



**MEMBANGUN KEBERLANJUTAN LINGKUNGAN MELALUI INOVASI SOSIAL
MEKARSARI PROGRAM CSR PT INDONESIA POWER UBP GRATI DI DESA
RANUKLINDUNGAN, PASURUAN**

*Building Environmental Sustainability Through Anugrah Pakarti Csr Program Pt Indonesia
Power Ubp Grati In Ranuklindungan Village, Grati, Pasuruan*

Akhmad khayubi¹, Muhammad Asmadi¹, Bangkit Kresna Adhi¹, Mj Rizqon Hasani^{2*}

¹PT Indonesia Power Grati, ²Program Studi DIII Hubungan Masyarakat, Fakultas
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Kampus PSDKU Kecamatan Bandar, Kabupaten Batang, Jawa Tengah 51254

*Alamat Korespondensi: rizqonhasani@gmail.com

(Tanggal Submission: 20 Juli 2024, Tanggal Accepted : 27 September 2024)



Kata Kunci :

*Inovasi Sosial,
Pengelolaan
Sampah,
Budidaya Ikan,
Pemberdayaan
Masyarakat,
Kelestarian
Lingkungan*

Abstrak :

Program MEKARSARI (Model Berkelanjutan Berbasis Pengelolaan Sampah dan Pemberdayaan Ranu Grati) merupakan inisiatif sosial di Desa Ranuklindungan, Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, yang diusung oleh PT INDONESIA POWER UBP GRATI. Latar belakang program ini adalah masalah pencemaran lingkungan yang timbul akibat pengelolaan sampah organik yang tidak memadai, yang berdampak buruk terhadap ekosistem Danau Ranu. Di sisi lain, masyarakat perikanan di desa ini masih bergantung pada pakan ikan komersial yang mahal, serta mengalami kendala dalam menjaga kualitas air di keramba ikan akibat kurangnya teknologi aerasi. Program ini bertujuan mengatasi tantangan pengelolaan sampah organik yang belum terkelola dengan baik serta meningkatkan sektor perikanan melalui integrasi teknologi biokonversi maggot Black Soldier Fly (BSF) dan energi terbarukan berbasis solar cell. Metode yang digunakan meliputi analisis kebutuhan, pelatihan masyarakat dalam pengelolaan sampah, produksi pakan ikan dari maggot, dan penggunaan energi terbarukan. Pelaksanaan teknologi tepat guna (TTG) seperti mesin pencacah sampah dan sistem aerasi berbasis solar cell juga dilakukan sebagai bagian dari implementasi program. Hasil menunjukkan program ini mampu mengurangi 8,9 ton sampah organik per tahun dengan penurunan emisi CO₂ sebesar 8,9 ton per tahun. Selain itu, produksi pakan mandiri dari maggot menghemat biaya pakan hingga Rp 300.000 per hari bagi petani ikan. Program ini juga meningkatkan partisipasi sosial dan mendorong penerapan model ekonomi sirkular yang berkelanjutan. MEKARSARI berhasil menjadi solusi inovatif yang mengintegrasikan pengelolaan sampah, produksi pakan ikan, dan energi terbarukan, serta memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan yang signifikan.

Key word :

Social Innovation, Waste management, Fish cultivation, Community empowerment, Environmental Sustainability

Abstract :

The MEKARSARI program (from acronym in Bahasa Indonesia for Sustainable Model for Waste Management and Ranu Grati Empowerment) is a social initiative launched by PT INDONESIA POWER UBP GRATI in Desa Ranuklindungan, Grati District, Pasuruan Regency. The program was developed in response to serious environmental pollution caused by inadequate organic waste management, which has negatively impacted the ecosystem of Lake Ranu. In addition, the local fishery sector has struggled with high costs of commercial fish feed and poor water quality in fish cages due to the lack of aeration technology. The program aimed to address the dual challenge of poor organic waste management and support the local fishery sector by integrating Black Soldier Fly (BSF) maggot bioconversion technology and renewable energy, particularly solar-powered systems. The approach involved needs assessment, community training in waste management, maggot-based fish feed production, and the use of renewable energy. Technology such as waste shredders and solar-powered aeration systems was implemented as part of the program. Monitoring and evaluation were conducted to measure the environmental and economic impacts. The program successfully reduced 8.9 tons of organic waste annually, corresponding to a reduction in CO₂ emissions by 8.9 tons per year. Additionally, farmers saved approximately IDR 300,000 per day through the production of maggot-based feed instead of relying on expensive commercial alternatives. Social participation also improved, and the initiative promoted a circular economy model. MEKARSARI emerged as an innovative solution that integrates waste management, fish feed production, and renewable energy, offering significant economic, social, and environmental benefits..

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Khayubi, A., Asmadi, M., Adhi, B. K., & Hasani, M. R. (2024). Membangun Keberlanjutan Lingkungan Melalui Inovasi Sosial Mekarsari Program CSR PT Indonesia Power UBP Grati Di Desa Ranuklindungan, Pasuruan. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 910-921. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1758>

PENDAHULUAN

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, integrasi antara pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan semakin menjadi prioritas bagi berbagai pihak, termasuk perusahaan, pemerintah, dan masyarakat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur, perkembangan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) untuk periode 2019 hingga 2023 meningkat rata-rata 5,5% per tahun dalam satu dekade terakhir. Namun, pertumbuhan ekonomi ini kerap kali diiringi oleh degradasi lingkungan, terutama di sektor industri dan pertanian yang menyumbang lebih dari 30% terhadap PDRB Jawa Timur. Hal ini berdampak pada peningkatan emisi karbon serta penurunan kualitas air di sepanjang Sungai Brantas, sumber air utama bagi jutaan penduduk (Pan *et al.*, 2020; Sugino *et al.*, 2015).

Contoh kasus relevan terkait pengelolaan sampah di Jawa Barat dapat dilihat dari data Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) yang menunjukkan bahwa volume sampah di wilayah perkotaan seperti Bandung meningkat hingga 7% per tahun seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi (García-Piqueres & García-Ramos, 2019). Hal ini sejalan dengan data nasional yang menunjukkan bahwa timbulan sampah di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 26,2 juta ton, di mana Jawa Barat merupakan salah satu kontributor terbesar (ANTARA News, diakses pada 10 September 2024). Tanpa pengelolaan yang efektif, potensi ekonomi dari sampah, seperti kompos dan daur ulang,

tidak dimanfaatkan secara maksimal, sehingga menciptakan beban tambahan bagi lingkungan (Nasution *et al.*, 2018).

