan Wonokerto terletak di wilayah pesisir Pantai Utara sebelah utara Kabupaten Pekalongan. Batas wilayah Desa bagian utara adalah Laut Jawa, bagian timur Desa Pecakaran, bagian Selatan Desa Sijambe dan bagian barat Desa Wonokerto Wetan. Jumlah Penduduk 4.258 jiwa dengan 957 rumah, dan 1.366 KK. Gambar 1 menunjukkan lokasi kantor desa Api-api. Kegiatan perekonomian desa Api-api yang ditunjukkan pada Gambar 2 didominasi oleh pertanian dan perikanan. Komoditas unggulan adalah padi dan ikan air tawar. Lahan Bengkok seluas 10,615 ha saat ini dijadikan sebagai kegiatan usaha BUMDes Bio Avicenna Abyudaya Desa Api-Api. Budidaya ikan merupakan salah satu sektor perikanan yang memiliki potensi besar dalam meningkatkan perekonomian desa. Ikan nila dan udang menjadi pilihan BUMDes guna budidaya. Panen sudah berjalan selama beberapa tahun terakhir ini.

BUMDes Bio Avicenna Abyudaya desa Api-Api beranggotakan 15 orang. Beberapa kegiatan usaha yang sudah berjalan diantaranya pasar desa, PAB (pengelolaan air bersih), pusat pengelolaan ikan (PPI) dan mengembangkan sarana produksi perikanan dengan memanfaatkan lahan bengkok. BUMDes Bio Avicenna Abyudaya desa Api-Api fokus melakukan budidaya ikan nila dan udang. Melalui diskusi bersama lurah, pemdes dan ketua BUMDes, terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi oleh BUMDes. Tingginya biaya budidaya yang di sebabkan oleh pemberian jumlah pakan yang tidak terukur dan tidak efisien menyebabkan pemborosan serta menurunkan FCR (*Feed Conversion Ratio*) (Agustina EB, 2024). Keterlambatan pemberian pakan yang di sebabkan oleh kesibukan masing-masing anggota juga menjadi sorotan. Banyak ikan/udang yang mati karna kualitas air tidak terjaga. Karna di desa Api-Api sering sekali mati listrik dengan durasi yang cukup lama sehingga menyebabkan kincir air mati dan mengakibatkan udang/ikan banyak yang mati. Kincir air mati menyebabkan penurunan Oksigen Terlarut (DO - *Dissolved Oxygen*) karna kincir air berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen dalam air. Saat mati listrik, suplai oksigen menurun drastis. Udang membutuhkan oksigen tinggi, terutama pada malam hari. Kincir air membantu mengaduk air dan mendistribusikan oksigen, yang juga mendorong dekomposisi limbah. Saat kincir mati, limbah organik seperti sisa pakan dan kotoran udang akan menumpuk, meningkatkan kadar amonia dan nitrit yang beracun bagi udang. Ketika kadar oksigen turun dan limbah menumpuk, udang menjadi stres, rentan terhadap penyakit, dan bisa mengalami kematian massal. Kincir air membantu mencampurkan air agar suhu tetap stabil. Saat mati, bagian atas air bisa menjadi lebih panas sementara bagian bawah lebih dingin, menyebabkan stres pada udang. Tentunya hal tersebut membuat hasil panen menurun. Selain itu limbah cair budidaya belum dimanfaatkan dan dikelola secara optimal. Sehingga mencemari lingkungan jika dibuang langsung. Budidaya ikan, terutama yang dilakukan secara intensif, menghasilkan limbah cair yang berasal dari sisa pakan, kotoran ikan, dan senyawa metabolik yang terlarut di dalam air. Limbah ini mengandung nutrien tinggi seperti amonia ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), nitrat (NO_3^-), fosfat (PO_4^{3-}), serta bahan organik terlarut yang jika tidak dikelola dengan baik akan mencemari lingkungan sekitar.

