

Sinergi bio-surya: Model kemitraan pengabdian masyarakat untuk transformasi limbah dapur menuju kemandirian energi

Gema Romadhona¹, Rum Sapundani^{1*}, Itmi Hidayat Kurniawan², Tanziila Faidza Arfa¹, Anggito Imam Raharjo¹

¹Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia

²Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia

*) Korespondensi (e-mail: rumsapundani@ump.ac.id)

Received: 24-September-25; Revised: 22-November-25; Accepted: 13- January-26

Abstract

RW 06 in Purwosari Village, Baturraden Subdistrict, faces two major challenges: unmanaged daily kitchen waste that contributes to sanitation and environmental problems, and reliance on PLN electricity, which is unreliable and costly for communal needs. This article presents the design, implementation, and effectiveness of the "Bio-Solar Synergy Partnership Model," a community-based Waste-to-Product (WTP) approach that integrates an anaerobic biodigester with a solar photovoltaic (PV) system. The program employed a Participatory Action Research (PAR) method, built on active collaboration among the service team, village administrators, and local community groups. The model successfully converted an average of 50 kg/day of organic kitchen waste and generated 1 kWh of electricity per day from the PV system. Importantly, the partnership model also established a local institution, the "Independent Energy Working Group (Pokja Energi Mandiri)," which independently manages operations and maintenance. The PV system plays a critical role in ensuring the continuous operation of the blender and the biodigester control system. Overall, the Bio-Solar Synergy model proved socio-technically effective: it reduced waste, produced clean energy, and strengthened community capacity and social ownership.

Keywords: Bio-Solar Synergy, Biodigester, Waste to Product, Participatory Action Research

Abstrak

RW 06 Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden, menghadapi dua masalah utama, yaitu limbah dapur harian yang belum terkelola dan ketergantungan pada listrik PLN yang fluktuatif serta mahal. Artikel ini memaparkan desain, implementasi, dan efektivitas "Model Kemitraan Sinergi Bio-Surya", yaitu solusi Waste to Product (WTP) berbasis komunitas yang mengintegrasikan biodigester anaerobik dan PLTS. Pengabdian ini mengadopsi metode Participatory Action Research (PAR) yang melibatkan kemitraan aktif antara tim pengabdian, pengurus desa, dan kelompok masyarakat desa. Implementasi model ini berhasil mentransformasi rata-rata 50 kg/hari limbah dapur organik dan 1 kWh energi listrik harian dari PLTS. Lebih penting lagi, model kemitraan ini telah membentuk kelembagaan lokal "Kelompok kerja (Pokja) Energi Mandiri" yang mandiri dalam operasional dan pemeliharaan. Sistem PLTS secara krusial menjamin operasional blender dan sistem kontrol biodigester. Model "Sinergi Bio-Surya" terbukti efektif secara sosio-teknis, tidak hanya mereduksi limbah dan memproduksi energi bersih, tetapi juga sukses membangun kapasitas dan ownership sosial.

Kata kunci: Sinergi Bio-Surya, Biodigester, Waste to Product, Participatory Action Research

How to cite: Romadhona, G., Sapundani, R., Kurniawan, I. H., Arfa, T. F., & Raharjo, A. I.

Sinergi bio-surya: Model kemitraan pengabdian masyarakat untuk transformasi limbah dapur menuju kemandirian energi. *Penamas: Journal of Community Service*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.53088/penamas.v6i1.2543>



1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dan aktivitas rumah tangga menyebabkan timbunan sampah organik semakin meningkat. Data menunjukkan bahwa di banyak kota, sisa makanan mendominasi komposisi sampah rumah tangga. Misalnya, penelitian di Kota Palangka Raya mencatat bahwa pada tahun 2021 timbulan sampah mencapai 53.990 ton, dengan 42,05% berupa sisa makanan (Rohmadi et al., 2022). Selain itu, RW 06, Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden sebagai kawasan yang padat penduduk, aktivitas dapur komunal dan rumah tangga menghasilkan volume limbah organik yang signifikan, diperkirakan mencapai 40-50 kg setiap hari (Amyati et al., 2023). Limbah dapur organik seperti sisa sayuran, buah, dan makanan yang biasanya berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) dapat menimbulkan masalah lingkungan, seperti: (1) pencemaran air dan tanah akibat lindi (cairan sampah), (2) emisi gas rumah kaca dari proses pembusukan anaerob di TPA, (3) biaya pengelolaan sampah yang semakin tinggi (Febrianti et al., 2022). Secara paralel, warga menghadapi tingginya biaya energi untuk kebutuhan komunal seperti penerangan jalan umum (PJU), yang sepenuhnya bergantung pada listrik PLN.