Kebijakan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menekankan pentingnya peran aktif perusahaan dalam menjaga keberlanjutan lingkungan, terutama melalui program tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) dan upaya mitigasi lingkungan yang lebih luas (Anzola-Román *et al.*, 2023). KLHK telah mendorong perusahaan untuk tidak hanya fokus pada pertumbuhan ekonomi, tetapi juga terlibat dalam pengelolaan lingkungan melalui strategi berbasis pada konsep Circular Economy dan pengelolaan limbah yang lebih efektif. Perusahaan diharapkan untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam seluruh operasi bisnis mereka dan mengambil bagian dalam upaya nasional untuk mengurangi dampak lingkungan, seperti pengurangan emisi karbon, pengelolaan sampah, dan konservasi sumber daya alam (Sugino *et al.*, 2015; Reid *et al.*, 2009).

Sebagai bagian dari kebijakan ini, KLHK meminta perusahaan untuk mengelola limbah dan sampah secara lebih bertanggung jawab serta terlibat dalam upaya kolaboratif dengan pemerintah daerah, masyarakat, dan lembaga pendidikan (Nasution *et al.*, 2018). Inisiatif seperti pengelolaan sampah dan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan melalui skema CSR telah terbukti efektif dalam membantu mengatasi masalah lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas industri (Iqbal *et al.*, 2019; Harsanto *et al.*, 2022). Dengan adanya tuntutan ini, banyak perusahaan besar mulai merancang program inovasi sosial yang mendukung keberlanjutan lingkungan, baik melalui pengelolaan sampah, rehabilitasi lahan, hingga konservasi sumber daya air (Vasdravanidis *et al.*, 2022).

Sebagai perusahaan penyedia energi listrik, PT INDONESIA POWER UBP GRATI memiliki tanggung jawab yang lebih dari sekadar memenuhi kebutuhan energi masyarakat. PT PLN Indonesia Power Grati PGU merupakan salah satu unit pembangkit tenaga listrik yang berlokasi di Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Grati PGU memainkan peran strategis dalam menjaga pasokan listrik di wilayah Jawa Timur dan sekitarnya, dengan menggunakan sumber daya energi seperti gas alam dan air sebagai bagian dari proses pembangkitan listrik. Berdasarkan kebijakan TJSL perusahaan, PT PLN Indonesia Power Grati PGU berkomitmen untuk mengintegrasikan aspek keberlanjutan dalam setiap lini usahanya (Lee *et al.*, 2019).

Secara geografis, Desa Ranuklindungan berdekatan dengan wilayah operasional PT PLN Indonesia Power Grati PGU, yang memanfaatkan Danau Ranu sebagai salah satu sumber air pendingin untuk operasional pembangkit. Namun, tantangan lingkungan yang serius mulai muncul di sekitar Danau Ranu akibat pengelolaan sampah yang buruk. Berdasarkan laporan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK), volume sampah di Jawa Timur meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan aktivitas ekonomi, dengan rata-rata peningkatan sampah di daerah perkotaan mencapai 6-7% per tahun (Manea *et al.*, 2024). Sampah organik dan non-organik yang tidak terkelola dengan baik ini telah mencemari sumber air utama dan memperburuk kualitas ekosistem perairan (Nasution *et al.*, 2018; Ulfik, 2018).

Hasil pemetaan sosial dan analisis dampak lingkungan yang dilakukan oleh PT PLN Indonesia Power Grati PGU menunjukkan bahwa 70% limbah rumah tangga di desa ini tidak terkelola secara efektif. Limbah organik seperti daun, serta sampah plastik, menjadi kontributor utama pencemaran air, yang kemudian berdampak pada penurunan kualitas air Danau Ranu. Kondisi semacam ini akan berdampak pada produktivitas budidaya perikanan, salah satu sektor utama yang menopang kehidupan masyarakat setempat (Zainal, 2019; Manea *et al.*, 2024).

Analisis sebelum pelaksanaan program menunjukkan bahwa Desa Ranuklindungan menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan sampah organik, terutama yang berasal dari rumah tangga dan pasar. Berdasarkan data yang dikumpulkan melalui pemetaan sosial, sebanyak 70% sampah organik di desa ini tidak terkelola dengan baik. Hal ini berdampak negatif pada Danau Ranu, yang merupakan sumber air utama bagi masyarakat setempat, dengan peningkatan beban limbah organik yang memicu penurunan kualitas air dan gangguan pada ekosistem danau.

Selain masalah pengelolaan sampah, sektor perikanan di desa ini juga menghadapi berbagai tantangan. Sebagian besar pembudidaya ikan lokal masih bergantung pada pakan ikan komersial, yang memiliki harga relatif tinggi, mencapai Rp 10.000 hingga Rp 12.000 per kg di pasaran. Kondisi ini menurunkan keuntungan yang bisa diperoleh oleh para pembudidaya, sekaligus membatasi kapasitas

mereka untuk berkembang. Kendala tambahan terletak pada kualitas air di keramba ikan yang tidak terjaga dengan baik, akibat minimnya sistem aerasi yang memadai, sehingga berdampak pada kesehatan ikan yang dibudidayakan.

Kondisi ini juga diperparah dengan rendahnya partisipasi masyarakat dalam kegiatan pengelolaan sampah dan lingkungan. Dari total jumlah rumah tangga di desa, hanya sekitar 30% yang terlibat aktif dalam memilah sampah, dan sebagian besar pengelolaan sampah dilakukan secara konvensional tanpa upaya pemilahan antara sampah organik dan non-organik. Rendahnya keterlibatan ini menyebabkan volume sampah yang semakin besar dan memperburuk kondisi lingkungan di sekitar danau.

Sampah organik yang menumpuk, seperti daun dan sisa-sisa tanaman, tidak hanya mencemari lingkungan dan menimbulkan bau yang tidak sedap, tetapi juga menyia-nyiaikan potensi biokonversi yang sebenarnya dapat dimanfaatkan secara produktif (Manea *et al.*, 2024; Lee *et al.*, 2019). Biokonversi adalah proses pengubahan limbah organik menjadi bahan yang bernilai ekonomi melalui pendekatan biologis, dan ini telah menjadi salah satu metode yang lazim digunakan untuk mengelola sampah secara berkelanjutan.

