

Implementasi Biodigester dari Limbah Isi Rumen Sapi Sebagai Solusi Pencemaran Lingkungan di Rumah Potong Hewan (RPH) Kaliwates

Zeni Ulma¹, Risse Entikaria Rachmanita^{1*}, Michael Joko Wibowo¹, Nur Faizin¹, Yuli Hananto¹

Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

zeni@polije.ac.id, risse_rachmanita@polije.ac.id, michael@polije.ac.id, nur.faizin@polije.ac.id, yulihananto@polije.ac.id

Abstrak

Permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah isi rumen sapi (IRS) di Rumah Potong Hewan (RPH) Kaliwates, Kabupaten Jember, mendorong perlunya solusi berbasis teknologi tepat guna yang ramah lingkungan. Program ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem biodigester sebagai bentuk pengelolaan limbah IRS menjadi energi alternatif dan pupuk organik. Kegiatan dilakukan secara partisipatif dengan pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) dan integrasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). Tahapan pelaksanaan meliputi benchmarking, pembangunan dan instalasi biodigester tipe *fixed dome* berkapasitas 7,5 m³, pengolahan *sludge* menjadi pupuk kompos, edukasi sistem kerja biodigester, pelatihan wirausaha rumahan, serta monitoring dan evaluasi program. Hasilnya, biodigester menghasilkan 1,875 m³ biogas per hari yang dimanfaatkan untuk penerangan dan bahan bakar memasak oleh warga sekitar, serta 150 kg *sludge* per hari yang diolah menjadi pupuk kompos. Kegiatan ini memberikan manfaat ekologis melalui pengurangan pencemaran dan emisi gas rumah kaca, sekaligus manfaat

ekonomi melalui penghematan energi dan peningkatan pendapatan masyarakat. Seluruh luaran program telah terealisasi 100%, menunjukkan keberhasilan program dalam mendukung keberlanjutan lingkungan, ketahanan energi, dan pemberdayaan masyarakat. Dengan demikian, sistem biodigester terpadu ini memiliki potensi besar untuk direplikasi secara nasional sebagai solusi berkelanjutan dalam pengelolaan limbah peternakan di Indonesia.

Kata Kunci: biodigester, biogas, limbah rumen, pemberdayaan masyarakat, pupuk organik

Abstract

Environmental pollution caused by untreated cattle rumen content (CRC) waste at the Kaliwates Slaughterhouse (RPH) in Jember Regency necessitates the implementation of an appropriate and eco-friendly technological solution. This community service program aims to utilize a biodigester system to convert CRC waste into renewable energy and organic fertilizer. The program was carried out using a participatory approach, incorporating Problem-Based Learning (PBL) and

the Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) curriculum framework. Activities included benchmarking, the construction and installation of a fixed dome-type biodigester with a capacity of 7.5 m³, processing of biogas sludge into compost, system operation training, household entrepreneurship development, and program monitoring and evaluation. The installed biodigester successfully produced approximately 1.875 m³ of biogas per day, which was used for lighting and cooking fuel by surrounding households. Additionally, about 150 kg of sludge was processed daily into high-quality compost. This program produced significant ecological benefits by reducing pollution and greenhouse gas emissions, while also generating economic value through energy savings and increased household income. All targeted program outcomes were achieved, demonstrating the effectiveness of this model in promoting environmental sustainability, energy resilience, and community empowerment. Thus, this integrated biodigester system holds great potential for national replication as a sustainable solution for livestock waste management in Indonesia.

Keywords : biodigester, biogas, rumen waste, community empowerment, organic fertilizer

DOI:

<https://doi.org/10.57119/abdimas.v4i1.148>

*Correspondensi: Risse Entikaria
Rachmanita

Email: risse_rachmanita@polije.ac.id

Received: 10-06-2025

Accepted: 28-06-2025

Published: 30-06-2025



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Copyright: © 2025 by the authors.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Jember, yang terletak di Provinsi Jawa Timur, memiliki potensi peternakan yang cukup besar dan didukung oleh keberadaan Rumah Potong Hewan (RPH) yang tersebar di berbagai wilayah. RPH memiliki fungsi vital dalam menjamin keamanan pangan, khususnya dalam proses pemotongan hewan yang higienis dan sesuai dengan standar kesehatan masyarakat veteriner (Dinas Peternakan Jawa Timur, 2022). Di Kabupaten Jember sendiri, terdapat 11 unit RPH yang aktif beroperasi, terdiri atas 10 RPH sapi dan 1 RPH babi. Aktivitas pemotongan hewan di RPH bervariasi setiap harinya antara 3 hingga 10 ekor, tergantung pada permintaan lokal. Namun, pada hari-hari besar keagamaan seperti Idul Adha, jumlah pemotongan dapat melonjak hingga 35–45 ekor per hari (BPS Kabupaten Jember, 2023) (Dinas Peternakan Jawa Timur, 2022).