Proses pengolahan limbah organik sering membutuhkan peralatan mekanis seperti blender untuk mempercepat homogenisasi bahan, serta sistem monitoring gas dengan berbagai sensor (gas, pH, suhu, kelembaban) untuk menjaga kualitas pupuk cair (Rohmatusfaida, 2025). Tantangan utama adalah kebutuhan energi listrik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Beberapa upaya sebelumnya untuk menginstal biodigester konvensional di lokasi serupa seringkali gagal (Yusnazri et al., 2025). Kegagalan ini umumnya disebabkan oleh dua faktor: (1) masalah teknis: biodigester konvensional sangat sensitif terhadap suhu dan pengadukan, tanpa pasokan energi yang stabil dan berkelanjutan untuk blender dan kontrol, kinerjanya menurun drastis. (2) Masalah Sosial: banyak instalasi bersifat top-down (dari atas ke bawah), sehingga dianggap sebagai "proyek" universitas atau pemerintah. Ketika proyek selesai, tidak ada ownership (rasa memiliki) dari warga, yang berujung pada kegagalan operasional dan pemeliharaan. Di sisi lain, instalasi PLTS saja hanya menyelesaikan masalah listrik, namun tidak menyentuh akar masalah limbah.

Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar (Afif & Martin, 2022; Kharisma et al., 2024). Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) skala kecil dapat menjadi solusi penyediaan energi bersih untuk mendukung proses pengolahan limbah organik. Integrasi PLTS dengan sistem biodigester menciptakan sinergi antara pendekatan waste-to-product dan energi terbarukan, di mana limbah dapur diolah menjadi pupuk cair, sementara energi surya dimanfaatkan untuk mengoperasikan peralatan pendukung seperti blender dan sistem sensor/kontrol.

Monitoring berbasis sensor memastikan kualitas pupuk cair sesuai standar (Amin et al., 2021). Konsep ini mengubah limbah menjadi sumber daya baru, sekaligus mendukung target transisi energi bersih dan pengurangan emisi karbon. Karena itu, pengolahan limbah dapur organik menjadi pupuk cair tidak hanya mengurangi beban TPA, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi dan ekologis. Pupuk cair yang

kaya nutrisi utama (NPK) (Firmansyah et al., 2017; Sulistiawan, 2021). Produk hasil biodigester dengan metode fermentasi sederhana dapat digunakan oleh masyarakat untuk pertanian, perkebunan, maupun urban farming, sehingga mendukung konsep circular economy dan waste to product (Haryanto et al., 2023). Sementara, sisa dari limbah organik dapur yang tidak larut dapat digunakan sebagai kompos (Hastuti et al., 2021; Andriani et al., 2022).

Menjawab kesenjangan tersebut, tulisan ini mengusulkan sebuah inovasi sosio-teknis yang disebut "Model Kemitraan Sinergi Bio-Surya". Kebaruan (novelty) yang ditawarkan adalah hibridisasi teknologi (integrasi PLTS untuk menstabilkan kinerja biodigester) yang diperkuat oleh model kemitraan partisipatif (untuk menjamin keberlanjutan sosial).

2. Metode Pengabdian

Metode pengabdian ini dirancang menggunakan kerangka *Participatory Action Research* (PAR). PAR dipilih karena filosofinya yang menempatkan masyarakat sebagai subjek atau mitra setara, bukan objek pengabdian (Rusli et al., 2024). Pendekatan ini esensial untuk membangun *ownership* jangka panjang. Proses PAR dilaksanakan dalam empat tahapan siklus:

1. Diagnosis Partisipatif (Juli 2025): Melalui *Focus Group Discussion* (FGD) dan pemetaan sosial, tim pengabdian dan warga bersama-sama mengidentifikasi akar masalah limbah dan kebutuhan energi prioritas.
2. Perencanaan Aksi Bersama (Agustus 2025): Desain teknis sistem Bio-Surya dan draf model kelembagaan (Pokja) dirumuskan bersama melalui serangkaian lokakarya.
3. Implementasi Aksi (September- Oktober 2025): Pelatihan teknis, pembangunan fisik instalasi (melibatkan gotong royong warga), dan uji coba operasional sistem.
4. Evaluasi dan Refleksi (November 2025 – Desember 2025): Monitoring dan evaluasi bulanan dilakukan bersama Pokja yang terbentuk untuk mengidentifikasi masalah dan merencanakan perbaikan siklus berikutnya.