Salah satu pendekatan yang paling umum adalah pengomposan, di mana mikroorganisme menguraikan sampah organik untuk menghasilkan kompos yang kaya nutrisi (Bastič *et al.*, 2020). Kompos ini dapat digunakan untuk menyuburkan lahan pertanian atau taman, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Namun, dalam skala besar, pengomposan memerlukan waktu yang cukup lama, ruang yang besar, dan kondisi lingkungan tertentu agar proses dekomposisi berjalan optimal (Aubin *et al.*, 2017). Pendekatan lain yang semakin populer adalah vermikompos, yaitu penggunaan cacing untuk mempercepat proses penguraian sampah organik menjadi kompos. Vermikompos lebih efisien dibanding pengomposan tradisional, tetapi tetap terbatas dalam kapasitas produksi besar dan tidak selalu cocok untuk semua jenis sampah organik (Vats *et al.*, 2023).

Di antara metode biokonversi yang lebih efisien, budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF) muncul sebagai solusi inovatif yang dapat mengatasi masalah sampah organik dengan cepat dan efisien (Satori *et al.*, 2023). Berbeda dengan metode pengomposan tradisional yang membutuhkan waktu berminggu-minggu atau bahkan berbulan-bulan, maggot BSF mampu menguraikan sampah organik dalam hitungan hari. Sampah organik, seperti sisa-sisa daun, buah, dan makanan, yang biasanya menumpuk dan membusuk, dapat dimakan oleh maggot, yang kemudian mengurangi volume sampah hingga 70-80% dalam proses ini (Lee *et al.*, 2019). Maggot BSF tidak hanya mengatasi masalah sampah, tetapi juga menghasilkan produk sampingan berupa pupuk organik dan pakan bernutrisi tinggi (Vats *et al.*, 2023).

Selain kecepatan prosesnya, budidaya maggot juga lebih efisien dari segi penggunaan ruang dibandingkan dengan metode pengomposan konvensional. Pengomposan umumnya membutuhkan lahan yang luas karena material organik harus dibiarkan terurai secara alami dalam waktu yang cukup lama (Manea *et al.*, 2024). Sementara itu, budidaya maggot dapat dilakukan di ruang yang lebih kecil dan terkontrol, bahkan dalam skala urban farming, dengan menggunakan wadah vertikal atau sistem bertingkat. Efisiensi ini menjadikan maggot BSF sebagai metode yang sangat cocok untuk diterapkan di area yang memiliki keterbatasan lahan tetapi menghasilkan volume sampah organik yang tinggi (Satori *et al.*, 2023).

Larva maggot BSF sendiri memiliki kandungan protein yang sangat tinggi, yang menjadikannya sebagai bahan pakan potensial dalam budidaya perikanan (Aubin *et al.*, 2017). Maggot dapat diolah menjadi pelet maggot yang digunakan sebagai pakan ikan, menggantikan pakan ikan komersial yang mahal. Selain lebih ramah lingkungan, produksi pakan maggot juga jauh lebih ekonomis (Satori *et al.*, 2023; Nasution *et al.*, 2018). Dengan adanya teknologi biokonversi ini, tidak hanya sampah yang dapat diolah, tetapi hasilnya dapat berkontribusi langsung pada pengembangan sektor perikanan di Desa Ranuklindungan, yang bergantung pada Danau Ranu sebagai sumber budidaya ikan. Integrasi sistem biokonversi ini, terutama dengan memanfaatkan maggot BSF, memberikan solusi berkelanjutan untuk dua permasalahan utama: pengelolaan sampah dan kebutuhan pakan ikan yang terjangkau, sehingga menciptakan ekosistem ekonomi sirkular yang menguntungkan masyarakat setempat (Lee *et al.*, 2019).

Selain mengefisienkan rantai pasok pakan melalui penggunaan maggot, PT PLN Indonesia Power Grati PGU juga mengidentifikasi tantangan lain yang terkait dengan masalah sosial di Desa Ranuklindungan, khususnya dalam hal ketersediaan energi dan akses terhadap teknologi perikanan yang berkelanjutan. Banyak pembudidaya ikan di desa ini masih mengandalkan metode aerasi yang kurang efisien, sehingga kualitas air di keramba ikan sering kali tidak optimal. Rendahnya kandungan oksigen terlarut di dalam air berdampak negatif terhadap pertumbuhan ikan dan meningkatkan risiko kematian ikan massal, terutama selama periode suhu tinggi (Scabra & Setyowati, 2019). Pendekatan biokonversi yang menggabungkan kompos dan maggot secara parsial memang sudah diterapkan dalam pengelolaan sampah organik. Namun, penelitian menunjukkan bahwa proses ini masih belum terintegrasi secara menyeluruh dengan rantai pasokan pakan perikanan, terutama dalam penggunaan energi terbarukan seperti solar cell untuk mendukung aerasi di keramba ikan. Studi mengenai pengelolaan sampah melalui komposting menekankan pada keunggulan proses aerobik dalam mengurangi volume sampah organik dan menghasilkan pupuk, meski tantangan terkait efisiensi dan kualitas hasil tetap ada (Manea. 2024). Di sisi lain, biokonversi berbasis maggot telah berhasil mengurangi limbah organik dan menghasilkan biomassa bernutrisi tinggi untuk pakan ikan, meskipun sistem ini sering kali berjalan secara terpisah dari integrasi penuh dengan energi terbarukan (Satori *et al.*, 2023), (Chattopadhyay *et al.*, 2021). Teknologi energi terbarukan, seperti solar cell, memiliki potensi untuk diintegrasikan dengan sistem perikanan guna mendukung operasional berkelanjutan, khususnya untuk kebutuhan aerasi di keramba. Studi terbaru menyoroti pentingnya integrasi antara pengelolaan sampah, biokonversi maggot, dan sistem energi mandiri untuk menciptakan rantai pasok pakan yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Lee, 2019).

Berdasarkan urgensi dan kesenjangan di atas, artikel ini membahas implementasi dan hasil dari integrasi sistem biokonversi maggot dengan energi terbarukan, terutama penggunaan solar cell dalam mendukung aerasi keramba ikan. Studi ini tidak hanya mengeksplorasi potensi pengelolaan sampah organik melalui metode berkelanjutan, tetapi juga menganalisis dampak dari solusi teknologi ini terhadap produktivitas perikanan di Desa Ranuklindungan.