Tujuan dari pelaksanaan PKM ini adalah untuk membantu BUMDes Bio Avicenna Abyudaya dengan memberikan solusi dengan mengimplementasikan sistem *AquaSmart: Smart Feeder Innovation and Water Quality Monitoring IoT (Internet of Things)* Based dengan energi panel surya guna meningkatkan produktivitas ikan, mengurangi pemborosan pakan, mencegah keterlambatan pemberian pakan, menjaga kualitas air dan mengatasi listrik padam. *AquaSmart* adalah sebuah inovasi dalam teknologi akuakultur yang mengintegrasikan *smart feeder* (pemberian pakan otomatis) dan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energinya (Baldovino FG, 2024), (Gunawan I, 2024), (Selvaganesh M, 2024). *Smart Feeder* Berbasis IoT memberikan pakan secara otomatis sesuai jadwal (RTC) atau respons ikan terhadap pakan. Menggunakan sensor untuk mendeteksi pola makan ikan, menghindari pemborosan pakan dan dapat dikontrol melalui aplikasi *smartphone* atau komputer. Alat ini juga memonitoring kualitas air secara *real-time*. Menggunakan sensor IoT untuk mendeteksi parameter air seperti pH, suhu air, Dissolved Oxygen (oksigen terlarut) dan TDS (EC, 2021). Data dikirim ke aplikasi sehingga pembudidaya bisa memantau kondisi kolam kapan saja. Sumber energi yag digunakan adalah panel surya yang cocok untuk daerah yang minim listrik (Dinçer H, 2024), (Sinha S, 2003), (Mayanjo S, 2023). Meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional jangka panjang (Orlando, 2021).

Selain itu, kegiatan ini juga memberikan pelatihan tentang *Wastewater Treatment* menggunakan metode biofilter sederhana. Dengan pelatihan tersebut maka dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dari limbah cair budidaya. Metode ini mudah dilakukan dengan biaya rendah, tanpa listrik dan ramah lingkungan sehingga cocok untuk mendukung budidaya ikan berkelanjutan dan *zero waste*. Biofilter bekerja dengan menggabungkan proses mekanis, biologis, dan kimiawi untuk mengurangi zat berbahaya dalam air (Ganesan S, 2024), (Pryanichnikova VV, 2024), (Yogalakshmi KN, 2022). Proses ini mencakup penyaringan mekanis guna menghilangkan partikel padat dari air (kotoran ikan, sisa pakan), proses biologi (mikroorganisme menguraikan senyawa organik dan ammonia) dan penyaringan kimiawi menggunakan media seperti zeolit dan arang aktif menyerap senyawa berbahaya seperti amonia, nitrit, dan logam berat.

B. PELAKSANAAN DAN METODE

Pelaksanaan kegiatan implementasi *AquaSmart and Wastewater Treatment* guna meningkatkan hasil produksi pada budidaya ikan BUMDes Bio Avicenna Abyudaya Kabupaten Pekalongan mempunyai beberapa tahapan yang harus dilaksanakan. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya:

1. Sosialisasi

Sosialisasi diberikan kepada anggota BUMDes Bio Avicenna Abyudaya dan masyarakat pebudidaya ikan yang dilaksanakan dua kali, yang pertama sosialisasi pengenalan konsep alat aquasmart dan *wastewater treatment* dengan biofilter sederhana yang dilaksanakan di kediaman kepala desa Api-Api dan dihadiri 30 anggota BUMDes pada tanggal 29 Agustus 2025. Kemudian implementasi alat dilaksanakan pada tanggal 21 September 2025 di tambak Garapan BUMDes. Kegiatan sosialisasi tersebut menjelaskan tentang konsep *smart device* dan pemanfaatannya, terutama pada bidang budidaya ikan. Selain itu juga menjelaskan konsep *Wastewater Treatment*. Dilakukan diskusi tentang kebutuhan dan penyesuaian teknologi dengan mitra. Penandatanganan MoU komitmen partisipasi mitra. Pada tahap ini didapatkan dokumen kesepakatan jadwal pelaksanaan.