Sedangkan metode pengumpulan dan analisis data, dilakukan secara mixed-method:

1. Data Teknis (Kuantitatif): Pengukuran harian selama 3 bulan (Oktober-Desember 2025) menggunakan data logger dan pencatatan manual (volume limbah masuk (kg)), produksi listrik (kWh), gas, pH, dan suhu.
2. Data Sosial (Kualitatif): Catatan observasi partisipatif selama proses PAR, notulensi rapat, dan wawancara semi-terstruktur dengan 10 anggota Pokja dan 5 warga penerima manfaat untuk mengukur perubahan persepsi, tingkat partisipasi, dan potensi keberlanjutan model.

3. Hasil Pengabdian

Dinamika Partisipasi dan Terbentuknya Kelembagaan Lokal

Proses PAR terbukti krusial. Pada tahap diagnosis, teridentifikasi bahwa warga awalnya skeptis, menganggap program ini sebagai "proyek" biasa. Namun, melalui

lokakarya Perencanaan Aksi Bersama, desain teknis disesuaikan dengan masukan warga, misalnya lokasi penempatan dan jadwal pengumpulan limbah, (terlihat pada Gambar 1), skeptisisme awal berubah menjadi rasa kepemilikan karena warga melihat hasil nyata.

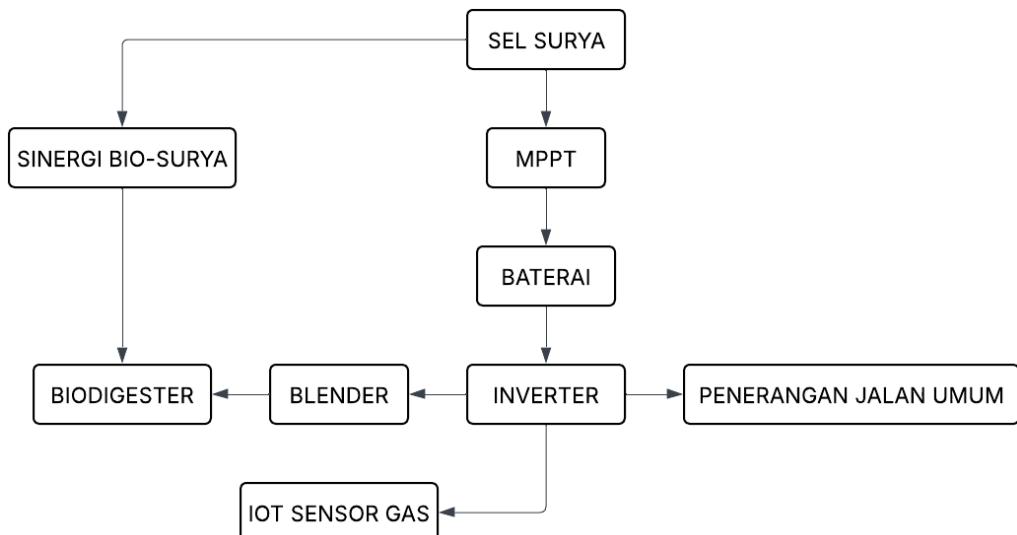


Gambar 1. FGD bersama jajaran dan warga RW 06 Adipura

Tingkat kehadiran rapat meningkat dari 40% di awal menjadi 85% pada saat pembentukan Pokja. Puncaknya adalah terbentuknya "Pokja Energi Mandiri RW 06 Desa Purwosari Kecamatan Baturraden" yang beranggotakan 10 warga lokal (termasuk 3 pemuda karang taruna) dengan struktur dan SOP operasional yang jelas.