METODE KEGIATAN

Dalam upaya mencapai keberlanjutan lingkungan dan sosial, metode pelaksanaan program ini dirancang untuk memaksimalkan partisipasi masyarakat serta memanfaatkan teknologi yang ramah lingkungan. Fokus utama dari program ini adalah mengintegrasikan teknologi biokonversi maggot Black Soldier Fly (BSF) dengan pemanfaatan energi terbarukan melalui solar cell untuk mendukung sektor perikanan di Desa Ranuklindungan. Metode ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap dua permasalahan utama, yakni pengelolaan sampah organik dan kebutuhan energi mandiri dalam mendukung budidaya perikanan. Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan melalui beberapa tahapan kunci yang akan dijelaskan lebih lanjut.

1. Analisis Kebutuhan dan Pemetaan Sosial

Tahap awal program ini berfokus pada pemahaman mendalam mengenai permasalahan lingkungan dan sosial di Desa Ranuklindungan. Melalui analisis kebutuhan dan pemetaan sosial, tim pelaksana akan mengidentifikasi permasalahan spesifik terkait pengelolaan sampah dan budidaya perikanan, serta mencari peluang untuk memberdayakan masyarakat lokal. Data yang dikumpulkan akan mencakup volume sampah organik, kualitas air Danau Ranu, serta penggunaan energi pada keramba ikan. Partisipasi masyarakat dalam proses pemetaan sosial sangat penting untuk memastikan program ini relevan dan efektif dalam memenuhi kebutuhan lokal.

2. Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas Teknis

Setelah pemetaan sosial dilakukan, tahap kedua adalah memberikan pelatihan kepada masyarakat mengenai biokonversi maggot BSF dan penggunaan solar cell untuk mendukung operasional aerasi di keramba ikan. Pelatihan ini mencakup pengenalan dasar tentang biokonversi maggot, teknik pengelolaan sampah organik, serta cara instalasi dan pemeliharaan solar cell. Dengan meningkatkan kapasitas teknis masyarakat, diharapkan mereka mampu mengelola teknologi ini secara mandiri dan berkelanjutan.

3. Implementasi Teknologi Tepat Guna

Pada tahap ini, infrastruktur biokonversi maggot dan sistem aerasi berbasis solar cell akan diimplementasikan. Instalasi ini dilakukan di lokasi-lokasi strategis di Desa Ranuklindungan, yang telah dipilih berdasarkan hasil pemetaan sosial. Infrastruktur untuk biokonversi akan mencakup wadah untuk maggot dan pengelolaan sampah organik, sedangkan sistem solar cell akan dipasang di keramba ikan untuk mendukung aerasi. Pilot project ini akan menjadi uji coba awal sebelum dilakukan replikasi pada skala yang lebih luas.

4. Monitoring dan Evaluasi

Tahap terakhir adalah monitoring dan evaluasi terhadap pelaksanaan program. Proses ini dilakukan secara berkala untuk menilai efektivitas biokonversi maggot dalam mengelola sampah organik serta kinerja solar cell dalam mendukung aerasi keramba ikan. Monitoring juga mencakup evaluasi partisipasi masyarakat dalam program ini dan dampak yang dihasilkan terhadap kualitas lingkungan dan kesejahteraan sosial. Evaluasi yang komprehensif akan digunakan untuk menilai kelayakan program ini untuk diterapkan lebih lanjut di wilayah lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inovasi sosial yang dilaksanakan di Desa Ranuklindungan dan diusung oleh PT INDONESIA POWER UBP GRATI ini memanfaatkan teknologi biokonversi dan energi terbarukan untuk mengelola sampah organik secara produktif dan mendukung sektor perikanan yang berkelanjutan. Inovasi ini diberi nama MEKARSARI (Model Berkelanjutan Berbasis Pengelolaan Sampah dan Pemberdayaan Ranu Grati), yang dirancang sebagai solusi integratif untuk masalah pengelolaan sampah di desa serta pengembangan perikanan lokal. Program MEKARSARI menggabungkan teknologi biokonversi maggot Black Soldier Fly (BSF) untuk pengelolaan sampah organik, pengolahan sampah menjadi kompos, serta pemanfaatan energi terbarukan melalui solar cell untuk mendukung operasional aerasi di keramba ikan. Dengan demikian, MEKARSARI bertujuan menciptakan ekosistem ekonomi sirkular, di mana limbah organik yang sebelumnya menjadi masalah dapat diubah menjadi sumber daya yang mendukung sektor perikanan dan pengelolaan lingkungan di Desa Ranuklindungan.

Hasil Perumusan Inovasi Sosial

Inovasi sosial MEKARSARI dipilih berdasarkan berbagai faktor yang mencakup kekuatan, dan peluang yang merupakan bagian utama dari analisa SWOT. Kekuatan utama program ini terletak pada sumber daya lokal yang sudah tersedia di Desa Ranuklindungan, termasuk keberadaan PT INDONESIA POWER UBP GRATI yang berperan penting dalam penyediaan energi di wilayah tersebut. Danau Ranu juga menjadi sumber daya alam yang signifikan bagi masyarakat, khususnya dalam kegiatan perikanan. Selain itu, masyarakat desa sudah memiliki tradisi gotong royong yang kuat, meski memerlukan dorongan untuk lebih aktif dalam pengelolaan sampah. Keberadaan kelompok-kelompok masyarakat, seperti Pokdakan Mina Makmur, yang sudah terlibat dalam budidaya ikan menjadi modal sosial yang penting dalam implementasi program ini.

Program MEKARSARI memiliki peluang besar (opportunity) untuk meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat melalui integrasi pengelolaan sampah organik dan sektor perikanan. Penggunaan biokonversi maggot Black Soldier Fly (BSF) dan produksi pakan mandiri dapat mengurangi ketergantungan pada pakan komersial yang mahal, sehingga membuka peluang bagi pembudidaya ikan untuk meningkatkan pendapatan. Selain itu, pemanfaatan energi terbarukan seperti solar cell untuk mendukung aerasi keramba ikan juga memberikan kesempatan untuk menciptakan model perikanan berkelanjutan yang ramah lingkungan dan efisien.