2. Penerapan Teknologi Aquasmart

Teknologi yang akan diterapkan yaitu sistem *AquaSmart: Smart Feeder Innovation and Water Quality Monitoring IoT (Internet of Things) Based* dengan energi panel surya guna mengatasi keterlambatan dan pemborosan pakan, menjaga kualitas air, dan mengatasi permasalahan listrik padam. Mikrokontroler pada sistem ini menggunakan ESP32 yang berfungsi sebagai otak sistem yang mengontrol *feeder* dan membaca data dari sensor kualitas air. Dilengkapi dengan modul WiFi untuk mengirimkan data ke *dashboard online* atau aplikasi *smartphone*. ESP32 terhubung dengan beberapa sensor diantaranya sensor pH, suhu, oksigen terlarut (DO), dan TDS (Agustina EB Y. A., 2022). Sensor bekerja secara kontinu, dan data dikirim ke sistem untuk ditampilkan dalam bentuk grafik atau notifikasi. ESP32 terhubung dengan panel surya dan baterai yang berfungsi sebagai sumber energi utama, menangkap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Energi disimpan dalam baterai untuk menyuplai daya ke sistem saat malam atau cuaca mendung. *Smart Feeder* berfungsi untuk pemberian pakan secara otomatis berdasarkan waktu dan jumlah yang telah diprogram (Agustina EB R. D., 2023), (Inayah I, 2024). Dapat diatur melalui aplikasi untuk menghindari pemberian pakan berlebih atau kurang. Data akan dikirimkan ke aplikasi mobile yang menyediakan tampilan data kualitas air secara real-time. Pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem pakan serta menerima peringatan jika parameter air di luar batas normal. ESP32 berfungsi sebagai otak sistem yang mengontrol *feeder* dan membaca data dari sensor. Dilengkapi dengan modul WiFi untuk mengirimkan data ke *dashboard online* atau aplikasi *smartphone*. ESP32 terhubung dengan sensor pH, suhu, oksigen terlarut (DO), dan TDS. Sensor bekerja secara kontinu, dan mengirim data untuk ditampilkan dalam bentuk grafik atau notifikasi secara real-time (Agustina EB Y. A., 2022). ESP32 terhubung dengan panel surya dan baterai sebagai sumber energi utama. *Smart Feeder* berfungsi untuk pemberian pakan secara otomatis berdasarkan waktu dan jumlah yang telah diprogram. Dapat diatur melalui aplikasi untuk menghindari pemberian pakan berlebih atau kurang. Pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem pakan serta menerima peringatan jika parameter air di luar batas normal. Sistem *aquasmart* ini terintegrasi dengan IoT memiliki kapasitas pakan 20kg memiliki akurasi takaran $\pm 5\text{gr}$ dengan jadwal pemberian pakan 3x/hari menggunakan sumber daya panel surya 30W dengan koneksi Bluetooth. Memiliki tinggi 80cm, diameter 40cm dan berat 15kg. Berguna untuk pemberian pakan presisi sehingga menghemat pakan 20-25% dan meningkatkan FCR 1.5-1.8 serta mencatat konsumsi otomatis. Servo motor digunakan untuk menggerakkan alat pemberi pakan ikan (*Feeder*).

3. Pelatihan *Wastewater Treatment*

Biofilter digunakan untuk mengolah limbah cair budidaya ikan agar kualitas air tetap stabil, bersih, dan aman bagi kelangsungan hidup ikan serta tidak mencemari lingkungan (Amalia NV, 2020). Sistem ini memanfaatkan media alami dan mineral seperti arang, zeolit, batu apung, dan bioball untuk menyaring zat pencemar dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme pengurai. Air limbah dari kolam ikan dialirkan ke biofilter melalui sistem gravitasi atau pompa. Air melewati setiap lapisan media filter, mengalami penyaringan bertahap secara fisik, kimia, dan biologis. Mikroorganisme (misalnya *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) yang hidup pada permukaan media akan mengubah ammonia menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat (yang lebih stabil dan tidak beracun). Air bersih keluar dari dasar biofilter dan bisa didaur ulang ke kolam, disalurkan ke sistem tanam hidroponik (aquaponik), atau dibuang tanpa mencemari lingkungan. skema biofilter yang akan digunakan. Wadah utama berupa drum plastik (volume $\pm$ 200 liter), sebagai rumah biofilter. Lapisan 1 adalah kerikil ukuran 2–5 cm untuk penyaringan awal kotoran kasar. Lapisan 2 adalah zeolit 1–3 cm untuk menyerap amonia dan ion logam berat. Lapisan 3 adalah arang aktif butiran untuk menyerap bau, zat organik, dan bahan kimia berbahaya. Lapisan 4 adalah serat kelapa (coco fiber) untuk menyaring partikel halus dan tempat mikroba hidup. Lapisan 5 adalah bioball (media plastik berongga) sebagai media tumbuh mikroorganisme pengurai. Menggunakan pipa inlet dan outlet (PVC 1–2 inci, disesuaikan dengan debit air). Dimensi Drum: tinggi $\pm$ 90–100 cm, diameter $\pm$ 55–60 cm, volume media filter $\pm$ 160–180 liter total (kerikil, zeolit, arang, serat kelapa, bioball). Kebermanfaatan Alat Biofilter yaitu meningkatkan kualitas air, menyaring kotoran fisik, menyerap senyawa beracun seperti amonia, serta menjaga kejernihan dan kestabilan parameter air. mengurangi frekuensi Penggantian air, mendukung kesehatan ikan. Air bersih dan bebas zat toksik sangat penting untuk pertumbuhan ikan dan menghindari penyakit.

