

INOVASI PAKAN LELE BERBASIS DIGITAL FARMING MAGGOT BSF SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KEBERLANJUTAN PADA SISTEM BUDIDAYA SKALA UMKM

**Maulida Zakia^{1*}, Irene Nindita Pradnya², Widi Astuti³,
Yohanes Leonardus Sukestiyarno⁴, Grandis Belva Ardana⁵, Rona Najma Athif⁶,
Rayyan Akmal Dryandi⁷, Vito Ardino Saputra⁸**
^{1,2,3,5,6,7,8}Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
⁴Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
maulida.zakia@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Sektor budidaya ikan lele berpotensi ekonomi tinggi, namun usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) sering terbebani biaya pakan konvensional dan keterbatasan manajemen produksi. Pengabdian ini bertujuan meningkatkan efisiensi UMKM "Lele Mandiri" (melibatkan 10 pelaku usaha) dengan mengembangkan pakan berbasis maggot *Black Soldier Fly* (BSF) dan menerapkan sistem budidaya maggot inovatif serta *automatic fish feeder* berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode pelaksanaan meliputi koordinasi, sosialisasi, pelatihan, workshop teknis, serta praktik lapangan yang melibatkan 10 peserta dari mitra UMKM Lele Mandiri. Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung, penyebaran kuesioner, dan analisis produktivitas. Hasil menunjukkan peningkatan bobot ikan lele dari 200 g menjadi 300 g dan penurunan biaya pakan hingga 45%. Selain itu, antusiasme masyarakat terhadap budidaya maggot meningkat 90%, dan efisiensi produksi UMKM naik sebesar 70%. Dengan demikian, integrasi sistem pakan berbasis sirkular ekonomi dan IoT terbukti efektif meningkatkan daya saing dan keberlanjutan usaha budidaya lele skala UMKM.

Kata Kunci: Black Soldier Fly; Maggot; Pakan Lele; Pemberdayaan UMKM; Keberlanjutan

Abstract: The catfish aquaculture sector holds significant economic potential; however, micro, small, and medium enterprises (MSMEs) continue to face challenges in production efficiency due to the high cost of conventional feed and limited knowledge in production management. This community engagement program aims to develop BSF maggot-based catfish feed while enhancing the capacity of the Lele Mandiri MSME through the implementation of an innovative maggot farming system and an Internet of Things (IoT)-based automatic fish feeder. The implementation methods included coordination, socialization, training, technical workshops, and field practice involving participants from the Lele Mandiri MSME partner. Evaluation was conducted through direct observation, questionnaire distribution, and productivity analysis. The results indicated an increase in catfish weight from 200 g to 300 g and a 45% reduction in feed costs. Furthermore, community interest in maggot cultivation increased by 90%, and production efficiency improved by 70%, reflecting enhanced economic value and strengthened technological capacity toward sustainable aquaculture.

Keywords: Black Soldier Fly; Maggot; Catfish Feed; MSMEs Empowerment; Sustainability.



Article History:

Received: 07-12-2025
Revised : 05-01-2026
Accepted: 06-01-2026
Online : 01-02-2026



This is an open access article under the CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Ikan lele merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan air tawar di Indonesia dengan nilai ekonomi dan gizi yang tinggi. Kandungan proteinnya mencapai 17,7%, disertai lemak 4,8%, mineral 1,2%, serta vitamin dan fosfor yang penting bagi kesehatan manusia (Primawestri et al., 2023). Karakteristik pertumbuhan yang cepat dan kemampuan adaptasi yang tinggi menjadikan ikan lele sangat diminati pasar domestik (Sitio et al., 2017). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), produksi lele nasional pada tahun 2021 mencapai 1.041.422 ton, meningkat 4,57% dibanding tahun sebelumnya (Primawestri et al., 2023). Namun, di balik potensi besar tersebut, peningkatan produktivitas masih terhambat oleh faktor efisiensi biaya produksi, khususnya biaya pakan yang mendominasi total pengeluaran pembudidaya.