Dari proses pemotongan tersebut, dihasilkan limbah organik yang cukup besar, salah satunya adalah Isi Rumen Sapi (IRS), yang mencapai sekitar 8–10% dari bobot total sapi (Kocu et al., 2018). Limbah ini sebagian besar terdiri dari bahan organik yang belum tercerna seperti rumput, jerami, dan cairan rumen, yang bila tidak dikelola dengan baik, dapat mencemari lingkungan sekitar. Salah satu RPH yang menghadapi tantangan pengelolaan limbah IRS secara serius adalah RPH Kaliwates. Terletak di pusat kota Jember dan berdekatan dengan permukiman padat penduduk, RPH ini merupakan salah satu RPH dengan intensitas pemotongan tertinggi, yaitu sekitar 5–10 ekor sapi per hari.

Akan tetapi, pengelolaan limbah ternak—terutama di sektor pemotongan hewan—belum menjadi prioritas di banyak daerah di Indonesia. Limbah organik seperti isi rumen, kotoran ternak, dan darah masih sering dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai. Kurangnya perhatian terhadap pengelolaan limbah ini menimbulkan berbagai persoalan ekologis dan kesehatan masyarakat, seperti pencemaran air, penyebaran penyakit, dan pelepasan gas rumah kaca. Ketidadaan sistem pengelolaan limbah yang terintegrasi tidak hanya menghambat pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), tetapi juga memperbesar risiko lingkungan di kawasan urban maupun peri-urban yang memiliki aktivitas peternakan intensif.

Pada RPH Kaliwates, limbah IRS kerap dibuang langsung ke badan air terbuka seperti sungai, tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Kondisi ini memicu penyumbatan saluran, penumpukan material organik, dan pencemaran air. Situasi diperburuk pada musim kemarau, ketika debit air sungai menurun drastis dan menyebabkan aliran limbah menjadi stagnan. Dalam kondisi anaerobik, penumpukan IRS dapat menghasilkan gas berbahaya seperti metana dan amonia yang tidak hanya mencemari udara, tetapi juga mempercepat perubahan iklim (Gerardi, 2003; IPCC, 2021). Akses pembuangan limbah IRS ke Sungai Wedadung disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pintu pembuangan limbah IRS ke sungai di RPH Kaliwates

Kondisi lingkungan yang tercemar ini tidak hanya mengganggu kenyamanan warga sekitar, tetapi juga menimbulkan risiko kesehatan masyarakat, seperti meningkatnya vektor penyakit dari limbah organik, serta turunnya kualitas air tanah dan permukaan. Oleh karena itu, pendekatan alternatif yang berkelanjutan diperlukan untuk mengatasi masalah ini.

Salah satu solusi inovatif yang mulai dikembangkan adalah pemanfaatan limbah IRS sebagai bahan baku produksi biogas. Biogas merupakan energi terbarukan yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik oleh mikroorganisme, yang menguraikan bahan organik seperti kotoran ternak dalam kondisi tanpa oksigen. Proses ini menghasilkan dua produk utama, yaitu biogas (yang sebagian besar terdiri dari metana dan karbon dioksida) dan digestat, yaitu residu cair atau padat yang kaya akan unsur hara dan dapat digunakan sebagai pupuk organik (Surendra et al., 2014; Matheri et al., 2016, Ramli, dkk., 2015).

Pemanfaatan IRS sebagai bahan baku biogas memiliki beberapa keunggulan. Selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan, teknologi ini juga menghasilkan energi alternatif yang bersih dan murah, serta mendukung upaya transisi energi di tingkat rumah tangga dan komunitas. Di sisi lain, digestat yang dihasilkan juga dapat mendukung pertanian berkelanjutan melalui peningkatan kesuburan tanah secara alami (Lansing et al., 2008). Pendekatan ini selaras dengan prinsip ekonomi sirkular yang mendorong pemanfaatan limbah sebagai sumber daya baru.