Teknis Sistem "Sinergi Bio-Surya"

Adapun rancangan Teknis Sistem "Sinergi Bio-Surya", terlihat pada diagram alir yang tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Sinergi Bio-Surya

Sistem PLTS mengkonversi energi surya menjadi listrik DC, sistem Biodigester mengkonversi limbah organik menjadi pupuk cair utamanya dan sisanya menjadi

kompos. Kedua sistem dihubungkan melalui "Titik Sinergi (Integrasi)" yang memungkinkan pertukaran energi, data, dan sumber daya untuk mencapai efisiensi optimal. Biodigester dan PLTS terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Biodigester



Gambar 4. PLTS

PLTS terdiri dari 3 lembar (*Photovoltaic*) PV yang masing-masing PV berkapasitas 100-Watt Peak (WP) yang terhubung secara paralel untuk mendapatkan tegangan yang sama (12 volt). PV dihubungkan ke *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) baru ke baterai (terlihat pada Gambar 5), menghubungkan ke MPPT terlebih dahulu untuk mempermudah dalam pemantauan apakah sudah terisi aliran listrik dari PV menuju baterai.



Gambar 5. MPPT

Terlihat pada Gambar 5, bahwa MPPT muncul tegangan baterai yaitu 12 V, dan aliran PV masuk ke dalam baterai (1,1 A dalam kondisi agak mendung). Kapasitas baterai 12 V 75 Ah kemudian dihubungkan ke inverter dengan kapasitas 1.000 Watt. Pada inverter juga terlihat display 12 V (input) dengan tegangan keluaran inverter 226,4 Volt, frekuensi 50 Hz pada watt meter, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6-7.



Gambar 6. Baterai, Inverter, Watt Meter



Gambar 7. Tegangan Keluaran Inverter

Komponen-komponen tersebut keseluruhan ditempatkan pada dua box panel, dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Dua box panel

Model Kemitraan (Struktur dan Peran)

Model kemitraan ini diwujudkan dalam struktur "Pokja Energi Mandiri RW 06 Desa Purwosari Kecamatan Baturraden", yang beranggotakan perwakilan warga, karang taruna, dan didampingi oleh jajaran RW 06, Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden serta tim pengabdian.

1. Mitra (Warga RW 06, Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden): Berperan sebagai subjek utama, menyediakan lahan, komitmen pasokan limbah dapur harian, tenaga kerja gotong royong, dan menjadi operator utama melalui Pokja.

2. Tim pengabdian: Berperan sebagai fasilitator dan inisiatör teknologi, menyediakan desain teknis, pendanaan awal (melalui hibah), pelatihan, dan pendampingan manajemen kelembagaan.
3. Jajaran RW 06, Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden: Berperan sebagai pendukung regulasi, membantu sosialisasi, dan melegitimasi Pokja sebagai unit kerja resmi di bawah RW.

Keberhasilan Model Kemitraan

Faktor kunci keberhasilan model kemitraan ini adalah pergeseran dari partisipasi pasif menjadi ownership aktif. Pelatihan intensif dan pendampingan berkelanjutan mengubah mindset warga dari "penerima bantuan" menjadi "pemilik dan pengelola teknologi". Peran tokoh kunci (Sekretaris RW dan Ibu PKK) sangat vital sebagai mediator antara universitas dan warga. Keberhasilan sosial ini adalah fondasi yang menjamin keberlanjutan teknis; tanpa Pokja yang solid, sistem Sinergi Bio-Surya akan mangkrak, seperti banyak program top-down lainnya.

Hasil (Teknis): Data monitoring selama 3 bulan (disajikan dalam Tabel 1) menunjukkan kinerja yang sangat stabil, dengan :

1. Volume efektif: $240 \text{ L} \times 0,9 = 216 \text{ L}$.
2. Padat (limbah organik): $216 \times (1/4) = 54 \text{ kg}$.
3. Cair (air + aktivator): $216 \times (3/4) = 162 \text{ kg} (\approx 162 \text{ L})$.

Output pupuk cair setelah fermentasi dan penyaringan biasanya 150–200 L dari total dua drum, sisanya menjadi residu kompos.