Sampai saat ini, para pembudidaya lele masih menggunakan pakan konvensional untuk memberikan nutrisi pada ikan lele, yakni berupa pelet (Kurniawan, 2019). Pelet ikan lele terbuat dari campuran berbagai bahan seperti tepung ikan, dedak halus, tepung jagung, tepung kedelai, bungkil kelapa, dan tepung tapioka, yang kemudian dicampur, dicetak berbentuk bulatan kecil dengan variasi ukuran tertentu dan dikeringkan (Marcellyn et al., 2025). Pelet lele mengandung sekitar 30% karbohidrat, 5% lemak, dan 40% protein (Wahyuni et al., 2023). Kombinasi bahan-bahan tersebut dirancang untuk memberikan ikan nutrisi yang cukup sehingga dapat mempertahankan kelangsungan hidup dan pertumbuhan dari ikan (Olahairullah, 2022). Akan tetapi, penggunaan pelet ikan dari bahan konvensional ini memiliki kekurangan tersendiri, salah satunya yakni biaya pakan yang tinggi atau mahal (Sugiyanto et al., 2022). Budidaya ikan lele membutuhkan biaya produksi yang besar yang terletak pada biaya pakan yang menghabiskan sekitar 60–70% biaya produksi yang dikeluarkan oleh pembudidaya ikan lele (Kurniawan, 2019). Selain itu, penggunaan pakan lele konvensional juga memiliki kekurangan lain, yakni tidak adanya pengontrolan takaran pada setiap pemberian pakan (Wasesa et al., 2022). Jumlah pakan yang tidak terkontrol dapat berdampak pada pertumbuhan ikan yang tidak merata karena nutrisi yang diserap tidak sesuai dengan kebutuhan dan limbah pakan yang berlebih (Amin et al., 2020). Karena limbah pakan berlebih tersebut, kualitas air di dalam kolam ikan lele juga ikut tercemar sehingga dapat mengurangi hasil panen (Ratulangi et al., 2022).

Permasalahan rendahnya efisiensi budidaya dan terbatasnya kapasitas manajerial pelaku usaha perikanan menuntut adanya pendekatan terintegrasi berbasis konsep *digital farming* dengan dukungan Internet of Things (IoT). Penerapan teknologi menjadi krusial, khususnya melalui sistem *Innovative Maggot Farming* untuk pengendalian otomatis suhu dan kelembapan lingkungan maggot, serta *Automatic Fish Feeder* yang memungkinkan pemberian pakan secara terukur dan efisien (Sudibyo

et al., 2024). Namun, keberhasilan adopsi teknologi tersebut sangat bergantung pada kesiapan sumber daya manusia.

Mitra kegiatan, yaitu UMKM Lele Mandiri, menghadapi sejumlah kendala yang signifikan dalam kegiatan budidaya. Pertama, ketergantungan terhadap pakan pelet konvensional yang harganya relatif tinggi, sekitar 121% lebih mahal dibanding pakan berbasis maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Kedua, sebagian besar pembudidaya belum memiliki pemahaman memadai terkait formulasi pakan alternatif dan efisiensi pemberian pakan. Ketiga, sistem pemberian pakan masih dilakukan secara manual tanpa kontrol dosis yang tepat, menyebabkan pertumbuhan ikan tidak seragam dan timbulnya limbah pakan yang mencemari kolam. Keempat, keterbatasan manajemen usaha dan teknologi menyebabkan efisiensi produksi serta daya saing UMKM masih rendah. Permasalahan tersebut menjadi dasar perlunya kegiatan pengabdian berbasis inovasi teknologi untuk mendukung efisiensi, keberlanjutan, dan pemberdayaan ekonomi masyarakat pembudidaya.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa larva BSF memiliki potensi besar sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ikan, dengan kandungan protein sekitar 40%, lemak sehat, kalsium, dan fosfor yang mendukung pertumbuhan ikan serta kualitas daging (Fauzi & Sari, 2018). Selain bernilai nutrisi tinggi, budidaya maggot juga ramah lingkungan karena mampu mengonversi limbah organik menjadi biomassa bernilai ekonomi (Harlim et al., 2022). Pemerintah Indonesia melalui kebijakan *Blue Economy* dan *Sustainable Aquaculture Program* juga mendorong pengembangan pakan lokal ramah lingkungan sebagai strategi kemandirian pakan nasional (Latif et al., 2023). Oleh karena itu, penerapan sistem pakan alternatif berbasis maggot BSF sejalan dengan arah kebijakan nasional dan hasil penelitian terdahulu dalam menciptakan sistem akuakultur berkelanjutan (Sandri et al., 2024).