Pelaksanaan dan Luaran Program Pelatihan

Pelaksanaan program pelatihan MEKARSARI yang dilaksanakan di Desa Ranuklindungan melibatkan 187 peserta dengan profil demografi yang beragam. Dari jumlah tersebut, 112 orang adalah perempuan dan 75 laki-laki. Usia para peserta berkisar antara 18 hingga 60 tahun, dengan rentang usia

terbanyak antara 26 hingga 40 tahun, yang mencakup sekitar 85 peserta. Tingkat pendidikan para peserta juga bervariasi, mulai dari lulusan SD sebanyak 35 orang, SMP sebanyak 57 orang, hingga SMA yang mencapai 70 orang, serta 25 peserta memiliki pendidikan lanjutan di tingkat diploma (D1-D3). Program ini dirancang dalam empat tahapan pelatihan utama yang mencakup pengelolaan sampah organik, budidaya maggot BSF, produksi pakan ikan berbasis maggot, dan penggunaan solar cell untuk sistem aerasi di keramba ikan. Setiap tahapan pelatihan memberikan pemahaman yang mendalam dan keterampilan teknis yang dapat diterapkan langsung oleh peserta dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam mendukung pengelolaan lingkungan dan peningkatan sektor perikanan di desa. Luaran pelatihan dari segi aspek kognitif sangat signifikan. Sebelum pelatihan, sebagian besar peserta memiliki pengetahuan yang terbatas tentang pengelolaan sampah dan energi terbarukan. Setelah pelatihan, terjadi peningkatan pengetahuan teknis yang nyata pada para peserta. Misalnya, 97 peserta yang mengikuti pelatihan pengelolaan sampah organik kini mampu mengolah sampah rumah tangga menjadi pupuk kompos yang digunakan sebagai media tanam. Sebanyak 45 peserta dari kelompok budidaya maggot BSF menguasai teknik pemeliharaan maggot dan memanfaatkan limbah organik dari pasar dan rumah tangga, menghasilkan pakan ikan bernutrisi.

Dari pelatihan produksi pakan ikan, 30 peserta berhasil memahami cara memanfaatkan maggot BSF sebagai bahan dasar pelet pakan ikan, yang secara ekonomi lebih murah dibandingkan pakan komersial. Selain itu, mereka juga mampu memproduksi pelet dengan biaya Rp 8.000 per kilogram, jauh lebih hemat. Pelatihan penggunaan energi terbarukan diikuti oleh 15 peserta, di mana mereka berhasil menginstalasi dan memelihara solar cell untuk mendukung sistem aerasi di 6 kolam keramba kelompok Mina Makmur, yang sebelumnya mengalami kesulitan dalam menjaga kualitas air budidaya.

Implementasi Teknologi Tepat Guna

Demografi dan peningkatan aspek kognitif yang telah diuraikan sebelumnya menunjukkan bahwa peserta pelatihan MEKARSARI telah dibekali dengan pengetahuan baru terkait pengelolaan sampah organik, budidaya maggot, produksi pakan ikan, dan pemanfaatan energi terbarukan. Langkah selanjutnya dalam keberlanjutan program ini adalah penerapan teknologi tepat guna yang diberikan kepada masyarakat sebagai bagian dari upaya peningkatan kapasitas teknis dan dukungan terhadap ekosistem perikanan di Desa Ranuklindungan. Teknologi ini diharapkan mampu mengoptimalkan pengelolaan sumber daya lokal, baik dalam pengolahan sampah maupun dalam sektor perikanan. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, berikut adalah peralatan yang diberikan dan bagaimana teknologi ini berperan dalam mendukung keberlanjutan.

1. Mesin Pencacah Sampah

Mesin ini berdaya 1.5 HP dan berfungsi untuk memotong sampah organik menjadi potongan kecil, yang mempercepat proses penguraian dalam pengomposan maupun budidaya maggot. Dengan kapasitas pemrosesan harian hingga 200 kg sampah organik, mesin ini mempercepat waktu komposting dari yang biasanya mencapai beberapa bulan menjadi hanya beberapa minggu. Dalam konteks budidaya maggot, potongan sampah yang lebih kecil juga meningkatkan kecepatan konsumsi oleh larva Black Soldier Fly (BSF).

2. Minikomposter

Minikomposter berkapasitas 200 liter diberikan kepada rumah tangga untuk mengolah sampah organik secara mandiri. Alat ini mengadopsi teknologi komposting sederhana namun efektif, memungkinkan warga untuk mengubah sampah dapur menjadi kompos dalam kurun waktu 2-3 minggu, jauh lebih cepat dibandingkan metode tradisional yang memerlukan waktu hingga berbulan-bulan. Dengan penggunaan yang mudah dan kapasitas yang cukup untuk rumah tangga kecil, minikomposter berkontribusi dalam pengurangan sampah organik yang tidak terkelola.

3. Oven Maggot

Untuk menunjang pengolahan maggot menjadi pakan ikan, rumah maggot di Desa Ranuklindungan menerima oven maggot berkapasitas 50 kg per siklus. Alat ini mengeringkan maggot yang telah dipanen sebelum diolah menjadi pelet. Penggunaan oven ini meningkatkan efisiensi pengolahan, memastikan bahwa maggot yang dihasilkan memiliki kandungan air yang rendah sehingga mudah diolah menjadi pelet bernutrisi tinggi bagi ikan.

4. Solar Cell 100 Wp

Pemanfaatan energi terbarukan melalui solar cell menjadi bagian penting dalam intensifikasi perikanan di desa. Solar cell berkapasitas 100 Wp digunakan untuk menyuplai energi bagi sistem aerasi di keramba ikan. Dengan tenaga surya sebagai sumber energi, biaya operasional listrik berkurang signifikan. Sistem ini juga mendukung proses aerasi di 6 kolam keramba, meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam air yang penting bagi pertumbuhan ikan.

5. Sistem Aerasi

Ditenagai oleh solar cell, sistem aerasi yang diterapkan di keramba ikan memastikan suplai oksigen yang stabil ke dalam air. Sistem ini sangat penting karena oksigen terlarut yang optimal berperan dalam kesehatan dan pertumbuhan ikan, sekaligus mencegah masalah seperti kematian massal akibat rendahnya kadar oksigen terutama di musim panas. Sistem aerasi ini memiliki efisiensi energi tinggi dan ramah lingkungan, mendukung budidaya perikanan yang berkelanjutan.