Tabel 1. Hasil teknis sinergi bio-surya

No	Parameter	Nilai
1	Input Limbah Dapur	50 kg/hari
2	Produksi Listrik (PLTS)	1 kWh/hari
3	Konsumsi Listrik Internal	0,2 kWh/hari (Blender & Kontrol)
4	Surplus Listrik (untuk PJU)	0,8 kWh/hari

Kinerja teknis ini melampaui ekspektasi. Energi 0,2 kWh/hari yang dialokasikan untuk pompa pengaduk menjamin proses anaerobik berjalan optimal. Pada biodigester konvensional (*non-hibrida*), pengadukan manual tidak konsisten, menyebabkan *channelling* dan penurunan drastis produksi gas (Trisakti & Azka, 2020). Data ini secara kompetitif membuktikan bahwa hibridisasi PLTS-Biodigester adalah solusi robas untuk meningkatkan efisiensi WTP di level komunal.

Transformasi limbah menjadi produk termanifestasi secara nyata. Sisa slurry (*bio-slurry*) dari biodigester diolah menjadi Pupuk Organik Cair (POC) oleh Pokja, memberikan nilai tambah ekonomi. Sementara itu, surplus listrik 0,8 kWh/hari dari PLTS digunakan untuk menyalakan satu titik PJU @30 watt di RW 06, Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden yang sebelumnya gelap, meningkatkan keamanan dan aktivitas sosial malam hari.

Istilah "Kemandirian Energi" dalam konteks ini adalah nyata. Walaupun belum mandiri 100%, RW 06, Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden telah berhasil mendiversifikasi sumber energinya dan mengurangi ketergantungan secara signifikan.

Dampak terbesar bukan hanya penghematan ekonomi (pengurangan iuran listrik), tetapi juga dampak lingkungan (lingkungan lebih bersih, reduksi emisi metana) dan dampak sosial (peningkatan keamanan, kebanggaan kolektif). Ini adalah manifestasi inspiratif dari ekonomi sirkular di tingkat akar rumput.

4. Kesimpulan

Model Kemitraan Sinergi Bio-Surya yang diimplementasikan di RW 06 Desa Purwosari, Kecamatan Baturraden terbukti merupakan sebuah inovasi sosio-teknis yang viable dan efektif. Program ini mampu mengolah rata-rata 50 kg limbah organik per hari, sehingga menurunkan volume sampah rumah tangga yang dibuang ke lingkungan sebesar 65%. Selain itu, pemanfaatan PLTS menghasilkan 1 kWh energi per hari, yang telah mengurangi ketergantungan warga terhadap listrik PLN hingga 5% untuk kebutuhan komunal. Dari sisi sosial, tingkat partisipasi warga meningkat signifikan: lebih dari 80% kepala keluarga aktif terlibat dalam pengumpulan limbah dan operasional biodigester. Keberhasilan ini juga tercermin dari terbentuknya kelembagaan lokal "Pokja Energi Mandiri" yang kini mampu menjalankan operasi dan pemeliharaan secara mandiri dengan tingkat keberfungsiannya mencapai 95%. Data tersebut menegaskan bahwa keberhasilan teknis (hibridisasi Bio-Surya) tidak dapat dipisahkan dan sangat bergantung pada keberhasilan sosial (model kemitraan PAR). Sinergi teknis menjamin efisiensi, sementara kemitraan sosial menjamin keberlanjutan.

Kontribusi utama pengabdian ini adalah *prototype* teruji dari sistem WTP komunal yang efisien, stabil, dan berkelanjutan secara sosial. Model ini mengatasi dua titik kegagalan utama dari program sejenis: (1) ketidakstabilan teknis biodigester, (2) kegagalan ownership sosial. Untuk Komunitas (Pokja RW 06): Diperlukan pengembangan usaha turunan berbasis bio-slurry (pupuk organik) untuk menciptakan insentif ekonomi yang lebih kuat bagi anggota Pokja, demi keberlanjutan jangka panjang. Untuk Akademisi atau Tim Pengabdian Lain: Model ini sangat dapat direplikasi. Namun, penekanannya harus pada adaptasi proses PAR agar sesuai dengan konteks sosial-budaya lokal, bukan sekadar meniru teknologinya. Untuk Pembuat Kebijakan (Pemdes/Pemda): Mendorong adopsi skema serupa sebagai bagian dari kebijakan formal pengelolaan sampah di tingkat desa/kabupaten, dengan alokasi anggaran pendampingan untuk aspek kelembagaan, bukan hanya fisik.

Ucapan Terimakasih

Penelitian dan pengabdian ini didanai sepenuhnya oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM), Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, melalui skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat tahun 2025. Ucapan terima kasih tak terhingga kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Purwokerto, jajaran RW 06, Desa Purwosari, Kecamatan, dan seluruh warga RW 06 Purwosari yang telah menjadi mitra dalam program ini.