4. Pendampingan Program

Pendampingan dilakukan oleh tim akademisi terhadap mitra. Pendampingan dilakukan dengan cara mengajarkan penggunaan sistem langsung di tambak pebudidaya. Pendampingan juga dilaksanakan dengan memantau dan meninjau hasil produksi dan hasil pengolahan limbah cair.

5. Evaluasi Pelaksanaan Program

Evaluasi kegiatan PKM dilakukan oleh tim akademisi dan mitra pada setiap aspek solusi yang diberikan. Evaluasi penggunaan teknologi *AquaSmart* dan proses pengolahan limbah cair.

6. Keberlanjutan program

Kegiatan PKM yang dilakukan pada mitra sasaran akan dilanjutkan untuk kedepannya dengan mengadakan pelatihan *maintenance* alat untuk 3 operator mitra.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dengan judul “*Implementasi AquaSmart and Wastewater Treatment guna Meningkatkan Hasil Produksi pada Budidaya Ikan BUMDes ‘Bio Avicenna Abyudaya’ Kabupaten Pekalongan*” telah dilaksanakan dalam bentuk sosialisasi dan implementasi. Kegiatan sosialisasi ini ditujukan kepada pengurus BUMDes dan masyarakat pembudidaya ikan, sebagai tahap awal sebelum implementasi penuh teknologi AquaSmart. Sosialisasi dilaksanakan dalam 2 tema. Tema yang pertama adalah sosialisasi tentang Aquasmart yang berisi tentang teknologi apa saja yang akan digunakan dalam sistem Aquasmart dan cara kerjanya. Sistem Aquasmart tersebut akan diterapkan pada tambak yang dikelola BUMDes yang berfungsi untuk pemberian pakan otomatis dan kontrol kualitas air tambak. Gambar 1 menunjukkan secara umum kegiatan sosialisasi berjalan dengan baik dan lancar. Peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi dalam mengikuti penyampaian materi. Diskusi yang berlangsung cukup aktif memperlihatkan adanya ketertarikan dan kesiapan masyarakat untuk menerima teknologi baru. Hal ini terlihat dari banyaknya pertanyaan yang diajukan terkait manfaat dan mekanisme kerja teknologi AquaSmart. Melalui pemaparan materi, peserta memperoleh pengetahuan baru mengenai kemudahan pemberian pakan dan pentingnya kualitas air sebagai faktor kunci dalam budidaya ikan, serta bagaimana teknologi digital melalui sistem AquaSmart dapat membantu petambak tanpa menggunakan listrik PLN. Selain penyampaian materi, pada kegiatan ini juga dilakukan hibah berupa pakan ikan dan media untuk pembuatan instalasi sederhana pengolahan limbah air budidaya. Hibah ini bertujuan untuk memberikan dukungan nyata kepada BUMDes dalam menjalankan aktivitas budidaya, sekaligus mendorong kesiapan awal dalam penerapan teknologi AquaSmart and Wastewater Treatment. Dengan adanya bantuan tersebut, diharapkan peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga merasakan manfaat langsung yang dapat mendukung aktivitas produksi.