Evaluasi Dampak

Pelatihan yang kognitif serta keterampilan penggunaan teknologi tepat guna (TTG) yang diberikan kepada masyarakat Desa Ranuklindungan tidak hanya berfokus pada penguasaan teknis, tetapi juga pada peningkatan pemahaman mengenai prinsip-prinsip keberlanjutan dan manfaat ekonomi jangka panjang. Pelatihan ini melibatkan peningkatan pengetahuan dalam pengelolaan sampah, budidaya maggot, serta penggunaan energi terbarukan untuk mendukung sektor perikanan. Hingga Agustus 2024, program MEKARSARI telah menunjukkan dampak yang nyata dan terukur pada berbagai aspek:

1. Dampak Reduksi Sampah Organik

Program pengelolaan sampah di Desa Ranuklindungan telah memberikan hasil yang signifikan dalam mengurangi jumlah sampah organik. Berdasarkan data dari pelaksanaan program hingga Agustus 2023, Kelompok Rumah Kompos Power Green berhasil mengelola 5 ton sampah organik. Bank sampah desa juga mengelola 1,4 ton sampah organik yang melibatkan 109 rumah tangga. Rata-rata, dari rumah tangga yang terlibat, setiap rumah tangga menyumbang sekitar 12,8 kg sampah organik per bulan.

Sementara itu, rumah maggot telah memainkan peran penting dengan mengolah 2,5 ton sampah organik dari rumah tangga dan pasar. Dengan estimasi rerata harian pengolahan sampah oleh rumah maggot, ini berarti sekitar 83 kg sampah organik berhasil diolah setiap harinya. Semua upaya ini membantu mengurangi pencemaran Danau Ranu secara signifikan.

Selain mengurangi volume sampah, langkah-langkah ini juga berdampak pada penurunan emisi gas rumah kaca. Berdasarkan proksi umum untuk pengomposan sampah organik, setiap 1 ton sampah organik yang dikelola secara berkelanjutan mampu mengurangi emisi CO₂ hingga 1 ton per tahun. Dengan demikian, total reduksi emisi dari pengelolaan 8,9 ton sampah organik melalui program ini diperkirakan mencapai 8,9 ton CO₂ per tahun.

2. Dampak Penurunan Biaya Pakan Ikan

Inovasi dalam produksi pakan ikan berbasis maggot Black Soldier Fly (BSF) di Desa Ranuklindungan telah memberikan dampak ekonomi signifikan, terutama bagi para petani ikan. Kelompok Mina Makmur mampu memproduksi pelet ikan dengan harga Rp 8.000 per kilogram, jauh lebih murah dibandingkan harga pakan ikan komersial yang berkisar antara Rp 12.000 hingga Rp 15.000 per

kilogram. Dengan biaya produksi pakan maggot yang rendah, petani ikan bisa menghemat biaya operasional mereka secara signifikan.

Analisis komponen biaya produksi pakan maggot meliputi biaya budidaya maggot, yang melibatkan pengolahan sampah organik sebagai pakan maggot, serta biaya energi yang digunakan untuk mengeringkan maggot dan memrosesnya menjadi pelet. Biaya lainnya adalah bahan baku tambahan seperti tepung kerang atau cangkang telur dan penggunaan peralatan pengering (oven maggot).

Untuk petani ikan di desa tersebut yang menggunakan rata-rata 50 kilogram pakan per hari, jika membeli pakan komersial seharga Rp 14.000 per kilogram, biaya harian yang dikeluarkan adalah Rp 700.000. Dengan pakan mandiri berbasis maggot, biaya tersebut turun menjadi Rp 400.000 per hari, sehingga terjadi penghematan sebesar Rp 300.000 per hari.

Dalam skala bulanan, petani ikan yang mengadopsi pakan berbasis maggot dapat menghemat sekitar Rp 9.000.000 per bulan. Selain itu, karena pakan maggot diproduksi dari limbah organik, model ini juga meningkatkan keberlanjutan ekonomi lokal dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia di lingkungan setempat, mengurangi ketergantungan pada produk pakan komersial dari luar daerah.

3. Dampak Peningkatan Partisipasi Sosial

Selain dampak lingkungan, program ini juga berhasil meningkatkan partisipasi sosial di Desa Ranuklindungan. Partisipasi masyarakat terlihat dari bertambahnya jumlah unit bank sampah dari 4 pada tahun 2022 menjadi 5 unit pada 2023. Sinergi antar kelompok masyarakat juga meningkat, khususnya di antara Rumah Kompos, Bank Sampah, Rumah Maggot, dan Pokdakan Mina Makmur. Kerja sama yang terjalin memperkuat kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan dan mengelola sumber daya lokal secara berkelanjutan.

4. Dampak Kepemilikan Aset

Bantuan peralatan yang diberikan seperti mesin pencacah sampah, oven maggot, dan solar cell memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi operasional. Mesin pencacah sampah berdaya 1,5 HP dan minikomposter berkapasitas 200 liter membantu mempercepat proses pengomposan dan pengelolaan sampah organik. Penggunaan solar cell berkapasitas 100 Wp untuk mengoperasikan sistem aerasi di keramba ikan memungkinkan suplai oksigen yang stabil, yang kini digunakan oleh 6 kolam keramba yang dikelola oleh Pokdakan Mina Makmur.

5. Dampak Terciptanya Kebijakan

Inovasi sosial MEKARSARI di Desa Ranuklindungan telah memberikan dampak signifikan dalam pembentukan kebijakan lokal yang mendukung pengelolaan lingkungan berkelanjutan. Pemerintah Desa Ranuklindungan, dengan adanya dorongan dari keberhasilan program ini, menetapkan beberapa peraturan penting. Di antaranya adalah Peraturan Desa Ranuklindungan nomor 4 tahun 2022 yang mengatur pengelolaan sampah di desa. Selain itu, pemerintah desa juga mengeluarkan himbauan kepada kelompok budidaya ikan untuk menerapkan praktik budidaya ikan ramah lingkungan di Danau Ranu, serta menghimbau warga untuk memisahkan sampah organik dan non-organik, yang kemudian dikelola melalui bank sampah. Kesepakatan untuk melarang penangkapan ikan dengan alat setrum juga telah disepakati, demi menjaga kelestarian ekosistem danau.

Keuntungan dari inovasi sosial ini tidak hanya terhenti pada aspek lingkungan, tetapi juga pada aspek ekonomi. Kelompok Mina Makmur, yang terlibat dalam budidaya ikan, menggunakan laba dari penjualan pakan ikan berbasis maggot untuk mensubsidi biaya perbaikan keramba bagi anggotanya, menunjukkan sinergi antara pengelolaan lingkungan dan manfaat ekonomi langsung bagi masyarakat.