Secara umum, kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakan lele berbasis maggot BSF yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Secara khusus, program ini diharapkan dapat (1) menurunkan biaya produksi melalui pemanfaatan pakan alternatif lokal, (2) meningkatkan keterampilan teknis dan manajerial pelaku UMKM dalam penerapan teknologi IoT pada sistem budidaya, serta (3) memperkuat kemandirian ekonomi masyarakat melalui pengembangan ekosistem akuakultur berteknologi dan berbasis keberlanjutan.

B. METODE PELAKSANAAN

Mitra kegiatan adalah satu unit usaha mikro yang bergerak di sektor budidaya ikan lele dengan fokus pada ekonomi produktif dan pemberdayaan masyarakat lokal. Usaha ini melibatkan satu orang pengelola utama dan lima orang pekerja dengan latar pendidikan menengah pertama. Kegiatan pengabdian secara langsung melibatkan keseluruhan enam orang tersebut sebagai peserta utama. Berdasarkan analisis awal, komponen biaya pakan

konvensional mendominasi struktur biaya produksi mitra. Oleh karena itu, program ini dirancang untuk mengimplementasikan solusi berupa sistem pakan alternatif berbasis BSF melalui *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode pelaksanaan mengikuti tiga tahap utama (pra-kegiatan, pelaksanaan, dan evaluasi) sebagaimana dikemukakan Helmizuryani et al. (2022). Tahap pelaksanaan secara eksplisit mencakup pelatihan teknis, praktik langsung, wawancara mendalam, dan pendampingan berkelanjutan untuk memastikan efektivitas transfer teknologi dan pengetahuan.

Tahap awal difokuskan pada koordinasi, analisis kebutuhan, dan perancangan teknologi. Kegiatan mencakup: (1) koordinasi awal dengan mitra untuk menyepakati rancangan program, pembagian peran, dan indikator capaian; (2) survei lapangan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting kolam lele, media budidaya maggot, serta fasilitas pendukung; (3) analisis permasalahan teknis dan manajerial, termasuk kebutuhan perbaikan nutrisi pakan dan strategi pengelolaan usaha; serta (4) perancangan dan pembuatan sistem *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* berbasis IoT yang dilengkapi sensor kontrol suhu (30-34°C), kelembapan (60-80%), dan sistem pemantauan *real-time* menggunakan *Firebase* (Hutapea et al., 2022).

Tahap selanjutnya secara langsung di lokasi mitra dengan pendekatan partisipatif melalui pelatihan, demonstrasi, dan pendampingan intensif. Kegiatan meliputi: (1) instalasi dan demonstrasi sistem *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* pada kolam lele mitra; (2) pelatihan teknis terkait pengoperasian, perawatan, serta penerapan sistem kontrol suhu dan kelembapan untuk mendukung pertumbuhan maggot yang optimal; (3) pelatihan manajemen usaha yang mencakup pengelolaan produksi, perhitungan biaya dan keuntungan, strategi pemasaran, serta pemanfaatan media digital untuk promosi; dan (4) praktik mandiri oleh mitra di bawah supervisi tim PkM serta pendampingan oleh empat mahasiswa untuk memastikan transfer keterampilan berjalan efektif.

Evaluasi dirancang untuk menilai efektivitas program secara komprehensif meliputi proses, hasil, dan keberlanjutan. Evaluasi proses dilakukan selama intervensi melalui observasi partisipatif untuk memantau keterlibatan mitra dan stabilitas sistem maggot-IoT. Evaluasi hasil dilaksanakan pascapelatihan menggunakan kuesioner pretest-posttest (15 butir) serta analisis produktivitas guna mengukur dampak teknis. Evaluasi keberlanjutan dilakukan 3-6 bulan pascakegiatan melalui wawancara dan observasi lanjutan untuk menilai adopsi teknologi dan kemandirian mitra, dengan temuan kendala menjadi dasar pendampingan korektif (Budiantoro et al., 2025; Sucipto & Syaharuddin, 2018).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat bagi dosen merupakan salah satu upaya yang ditujukan sebagai implementasi dari tridharma perguruan tinggi. Pengabdian yang dilakukan mengusung tema Pengembangan Pakan Lele melalui *Digital Farming Maggot* BSF Berbasis Keberlanjutan pada mitra UMKM Budidaya Lele Munir Mandiri, Desa Mlandi, Kabupaten Wonosobo. Kegiatan yang telah dilaksanakan meliputi pengurusan administrasi dan perizinan, observasi dan koordinasi lapangan, perancangan serta konstruksi alat *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* berbasis IoT, serta pengadaan bahan dan sarana penunjang seperti kandang, selang, kabel, sensor, dan modul elektronik. Tahapan pelaksanaan mencakup observasi, perizinan, koordinasi, dan implementasi lapangan.