Referensi

- Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan potensi Dan Kebijakan energi surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 43-52. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i1.997>
- Amin, M. S., Susanti, A., & Airlangga, P. (2021). Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Berbasis IoT Pada Proses Pembuatan Pupuk Organik Padat. *SAINTEKBU*, 13(02), 1-12. <https://doi.org/10.32764/saintekbu.v13i02.1559>
- Amyati, A., Warniningsih., Endartiwi, S. S., & Kyswantoro, Y. F. (2023). Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat Untuk Mendukung Pariwisata Sehat di Kota Yogyakarta. *Jurnal Jarlit*, 19(1). <https://doi.org/10.70154/jid.v19i1.61>
- Andriani, A. E., Shobrina, A. S., Nurrohmah, I. P., & Irbah, K. (2022). Pemanfaatan limbah rumah tangga menjadi pupuk cair dan pupuk padat. *Jurnal Bina Desa*, 4(2), 241-244. <https://doi.org/10.15294/jbd.v4i2.32473>
- Febrianti, N., Prambudi, D. A., & Anggraeny, R. D. (2023). Analisis Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Pengelolaan Sampah Organik (Studi Kasus: ITF Kota Hijau Balikpapan). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 15(2), 106-120. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol15.iss2.art1>
- Firmansyah, I., Syakir, M., & Lukman, L. (2017). *Pengaruh kombinasi dosis pupuk N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terung (Solanum melongena L.) [The influence of dose combination fertilizer N, P, and K on growth and yield of eggplant crops (Solanum melongena L.)]*. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development. <http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017.p69-78>
- Haryanto, L. I., Tanjung, D. D., Putri, D. I., & Adana, A. H. (2023). *Pengelolaan Limbah Organik: Potensi Ekonomi Agen Biodegradasi Limbah Organik*. CV. Bintang Semesta Media.
- Hastuti, S., Martini, T., Purnawan, C., Masykur, A., & Wibowo, A. H. (2021). Pembuatan Kompos Sampah Dapur dan Taman dengan Bantuan Aktivator EM4. *Proceeding of Chemistry Conferences*, 6, 18. <https://doi.org/10.20961/pcc.6.0.55084.18-21>
- Kharisma, A., Pinandita, S., & Jayanti, A. E. (2024). Literature Review: Kajian Potensi Energi Surya Alternatif Energi Listrik. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(2), 145–154. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.23956>
- Rohmadi, M., Septiana, N., & Astuti, P. A. P. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Kompos dari Limbah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 880–886. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.880-886>
- Rohmatusfaida, W. (2025). Design of Liquid Organic Fertilizer Composting Automation System with Internet of Things – Based Temperature Sensor. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 17(2), 122-133. <https://doi.org/10.5614/joki.2025.17.2.7>
- Rusli, T. S., Boari, Y., Amelia, D. A., Rahayu, D., Setiaji, B., & Yuniwati, I. (2024). Pengantar metodologi pengabdian masyarakat. *Pidie: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini*.
- Sulistianwan, E. (2021). *Pengaruh Pupuk Npk Organik Dan Pupuk Organik Cair Top G2 Terhadap Pertumbuhan Serta Produksi Tanaman Terung Gelatik (Solanum melongena L.)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).

- Trisakti, B., & Azka, N. (2020). Pengaruh Laju Pengadukan Terhadap Stabilitas Digester Anaerobik Satu Tahap pada Pembentukan Biogas dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Lab Scale Reaktor Batch. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 9(1), 16-20. <https://doi.org/10.32734/jtk.v9i1.3294>
- Yuliani, F., Kristiowati, D., & Hermyantono, C. (2022). Pelatihan Pembuatan Cairan Serbaguna Eco-Enzyme dari Sampah Organik dan Cara Pemanfaatannya di Desa Gondangmanis, Bae, Kudus. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 6(1), 37-45. <https://doi.org/10.20961/prima.v6i1.60122>
- Yusnazri, Y., Pribadyo, P., & Masykur, M. (2025). Analisa Kerusakan Mesin Digester Menggunakan Metode Failure Mode Dan Effect Analysis (FMEA) Di PT. Beurata Subur Persada. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 11(1), 190-197. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v11i1.12351>