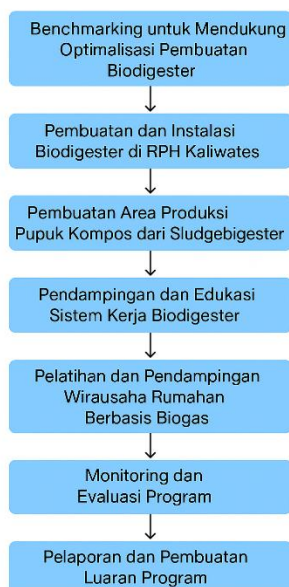
Sejalan dengan hal tersebut, program Kemitraan dalam Pemberdayaan Masyarakat dan Efisiensi Tatakelola Pemerintahan hadir sebagai bentuk kepedulian terhadap permasalahan masyarakat. Program ini bertujuan untuk mengintegrasikan ilmu pengetahuan terapan dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat melalui teknologi pengolahan IRS menjadi biogas. Dengan menerapkan sistem digester skala rumah tangga atau komunitas, masyarakat sekitar RPH diharapkan dapat memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar alternatif untuk memasak, menggantikan gas LPG atau kayu bakar. Pendekatan ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon dan pencemaran air, tetapi juga mengurangi pengeluaran rumah tangga untuk energi, serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya sanitasi lingkungan.

Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model percontohan dalam pengelolaan limbah peternakan berbasis masyarakat yang berorientasi pada kebersihan lingkungan, kesehatan

masyarakat, dan efisiensi ekonomi. Pengelolaan IRS melalui teknologi biogas dapat menjadi strategi tepat dalam mendukung pembangunan berkelanjutan, khususnya pada sektor peternakan dan energi alternatif.

I. METODE

Metode pelaksanaan program pemberdayaan masyarakat ini disusun secara partisipatif, kolaboratif, dan berbasis pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL), dengan melibatkan tim dosen, mahasiswa, mitra RPH Kaliwates, dan Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Kabupaten Jember. Kegiatan ini juga diarahkan untuk mendukung implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). *Flowchart* tahapan kegiatan pelaksanaan pengabdian masyarakat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* tahapan kegiatan

Adapun penjelasan tahapan kegiatan Gambar 2 adalah sebagai berikut:

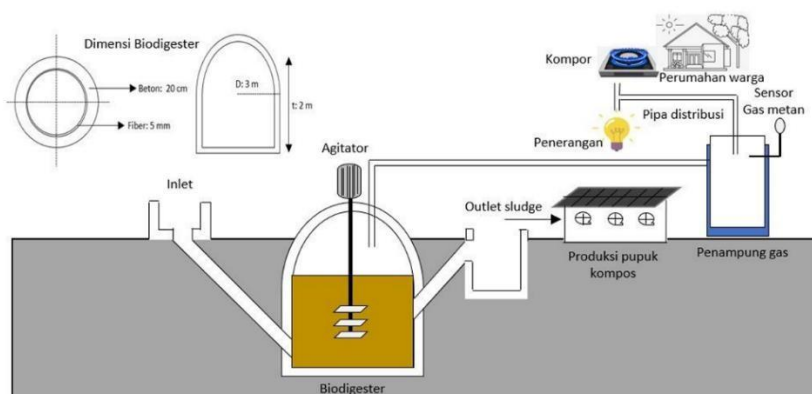
1. Benchmarking untuk Mendukung Optimalisasi Pembuatan Biodigester

Tahapan awal dimulai dengan kegiatan benchmarking yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan teknis dan strategi perencanaan dalam pembangunan serta instalasi biodigester. *Benchmarking* ini telah dilaksanakan oleh tim pelaksana di Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Mesin dan Teknik Industri (BBPPMPV BMTI) Cimahi, Jawa Barat. Hasil benchmarking digunakan sebagai rujukan teknis dan manajerial dalam pengembangan reaktor biogas yang akan diterapkan di RPH Kaliwates.