1. Proses Analisis Situasi Awal

Hasil analisis situasi awal terhadap UMKM Budidaya Lele Munir Mandiri menunjukkan adanya beberapa permasalahan utama yang memengaruhi efisiensi produksi dan keberlanjutan usaha. Dari aspek nutrisi, pakan yang digunakan masih mengandalkan pelet konvensional dengan kandungan protein terbatas, sehingga bobot rata-rata ikan lele hanya mencapai sekitar 200 g/ekor, lebih rendah dibandingkan bobot ideal ± 300 g/ekor (Dara et al., 2022). Selain itu, sistem budidaya maggot BSF masih bersifat konvensional tanpa pengendalian suhu dan kelembapan, yang menyebabkan rendahnya produktivitas maggot akibat kondisi lingkungan yang kurang stabil (suhu 25 °C dan kelembapan 85%) (Bartucz et al., 2023). Permasalahan lain teridentifikasi pada aspek manajerial, yaitu keterbatasan mitra dalam pencatatan produksi, perhitungan biaya operasional, serta penerapan strategi pemasaran digital. Temuan ini mengindikasikan perlunya inovasi berbasis teknologi tepat guna untuk meningkatkan efisiensi pakan dan memperkuat kapasitas manajerial mitra, sejalan dengan pendekatan community empowerment yang berorientasi pada peningkatan kemandirian dan produktivitas usaha (Sudibyo et al., 2024).

2. Proses Pelaksanaan Kegiatan

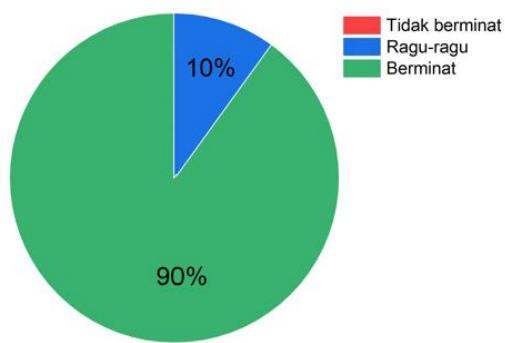
Gambar 1 memperlihatkan proses konstruksi alat *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirakit dan diuji fungsinya sebelum didemonstrasikan kepada mitra. Pada tahap ini, sistem dirancang secara terintegrasi dengan pemasangan sensor suhu dan kelembapan pada unit budidaya maggot, modul kendali berbasis mikrokontroler, serta *automatic feeder* yang terhubung dengan sensor level pakan. Proses perakitan diikuti dengan pengujian fungsi untuk memastikan akurasi pembacaan sensor, kestabilan sistem kendali, keandalan mekanisme pemberian pakan otomatis sesuai jadwal dan takaran, serta kemampuan pemantauan data secara *real-time* melalui platform IoT. Tahapan ini bertujuan menjamin bahwa seluruh komponen berfungsi optimal dan siap

diimplementasikan pada tahap demonstrasi dan pendampingan kepada mitra.



Gambar 1. Konstruksi Alat *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* berbasis IoT (dirakit dan diuji fungsi sebelum demonstrasi ke mitra).

Kegiatan praktik dilakukan di lokasi UMKM Budidaya Lele Munir Mandiri dengan melibatkan mitra secara aktif dalam proses instalasi dan uji fungsi. Kandang maggot dibuat dari material plastik dengan ventilasi untuk menjaga sirkulasi udara, suhu, dan kelembaban. Sensor HTU, modul kendali, dan automatic feeder dipasang bersama tim dan mitra. Uji coba menunjukkan sistem mampu menjaga kondisi internal lebih stabil daripada lingkungan luar, memberikan pakan lebih terukur dan efisien, serta memudahkan monitoring jarak jauh tanpa intervensi manual berulang. Sosialisasi dan pendampingan dilakukan melalui demonstrasi lapangan dan praktik langsung agar peserta memahami perancangan, instalasi, dan pengoperasian alat. Materi disusun sesuai latar belakang mitra untuk memudahkan transfer pengetahuan. Setelah pelatihan, tim melakukan survei kepada pelaku usaha untuk menilai antusiasme terhadap budidaya maggot BSF sebagai alternatif pakan lele.