Gambar 1. Sosialisasi Aquasmart dan Wastewater Treatment

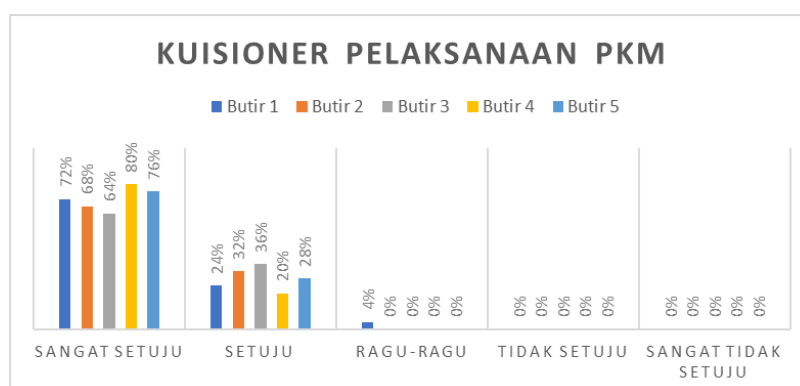
Selain itu, peserta juga diperkenalkan dengan konsep Wastewater Treatment yang berfungsi untuk mengolah limbah air kolam sehingga dapat digunakan kembali atau dibuang tanpa mencemari lingkungan. Gambar 1 menunjukkan kegiatan sosialisasi dan demo pembuatan wastewater sederhana menggunakan bahan alam. Dari hasil diskusi, menunjukkan bahwa masyarakat dan pengurus BUMDes mulai memahami potensi besar dari implementasi teknologi AquaSmart yang dapat meningkatkan efisiensi dalam proses budidaya ikan, menurunkan tingkat kematian, dan pada akhirnya meningkatkan hasil produksi. Sementara itu, Wastewater Treatment dipandang mampu mengurangi permasalahan limbah yang sering mencemari lingkungan sekitar tambak, sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan usaha.



Gambar 2. Pasca kegiatan Sosialisasi

Gambar 2 menunjukkan tim pkm dan peserta kegiatan sosialisasi. Dalam pelaksanaannya, terdapat kendala teknis terkait lokasi kegiatan. Semula sosialisasi direncanakan dilaksanakan di balai kelurahan, namun pada hari yang sama tempat tersebut digunakan untuk kegiatan pasar murah. Oleh karena itu, kegiatan dialihkan ke rumah Kepala Desa. Meskipun demikian, perubahan lokasi tidak mengurangi kualitas kegiatan. Bahkan, suasana menjadi lebih akrab dan kondusif karena peserta dapat berinteraksi lebih dekat dengan fasilitator maupun perangkat desa.

Namun demikian, kegiatan masih berada pada tahap awal sosialisasi dan pemberian hibah, kemudian implementasi teknologi AquaSmart akan direalisasikan dilain hari. Beberapa tantangan juga mulai teridentifikasi, seperti ketersediaan perangkat sensor, kebutuhan akan pelatihan teknis, serta penyesuaian desain instalasi limbah sesuai kondisi lokal. Oleh karena itu, pendampingan lanjutan tetap diperlukan agar masyarakat mampu mengoperasikan dan merawat teknologi dengan baik.



Gambar 3. Diagram hasil survey kepuasan masyarakat

Gambar 3 butir 1 menunjukkan kesesuaian pelaksanaan pengabdian masyarakat dengan tujuan kegiatan itu sendiri. Hasil survei menunjukkan 72% masyarakat menyatakan bahwa PkM yang dilaksanakan sangat setuju/sesuai dengan tujuan kegiatan, 24% menyatakan sesuai/setuju dengan tujuan kegiatan, 4% ragu-ragu dan tidak ada yang menyatakan tidak sesuai/tidak setuju dengan tujuan kegiatan itu sendiri. Gambar 3 butir 2 menunjukkan kesesuaian program pengabdian masyarakat dengan kebutuhan masyarakat objek yang dituju. Hasil survei menunjukkan 68% masyarakat sangat sesuai/sangat dibutuhkan oleh masyarakat, 32% menyatakan sesuai/setuju/ dibutuhkan oleh masyarakat, dan tidak ada yang menyatakan tidak dibutuhkan oleh masyarakat. Gambar 3 butir 3 menunjukkan waktu pelaksanaan program pengabdian masyarakat yang relatif telah mencukupi dan sesuai kebutuhan. Hasil survei menunjukkan bahwa 64% waktu pelaksanaan PkM sangat setuju dengan kebutuhan masyarakat, 36% waktu pelaksanaan PkM sesuai/setuju dengan kebutuhan masyarakat dan tidak ada yang menyatakan bahwa waktu pelaksanaan PkM tidak sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Dosen dan Mahasiswa Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama bersikap ramah, cepat dan tanggap membantu selama kegiatan ditunjukkan oleh Gambar 3 butir 4. Hasil survei menunjukkan 80% masyarakat menyatakan sikap pengabdian sangat baik dan hanya 20% yang menyatakan sikap pengabdian baik. Masyarakat setempat menerima dan mengharapkan program pengabdian masyarakat Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama saat ini dan masa yang akan datang ditunjukkan oleh Gambar 3 butir 5. 76% masyarakat memberikan respon yang sangat baik terhadap PkM yang telah dilaksanakan dan 24% memberi respon baik/setuju terhadap PkM yang telah dilaksanakan.