6. Dampak Terciptanya Role Model yang Dikenal secara Nasional

Selain pembentukan kebijakan lokal, Desa Ranuklindungan kini diakui sebagai role model dalam pengelolaan sampah organik dan budidaya perikanan ramah lingkungan. Program MEKARSARI telah menarik minat banyak pihak, termasuk pemerintahan desa lain, perusahaan, dan institusi akademis yang datang untuk mempelajari model keberlanjutan yang diterapkan. Beberapa di antaranya adalah

PT AOC, PT PLP, Pemerintah Desa Rejoso, PLTGU Cilegon, PLTU Pelabuhan Ratu, PLTU Banten 2 Labuan, serta Universitas Merdeka Pasuruan. Bahkan, PT PLN Indonesia Power Labuan Banten juga mengadakan studi banding ke Desa Ranuklindungan untuk mempelajari budidaya ramah lingkungan yang dijalankan oleh kelompok Mina Makmur.

Dalam konteks benchmarking program MEKARSARI di Desa Ranuklindungan, inisiatif ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan program serupa yang dilakukan di berbagai belahan dunia. Salah satu contoh benchmarking yang relevan adalah proyek Black Soldier Fly (BSF) yang diimplementasikan di Afrika Barat oleh Norad. Proyek tersebut berhasil mengurangi 60% limbah organik dari pasar dan rumah potong hewan, serta menghasilkan lebih dari 300 ton pakan berbasis maggot per tahun. Inisiatif tersebut memberikan dampak ekonomi yang signifikan dengan mengurangi biaya pakan hingga 30% dibandingkan pakan konvensional.

Benchmark inisiatif serupa dalam penggunaan teknologi Black Soldier Fly (BSF) di tingkat rumah tangga di Pakistan menunjukkan keberhasilan dalam mengurangi limbah organik dan menghasilkan pakan protein tinggi untuk perikanan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa BSF secara signifikan mengurangi beban lingkungan dengan mengonversi limbah organik rumah tangga menjadi sumber pakan yang bermanfaat, terutama di sektor akuakultur. Teknologi ini memperlihatkan efisiensi tinggi dalam menangani limbah organik dan memperkuat model ekonomi sirkular yang ramah lingkungan, serta mampu menurunkan biaya produksi pakan hingga 50% dibandingkan pakan komersial, yang merupakan keuntungan besar bagi petani ikan skala kecil dan menengah.

Namun, MEKARSARI memiliki beberapa kelebihan yang tidak hanya fokus pada biokonversi sampah organik, tetapi juga integrasi teknologi energi terbarukan seperti solar cell untuk mendukung operasional aerasi di keramba ikan. Hal ini menjadi keunggulan utama, karena tidak hanya menekan biaya produksi pakan hingga Rp 8.000 per kilogram, tetapi juga mendorong keberlanjutan ekonomi lokal melalui efisiensi energi. Sebagai contoh, program serupa di Pakistan yang menggunakan BSF berhasil menurunkan volume sampah hingga 70% dalam 7-10 hari, dengan pengurangan biaya pakan sekitar 40%. Namun, MEKARSARI memberikan dampak yang lebih holistik dengan mengintegrasikan aspek pengelolaan sampah, produksi pakan, dan energi terbarukan secara bersamaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Program MEKARSARI yang dilaksanakan di Desa Ranuklindungan, Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, menegaskan keberhasilan inisiatif ini sebagai bagian dari Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan (TJSL) PT INDONESIA POWER UBP GRATI. Program ini merupakan salah satu model yang mengintegrasikan teknologi biokonversi maggot Black Soldier Fly (BSF), perikanan air tawar, dan energi terbarukan melalui solar cell. Program ini memberikan solusi yang holistik terhadap masalah pengelolaan sampah organik dan budidaya perikanan yang ramah lingkungan. Dalam konteks benchmark global, MEKARSARI memiliki keunggulan dibandingkan inisiatif serupa di beberapa negara, seperti Pakistan dan Afrika Barat, karena memanfaatkan sinergi antara pengelolaan limbah, produksi pakan ikan, serta efisiensi energi melalui penggunaan solar cell.

MEKARSARI tidak hanya berhasil mengurangi volume sampah organik, yang mencemari Danau Ranu, tetapi juga menghasilkan dampak ekonomi signifikan bagi petani ikan di desa tersebut. Dengan produksi pelet ikan berbasis maggot yang jauh lebih murah daripada pakan komersial, para petani bisa menghemat hingga Rp 300.000 per hari atau sekitar Rp 9.000.000 per bulan. Selain itu, penggunaan solar cell untuk mendukung sistem aerasi di keramba ikan meningkatkan kualitas air dan kesehatan ikan, sehingga menunjang keberlanjutan sektor perikanan lokal.