Gambar 2. Antusiasme peternak terhadap pengembangan Budidaya Maggot BSF

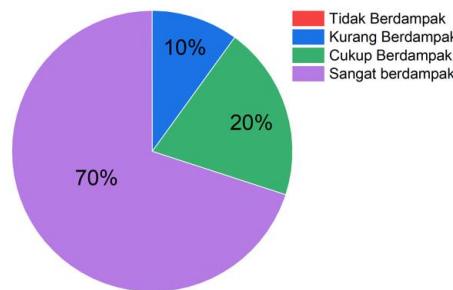
Hasil survei pada Gambar 2 menunjukkan respons positif, dimana 90% responden menyatakan antusias untuk memulai budidaya maggot. Selain peningkatan pemahaman terhadap manfaat maggot sebagai sumber protein dan solusi pengelolaan limbah organik, responden juga mengidentifikasi

potensi peningkatan pendapatan melalui penjualan maggot dan produk turunannya. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan terstruktur dan berbasis praktik berperan penting dalam meningkatkan partisipasi komunitas, memperkuat ekonomi lokal, serta mendukung prinsip keberlanjutan lingkungan.

Dalam sesi pelatihan manajemen usaha, materi dibagi menjadi tiga klaster utama, yaitu: (a) Manajemen usaha, mencakup perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan proses produksi; (b) Teknik produksi maggot, meliputi pemilihan bahan baku, proses pembiakan, pemeliharaan, hingga panen; dan (c) Pemasaran digital, yang berfokus pada strategi promosi melalui media sosial dan platform *e-commerce*. Seluruh kegiatan disusun dalam format presentasi interaktif dan praktik langsung, agar peserta dapat memahami dan menerapkan keterampilan baru secara efektif dalam kegiatan usaha mereka.

3. Proses Evaluasi dan Keberlanjutan Program

Evaluasi pelaksanaan program serta keberlanjutan penerapan di lapangan dilakukan melalui observasi langsung, wawancara mendalam dengan mitra, dan pengisian kuesioner berisi 15 pertanyaan yang mencakup aspek pemahaman teknik budidaya yang lebih efisien, pengelolaan limbah, serta strategi pemasaran.



Gambar 3. Implikasi Sosialisasi terhadap Peternak

Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh beberapa temuan penting yang menegaskan implikasi positif kegiatan sosialisasi dan pendampingan terhadap peternak. Sebanyak 70% peserta menyatakan mengalami peningkatan kualitas dan kuantitas produksi yang berdampak langsung pada kenaikan pendapatan, menunjukkan bahwa sosialisasi berbasis praktik mampu menumbuhkan motivasi serta kesiapan mitra dalam mengadopsi inovasi teknologi maggot farming secara mandiri. Sejalan dengan temuan pada Gambar 3, peningkatan ini didukung oleh bertambahnya pemahaman peternak mengenai budidaya maggot BSF sebagai sumber protein alternatif berbiaya rendah, yang berkontribusi terhadap efisiensi pertumbuhan ikan dan stabilitas produksi. Dari sisi ekonomi, hasil survei dan wawancara menunjukkan bahwa penggunaan maggot berpotensi menurunkan biaya pakan secara signifikan dibandingkan pakan konvensional, dengan

adanya disparitas biaya yang cukup besar antara kedua skenario, sehingga penerapan pakan berbasis maggot menjadi strategi efektif untuk menekan biaya operasional budidaya lele. Selain dampak teknis, sebanyak 20% peserta juga melaporkan peningkatan kepercayaan diri dalam pengambilan keputusan usaha dan pengelolaan risiko, mencerminkan efek non-teknis berupa penguatan kompetensi kewirausahaan serta keterbukaan terhadap adopsi teknologi baru berbasis IoT. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa sosialisasi yang terstruktur tidak hanya meningkatkan kapasitas teknis peternak, tetapi juga mendukung keberlanjutan implementasi teknologi dan memperkuat potensi pengembangan usaha berbasis digital farming di tingkat lokal.