2. Pembuatan dan Instalasi Biodigester di RPH Kaliwates

Setelah *benchmarking*, kegiatan dilanjutkan dengan pembuatan biodigester di area RPH Kaliwates. Proses ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama: perancangan teknis reaktor, pembangunan konstruksi, instalasi sistem distribusi biogas, serta pengujian kinerja awal. Biodigester yang dibangun berkapasitas 8 m³

dengan tipe *fixed dome*, berbahan dasar beton bertulang, sesuai dengan kebutuhan kapasitas limbah rumen harian di RPH (Erfiani, dkk, 2023; Faizin, dkk., 2024; Yusmiati, dkk., 2018). Desain biodigester yang akan diterapkan di RPH Kaliwates seperti pada Gambar 3. Untuk mendukung transfer teknologi, tim pengabdian juga menyusun dan menyerahkan buku pedoman pengoperasian biodigester kepada mitra. Kegiatan ini melibatkan mahasiswa dari berbagai program studi, sebagai bagian dari integrasi kurikulum PBL dan MBKM.



Gambar 3. Desain Biodigester

3. Pembuatan Area Produksi Pupuk Kompos dari Sludge Biodigester

Tahapan selanjutnya adalah pemanfaatan sludge (residu padat) hasil fermentasi anaerobik menjadi pupuk organik (Nganji, dkk., 2023; Anwar, dkk. 2024). Untuk itu, tim membangun area khusus produksi pupuk kompos di dalam kompleks RPH Kaliwates. Sarana dan prasarana pendukung seperti unit pengaduk, alat pencacah, serta sistem aerasi telah dipasang dan siap digunakan. Proses ini juga melibatkan mahasiswa serta mitra lokal sebagai bentuk transfer pengetahuan dan pemberdayaan berbasis agroindustri sirkular. Area ini menjadi model pemanfaatan limbah padat menjadi produk bernilai ekonomi dan ramah lingkungan (Budiarto, dkk., 2014; Budyanto, dkk., 2013).

4. Pendampingan dan Edukasi Sistem Kerja Biodigester

Tim pengabdian melaksanakan kegiatan pendampingan secara intensif kepada tenaga teknis RPH Kaliwates serta staf dari Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Kabupaten Jember. Tujuannya adalah untuk memastikan pemahaman dan keterampilan dalam mengoperasikan sistem biodigester secara mandiri dan berkelanjutan. Selain itu, masyarakat yang tinggal di sekitar RPH juga dilibatkan dalam kegiatan ini guna meningkatkan literasi lingkungan, khususnya terkait pemanfaatan limbah isi rumen sapi yang sebelumnya menjadi permasalahan utama. Proses pendampingan juga menjadi bagian dari implementasi pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) bagi mahasiswa.

5. Pelatihan dan Pendampingan Wirausaha Rumahan Berbasis Biogas

Dalam rangka meningkatkan manfaat ekonomi dari pemanfaatan biogas, tim pengabdian menyelenggarakan pelatihan dan pendampingan wirausaha rumahan bagi masyarakat sekitar RPH. Biogas yang dihasilkan dari sistem biodigester disalurkan ke beberapa rumah warga untuk digunakan sebagai bahan bakar memasak. Kegiatan ini tidak hanya mengurangi pengeluaran energi rumah tangga, tetapi juga

mendorong pengembangan produk olahan berbasis biogas (misalnya produksi kuliner lokal). Selain pelatihan teknis, masyarakat juga dibekali dengan keterampilan pemasaran melalui pelatihan digital marketing. Seluruh rangkaian kegiatan dilaksanakan bersama Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Kabupaten Jember serta melibatkan mahasiswa sebagai fasilitator lapangan.

6. Monitoring dan Evaluasi Program

Untuk menjamin mutu dan keberlanjutan program, tim pengabdian melaksanakan kegiatan monitoring dan evaluasi (monev) secara berkala. Monev internal dilakukan dua kali selama masa pelaksanaan, sementara monev eksternal dilaksanakan dengan melibatkan mitra dari dinas terkait serta pihak akademik.

7. Pelaporan dan Pembuatan Luaran Program

Tahapan akhir dari kegiatan adalah pelaporan dan penyusunan luaran program sesuai dengan proposal yang telah disetujui. Seluruh output telah terealisasi 100%, meliputi: (1) instalasi biodigester berkapasitas 8 m³ yang berfungsi dengan baik; (2) pembangunan area produksi pupuk kompos yang telah dilengkapi peralatan; dan (3) terbentuknya unit wirausaha rumahan berbasis pemanfaatan biogas. Seluruh hasil kegiatan ini terdokumentasi dalam bentuk laporan tertulis, video dokumenter, dan artikel pengabdian yang direncanakan akan disubmit pada jurnal pengabdian nasional terakreditasi.