Program ini juga mendorong pembentukan kebijakan di tingkat lokal, seperti Peraturan Desa Ranuklindungan nomor 4 tahun 2022 tentang pengelolaan sampah. Selain itu, MEKARSARI telah diakui secara nasional sebagai role model dalam pengelolaan sampah dan budidaya perikanan ramah lingkungan, menarik perhatian dari berbagai pihak, termasuk pemerintah daerah dan perusahaan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anzola-Román, P., Garcia-Marco, T., & Zouaghi, F. (2024). The influence of CSR orientation on innovative performance: Is the effect conditioned to the implementation of organizational practices? *Journal of Business Ethics*, 190, 261–278. <https://doi.org/10.1007/s10551-023-05406-z>
- Aubin, J., Callier, M., Rey-Valette, H., Mathé, S., Wilfart, A., Legendre, M., Slembrouck, J., Caruso, D., Chia, E., Masson, G., Blancheton, J. P., Ediwarman, Haryadi, J., Prihadi, T. H., de Matos Casaca, J., Tamassia, S. T. J., Tocqueville, A., & Fontaine, P. (2017). Implementing ecological intensification in fish farming: Definition and principles from contrasting experiences. *Reviews in Aquaculture*, 11(1), 149–167. <https://doi.org/10.1111/raq.12231>
- Bastič, M., Mulej, M., & Zore, M. (2020). CSR and financial performance – Linked by innovative activities. *Naše gospodarstvo/Our economy*, 66(2), 1–14. <https://doi.org/10.2478/ngoe-2020-0007>
- Blythe, J., Sulu, R., Harohau, D., Weeks, R., Schwarz, A.-M., Mills, D., & Phillips, M. (2017). Social dynamics shaping the diffusion of sustainable aquaculture innovations in the Solomon Islands. *Sustainability*, 9, 126. <https://doi.org/10.3390/su9010126>
- García-Piqueres, G., & García-Ramos, R. (2019). Is the corporate social responsibility–innovation link homogeneous?: Looking for sustainable innovation in the Spanish context. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(2), 803–814. <https://doi.org/10.1002/csr.1845>
- Harsanto, B., Mulyana, A., Faisal, Y. A., & Shandy, V. M. (2022). Open innovation for sustainability in the social enterprises: An empirical evidence. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8, 160. <https://doi.org/10.3390/joitmc8030160>
- Iqbal, A., T, S., & Roekhudin, R. (2019). Corporate social responsibility and financial performance: Moderating role of intellectual capital. *International Journal of Social and Local Economic Governance*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.21776/ub.ijleg.2019.005.01.1>
- Jolly, C. M., Nyandat, B., Yang, Z., Ridler, N., Matias, F., Zhang, Z., Murekezi, P., & Menezes, A. (2023). Dynamics of aquaculture governance. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(2), 427–481. <https://doi.org/10.1111/jwas.12967>
- Lee, S. Y., Sankaran, R., & Chew, K. W. (2019). Waste to bioenergy: A review on the recent conversion technologies. *BMC Energy*, 1(4). <https://doi.org/10.1186/s42500-019-0004-7>
- Mahmood, S., Zurbrügg, C., Tabinda, A. B., Ali, A., & Ashraf, A. (2021). Sustainable waste management at household level with Black Soldier Fly larvae (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 13, 9722. <https://doi.org/10.3390/su13179722>
- Manea, E. E., Bumbac, C., Dinu, L. R., Bumbac, M., & Nicolescu, C. M. (2024). Composting as a sustainable solution for organic solid waste management: Current practices and potential improvements. *Sustainability*, 16, 6329. <https://doi.org/10.3390/su16156329>
- Nasution, P. P. A., Anggraeni, N., & Wahyu Ghani, M. (2018). In the name of welfare: Interest encounter through the CSR programs by PT. BADA LNG in Bontang, East Kalimantan. In Proceedings of the 2nd International Conference on Social and Political Development (ICOSOP 2017). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icosop-17.2018.1>
- Norwegian Agency for Development Cooperation. 2022. Black Soldier Fly addresses biowaste and mitigates climate change. *Norad News*. <https://www.norad.no/en/front/about-norad/news/2022/black-soldier-fly-addresses-biowaste-and-mitigates-climate-change/>
- Pan, X., Sinha, P., & Chen, X. (2020). Corporate social responsibility and eco-innovation: The triple bottom line perspective. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(1), 214–228. <https://doi.org/10.1002/csr.2043>
- Ratnawati., Soetjipto, B. E., Murwani, F. D., & Wahyono, H. (2018). The role of SMEs' innovation and learning orientation in mediating the effect of CSR programme on SMEs' performance and competitive advantage. *Global Business Review*, 19(3_suppl), S21–S38. <https://doi.org/10.1177/0972150918757842>

- Reid, G. K., Liutkus, M., Robinson, S. M. C., Chopin, T. R., Blair, T., Lander, T., Mullen, J., Page, F., & Moccia, R. D. (2009). A review of the biophysical properties of salmonid faeces: Implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Research*, 40(3), 257–273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02065.x>
- Satori, M., Chofyan, I., Yuliadi, Y., Rukmana, O., Wulandari, I. A., Izzatunnisaa, F., Kemaludin, R. P., & Rohman, A. S. (2023). Economical value organic waste treatment with maggot BSF bioconversion. *AIP Conference Proceedings*, 2824(1), 040015. <https://doi.org/10.1063/5.0158409>
- Scabra, A. R., & Setyowati, D. N. (2019). Peningkatan mutu kualitas air untuk pembudidaya ikan air tawar di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Abdi Insani*, 6(3), 261–269.
- Shiratina, A., Wardhani, N., Sabtika, V., & Mamahit, D. (2023). Implementation of green marketing to maintain sustainability waste bank business. *ICCD*, 5(1), 519-522. <https://doi.org/10.33068/iccd.v5i1.600>
- Sugino, T., Mayrowani, H., & Kobayashi, H. (2015). Determinants for CSR in developing countries: The case of Indonesian palm oil companies. *Japanese Journal of Agricultural Economics*, 17, 1-17.
- Ubina, N. A., & Cheng, S.-C. (2022). A review of unmanned system technologies with its application to aquaculture farm monitoring and management. *Drones*, 6(1), 12. <https://doi.org/10.3390/drones6010012>
- Ulfik, A. (2018). Innovative solutions used in services in municipal waste management systems. *European Journal of Service Management*, 26, 301–306. <https://doi.org/10.18276/ejsm.2018.26-37>
- Vasdravanidis, C., Alvanou, M. V., Lattos, A., Papadopoulos, D. K., Chatzigeorgiou, I., Ravani, M., Liantas, G., Georgoulis, I., Feidantsis, K., & Ntinis, G. K. (2022). Aquaponics as a promising strategy to mitigate impacts of climate change on rainbow trout culture. *Animals*, 12, 2523. <https://doi.org/10.3390/ani12192523>
- Vats, P., Hiranmai, R. Y., & Neeraj, A. (2023). Bioconversion of organic waste for solid waste management and sustainable agriculture—Emphasized impact of bioelectromagnetic energy. In Jeyaseelan, A., Murugasen, K., & Sivashanmugam, K. (Eds.), *Sustainable and cleaner technologies for environmental remediation*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29597-3_16
- Zainal, R. I. (2019). Analysis of CSR legislation in Indonesia: Mandate to business. *Business and Economic Research*, 9(3), 165. <https://doi.org/10.5296/ber.v9i3.14978>
- Zhongke, G. (2024). A mediating effect of job attitudes on the relationship between corporate social responsibility and service innovation among hotel industry in Beijing. *Journal of Digitainability, Realism & Mastery (DREAM)*, 3(1), 33–40. <https://doi.org/10.56982/dream.v3i01.201>