4. Kendala yang Dihadapi

Dalam pelaksanaan program pengabdian ini, ditemukan beberapa kendala teknis dan non-teknis yang memengaruhi efektivitas penerapan teknologi *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* berbasis IoT. Kendala utama meliputi keterbatasan pemahaman mitra terhadap sistem IoT, terutama pada kalibrasi sensor, koneksi jaringan, dan integrasi perangkat, yang sempat menyebabkan kesalahan pembacaan data suhu dan kelembapan. Solusinya, tim memberikan *hands-on training* tambahan, panduan teknis, dan penyetelan ulang sistem agar mitra dapat melakukan perawatan mandiri. Keterbatasan koneksi internet juga menjadi hambatan dalam pemantauan *real-time*; untuk itu diterapkan sistem *offline* data *logging* yang menyimpan data lokal dan tersinkron otomatis saat jaringan stabil. Dari sisi non-teknis, kendala utama adalah keterbatasan modal dan kemampuan pemasaran digital. Tim mengatasinya melalui pelatihan manajemen keuangan sederhana, pengenalan komponen berbiaya rendah, serta pelatihan strategi digital *marketing* dan penggunaan *marketplace*. Upaya ini terbukti meningkatkan kompetensi teknis mitra dan kapasitas manajerial yang menunjukkan pentingnya pendampingan berkelanjutan dan dukungan infrastruktur digital bagi keberlanjutan *smart aquaculture*.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini berhasil mengintegrasikan penerapan sistem *Innovative Maggot Farming* dan *Automatic Fish Feeder* berbasis IoT sebagai solusi teknologi tepat guna untuk meningkatkan efisiensi produksi dan keberlanjutan budidaya ikan lele pada skala UMKM. Penerapan teknologi tersebut tidak hanya berdampak pada peningkatan performa produksi yang ditunjukkan oleh kenaikan bobot ikan dari rata-rata 200 g menjadi 300 g per ekor dan penurunan biaya pakan hingga 45%, tetapi juga memperkuat kapasitas teknis dan kesiapan mitra dalam mengelola usaha secara lebih efisien dan adaptif terhadap inovasi, sebagaimana tercermin dari peningkatan kompetensi teknis peserta (70%) dan tingginya antusiasme terhadap budidaya maggot BSF (90%). Secara berkelanjutan,

program ini merekomendasikan penguatan pendampingan pada aspek manajemen produksi dan pemasaran digital, pemeliharaan dan optimalisasi sistem IoT, serta pengembangan program lanjutan secara kolaboratif, seperti pilot project *smart aquaculture* dan evaluasi dampak lingkungan serta ekonomi pemanfaatan maggot BSF, guna memperluas manfaat teknologi dan memperkuat kemandirian mitra dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Semarang atas dukungan pendanaan yang memungkinkan terlaksananya kegiatan ini dengan baik. Apresiasi juga diberikan kepada UMKM Budidaya Lele Munir Mandiri, perangkat desa dan para penyuluh yang telah berpartisipasi aktif dalam program ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Amin, M., Taqwa, F. H., Yulisman, Mukti, R. C., Rarassari, M. A., & Antika, R. M. (2020). Efektivitas Pemanfaatan Bahan Baku Lokal Sebagai Pakan Ikan Terhadap Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) di Desa Sakatiga, Kecamatan Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(3), 222. <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i3.17969>
- Bartucz, T., Csókás, E., Nagy, B., Gyurcsák, M. P., Bokor, Z., Bernáth, G., Molnár, J., Urbányi, B., & Csorbai, B. (2023). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Meal as Direct Replacement of Complex Fish Feed for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Life*, 13(10), 1–11. <https://doi.org/10.3390/life13101978>
- Budiantoro, H., Santosa, P. W., Paramitra, Y., Zhafiraah, N. R., Ekonomi, F., Bisnis, D., & Yarsi, U. (2025). Pelatihan Budidaya Ikan Lele dengan Metode 6M pada “Naminasang Farm & Co” Desa Mandalamekar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 1–14.
- Widyasari, K. R. D., Yudasmara, G. A., & Martini, N. N. D. (2022). Analisa Performa dan Efisiensi Pakan pada Ikan Lele Sangkuriang melalui Penambahan Probiotik. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(2), 205–213. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i2.296>
- Fauzi, R. U. A., & Sari, E. R. N. (2018). Analisis Usaha Budidaya Maggot sebagai Alternatif Pakan Lele. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 7(1), 39–46. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2018.007.01.5>
- Harlim, I., Ichsan, M. H. H., & Setiawan, E. (2022). Implementasi Fuzzy Logic Mamdani pada Sistem Monitoring dan Kontrol Kandang Maggot BSF. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(6), 2687–2695. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Helmizuryani, Dasir, & Asiaty, D. I. (2022). Strategi Usaha Pemberian Ikan Lele Program Kemitraan Masyarakat pada Kelompok Pembudidaya ikan Serdang Menang. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(5), 4042–4049. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i5.10544>
- Hutapea, N. E. Br., Junus, L., Ningrum, P. P., Isnaini, H. W., Ilman, M. Z., Aziz, N., & Harwanto, D. (2022). Increasing Production Efficiency of Maggot with Integrated IoT Censor for Effective, Efficient, and Organized Prototype for Natural Feed in Aquaculture. *Omni-Akuatika*, 18(S1), 14–23. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2022.18.s1.974>