Secara keseluruhan, kegiatan sosialisasi ini dapat dinilai berhasil karena mampu meningkatkan pemahaman peserta, menumbuhkan penerimaan terhadap teknologi, serta memberikan manfaat nyata melalui hibah pakan dan media pengolahan limbah. Meskipun terdapat kendala perubahan lokasi, kegiatan tetap dapat terlaksana dengan lancar dan tujuan utama sosialisasi tercapai. Dengan adanya tindak lanjut berupa implementasi alat, pendampingan teknis, dan penguatan kapasitas masyarakat, maka diharapkan akan tercapai tujuan utama PKM, yaitu peningkatan hasil produksi budidaya ikan, pengelolaan lingkungan yang lebih baik, serta penguatan ekonomi desa melalui BUMDes.



Gambar 4. Implementasi Aquasmart pada tambak

Gambar 4 menunjukkan Implementasi Aquasmart pada salah satu tambak yang di kelola BUMDes. Implementasi berjalan dengan lancar, terlihat pakan ikan terlempar ke tambak sesuai setting waktu yang ditentukan, pakan dapat terlempar sejauh 12 meter dan tersebar secara merata dengan rentang waktu 1 menit. Pakan yang terlempar sebanyak 1 kg. Jenis pakan yang digunakan bisa pakan tenggelam dan pakan mengambang. Artinya aquasmart dapat digunakan pada berbagai jenis pakan ikan/udang. Selain memberikan pakan, alat ini juga mendeteksi kualitas air seperti PH, suhu dan TDS secara real time. Sehingga petambak dapat memantau kondisi air tambak setiap saat.

D. PENUTUP

Simpulan

Kegiatan PkM berdasar pada permasalahan masyarakat desa Api-Api dalam pengelolaan tambak ikan dan udang. Permasalahan tersebut diantaranya tingginya biaya budidaya pemberian pakan tambak yang tidak efisien sehingga menyebabkan pemborosan dan menurunkan FCR (*Feed Conversion Ratio*). Keterlambatan pemberian pakan yang di sebabkan oleh kesibukan masing-masing anggota juga menjadi sorotan. Selain itu limbah cair budidaya belum dimanfaatkan dan dikelola secara optimal. Sehingga mencemari lingkungan jika dibuang langsung dan banyak ikan/udang yang mati karna kualitas air tidak terjaga. Permasalahan tersebut telah dilakukan upaya pemberian solusi dengan pemanfaatan teknologi system Aquasmart : *Smart*

Feeder Innovation and Water Quality Monitoring IoT (Internet of Things) dengan memanfaatkan energi panel surya. Sistem Aquasmart menjadi solusi penyelesaian permasalahan keterlambatan pemberian pakan pada ikan atau udang secara otomatis melalui smartphone. Selain itu, teknologi biofiltrasi dengan wastewater treatment bahan alam menjadi solusi permasalahan pencemaran limbah air tambak yang dihasilkan dari bahan pakan dan kotoran ikan/udang.

Pelaksanaan kegiatan PkM dilaksanakan bertahap dengan memberikan sosialisasi konsep dan pengenalan system Aquasmart terlebih dahulu. Diwaktu yang sama, demonstrasi penggunaan wastewater treatment dengan biofilter sederhana juga dilakukan di kediaman/rumah kepala desa Api-Api. Setelah itu, implementasi system Aquasmart dilaksanakan langsung pada tambak garapan BUMDes Bersama dengan anggota BUMDes dan masyarakat pengelola tambak. Hasilnya, masyarakat dan anggota BUMDes memperoleh ilmu dan pengetahuan baru terkait teknologi pengelolaan pertanian tambak ikan dan udang. Tingkat kepuasan peserta sosialisasi dan implementasi kegiatan PkM menunjukkan nilai diatas 50% sehingga dapat disimpulkan bahwa peserta puas dengan kegiatan yang dilaksanakan.

Saran

Setelah pelaksanaan sosialisasi system Aquasmart dan wastewater treatment diperoleh usulan perbaikan oleh peserta dan menjadi kelemahan teknologi yang dirancang yaitu perlunya teknologi atau inovasi pada endapan filtrasi hasil limbah cair supaya tidak mencemari lingkungan. Sebagai upaya mendukung keberhasilan system aquasmart diperlukan pengembangan dengan perluasan system ke tambak yang lain agar manfaatnya bisa dirasakan oleh sesama petani tambak. Dengan adanya penerapan system tersebut, sebaiknya dilaksanakan pelatihan terkait *maintenance* alat supaya dapat digunakan dalam jangka Panjang.

Ucapan Terima Kasih

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini didukung oleh hibah dari DRTPM Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi. Kami sangat berterima kasih atas dukungan finansial yang diberikan.

E. Daftar Pustaka

- Agustina EB, R. D. (2023). Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan Ternak Otomatis Berbasis ESP32. *UNNES*, 55-66.
- Agustina EB, R. D. (2023). Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan Ternak Otomatis Berbasis ESP32. *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (pp. 55-66). Semarang: UNNEs.
- Agustina EB, R. D. (2024). Desain Sistem Smart Feeder Ayam Berbasis Internet of Things (IoT) Guna Mencegah Keterlambatan Pemberian Pakan. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 297-302.
- Agustina EB, Y. A. (2022). Pengaruh Jarak Elektroda dan Waktu Terhadap Kandungan COD dan TSS Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Batik. *Jurnal Lontar Physics Today*, 44-50.
- Agustina EB, Y. A. (2022). Study Of BOD, COD And TSS Removal In Batik Industry Wastewater Using Electrocoagulation Method. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 150-158.
- Amalia NV, W. S. (2020). A Comparative Analysis for Batik Wastewater Treatment Equipment Technology Development in Indonesia: Technopreneurship & Innovation System. *Proceedings of the 2020 International Conference on Engineering and Information Technology for Sustainable Industry* (pp. 1-6). Tangerang: ACM Digital Library.
- Baldovino FG, F. M. (2024). Smart IoT-based Feeder System for Koi Fish (*Cyprinus rubrofasciatus*) Aquaculture. *ICOM*.
- Dinçer H, I. A. (2024). A Blueprint for Sustainable Electrification by Designing and Implementing PV Systems in Small Scales.
- EC, G. (2021). Advanced Treatment of Dye Manufacturing Wastewater by Electrocoagulation and Electro-Fenton Processes: Effect on COD Fractions, Energy Consumption, and Sludge Analysis. *Journal Environmental Management*.

- Ganesan S, P. M. (2024). Biofilters: An Organic Approach to Wastewater Treatment. *Apple Academic Press*.
- Gunawan I, A. H. (2024). *Kajian Dan Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis (Smart Feeder) Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Internet Of Things*. Infotek.
- Inayah I, A. E. (2024). Edukasi Penerapan Teknologi Panel Surya berbasis Internet of Things sebagai Sumber Energi Listrik di Desa Kandangserang. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 509-516.
- Mayanjo S, J. J. (2023). Development of Solar PV Systems for Mini-Grid Applications in Tanzania. *Tanzania Journal of Engineering and Technology* .
- Orlando, M. B. (2021). Design of District-level Photovoltaic Installations for Optimal Power Production and Economic Benefit. *Computer Software and Applications Conference* (pp. 1873-1878). Canada: COMPSAC.
- Pryanichnikova VV, A. L. (2024). The Use of biofilters in the treatment of wastewater containing organic substances.
- Selvaganesh M, J. A. (2024). IoT Based Real-Time Prototype Design for Smart Aquaculture Ecosystem Monitoring Using ESP32. *ICOICI*.
- Sinha S, W. M. (2003). *Novel Low Cost Implementation of a High Efficiency Solar Electric System using existing Building Structures*,.
- Yogalakshmi KN, S. A. (2022). Biofiltration in wastewater treatment plants: An overview.