- Kurniawan, D. W. (2019). Analisa Pengelolaan Pakan Ikan Lele guna Efisiensi Produksi untuk Meningkatkan Hasil Penjualan. *IQTISHADequity*, 2(1), 54–67.
- Latif, M. F. A., Wafa, S. N., & Alia, S. (2023). Analisis Kebijakan Blue Economy di Indonesia. *Jurnal Perpajakan dan Keuangan Publik*, 2, 95–106.
- Marcellyn, A., Saragih, G. M., & Sugiharto, M. (2025). Pengolahan Limbah Organik Pasar Untuk Bahan Baku Pellet Secara Pretreatment. *Jurnal Daur Lingkungan Februari 2025*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.33087/daurling.v8i1.330>
- Olahairullah. (2022). Pengaruh Pemberian Pakan Alami Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus). *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan*, 1(1), 54–57.
- Primawestri, M., Sumardianto, & Kurniasih, R. A. (2023). Karakteristik Stik Ikan Lele (Clarias Gariepinus) Dengan Perbedaan Rasio Daging Dan Tulang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 5(1), 44–51.
- Ratulangi, Junaidi, M., & Setyono, B. D. H. (2022). Performa Pertumbuhan Ikan Lele (Clarias sp.) Pada Budidaya Teknologi Microbubble Dengan Padat Tebar Yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(4), 544–554. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i4.365>
- Sandri, D., Maulana, F., Angkasa, A., Persada, B., Fajri, F., Febrina, B. P., & Jannah, N. (2024). Optimalisasi Budidaya Larva Black Soldier Fly (Bsf) Sebagai Sumber Bahan Pakan Di Desa Tirta Jaya Optimization Of Black Soldier Fly (Bsf) Larvae Cultivation As A Source Of Feed Material In Tirta Jaya Village. *Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(6), 2252–2259.
- Sitio, M. H. F., Jubaedah, D., & Syaifudin, M. (2017). Kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan lele (Clarias sp.) pada salinitas media yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1), 83-96.
- Sucipto, L., & Syaharuddin, S. (2018). Konstruksi Forecasting System Multi-Model untuk pemodelan matematika pada peramalan Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 4(2), 114. <https://doi.org/10.26594/register.v4i2.1263>
- Sudibyo, H., Yuniko, F. T., Fadel, A., Lesmana, L. S., & Efendi, R. (2024). Sistem Monitoring Budidaya Perikanan Berbasis Iot Fish Feeder Sebagai Implementasi Smart Farming. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 8(2), 236. <https://doi.org/10.35145/joisie.v8i2.4544>
- Sugiyanto, Giyono, & Purwanto, A. (2022). Intensifikasi Lele Melalui Kualitas Pakan Mandiri Di Gatak, Delanggu, Klaten. *Abdi Masya*, 3(2), 62–68. <https://doi.org/10.52561/abma.v3i2.332>
- Wasesa, A. J. A. (2022). Teknologi Tepat Guna Pakan Ikan Otomatis Untuk Peternakan Lele Didesa Banjarkemantren Kecamatan Buduran Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Penamas Adi Buana*, 5(02), 99-105.