Berikut adalah Tabel 1 yang menjelaskan peran dan kontribusi mitra dalam kegiatan pengabdian masyarakat.

Tabel 1. Mitra dan Peran dalam Pelaksanaan Program Pengabdian

No.	Mitra	Peran dan Kontribusi
1	RPH Kaliwates	– Menyediakan lokasi instalasi biodigester dan area kompos – Menyediakan data teknis limbah IRS – Menugaskan personel untuk pelatihan pengoperasian alat – Menyediakan jaringan distribusi gas lokal
2	Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Kabupaten Jember	– Memberikan dukungan kebijakan dan koordinasi lintas sektor – Memfasilitasi penyebaran informasi kepada petani dan warga sekitar – Menugaskan pendamping teknis dalam kegiatan pelatihan dan monev
3	Tim Dosen Pengabdi (Politeknik Negeri Jember)	– Perancangan teknologi dan sistem biodigester – Penyusunan modul pelatihan dan buku pedoman teknis – Pendampingan teknis, pelatihan, dan monev – Dokumentasi dan publikasi hasil kegiatan
4	Mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan	– Terlibat langsung dalam seluruh tahapan kegiatan (MBKM) – Membantu konstruksi dan instalasi sistem – Berperan sebagai fasilitator pelatihan dan pendampingan lapangan – Mendukung survei dan evaluasi kegiatan
5	Masyarakat Sekitar RPH Kaliwates (5 KK penerima manfaat)	– Menerima instalasi biogas rumah tangga – Menjadi peserta pelatihan wirausaha dan digital marketing

No.	Mitra	Peran dan Kontribusi
		– Mengembangkan produk rumah tangga berbasis biogas (kuliner/dapur energi alternatif)
6	Kelompok Tani Kecamatan Patrang, Sumpersari, Kaliwates	– Menjadi penerima manfaat pupuk kompos – Memberikan umpan balik terhadap kualitas pupuk – Menjalin kerja sama pemasaran produk kompos organik
7	BBPPMPV BMTI Cimahi	– Menjadi tempat benchmarking awal – Memberikan referensi teknis tentang desain dan manajemen biodigester – Menjadi mitra penjamin mutu rancang bangun sistem

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Benchmarking untuk Mendukung Optimalisasi Pembuatan Biodigester

Benchmarking yang dilaksanakan di BBPPMPV BMTI Cimahi memberikan kontribusi signifikan dalam perancangan sistem biodigester yang sesuai dengan kondisi lapangan seperti pada Gambar 4. Tim mendapatkan informasi teknis tentang desain biodigester skala kecil hingga menengah, sistem distribusi gas, serta metode pemeliharaan reaktor. Kegiatan ini memperkuat kompetensi tim pengabdian dalam memilih tipe reaktor (*fixed dome*), bahan konstruksi, dan sistem pengumpulan limbah. Benchmarking penting sebagai tahapan awal untuk menghindari trial-error di lapangan. Hasil benchmarking memastikan bahwa teknologi yang diadopsi sesuai dengan kapasitas limbah harian di RPH Kaliwates serta mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan kemudahan perawatan oleh mitra lokal.



Gambar 4. Tim melaksanakan kegiatan Benchmarking di BBPPMPV BMTI Cimahi

2. Pembuatan dan Instalasi Biodigester di RPH Kaliwates

a. Desain dan Tipe Biodigester

Biodigester yang telah diimplementasikan di RPH Kaliwates merupakan biodigester tipe *fixed dome tanam* dengan kapasitas volume digester sebesar 7,5 m³ seperti pada Gambar 5. Reaktor ini

dirancang untuk mengolah limbah organik berupa isi rumen sapi (IRS) hasil dari proses pemotongan harian. Kapasitas tersebut dirancang untuk mengolah limbah IRS harian dari sekitar 5–10 ekor sapi per hari, dengan efisiensi optimal.

- Material konstruksi menggunakan kombinasi beton bertulang setebal 20 cm untuk struktur utama, dan lapisan fiber 5 mm untuk lapisan dalam guna mencegah kebocoran serta meningkatkan daya tahan terhadap tekanan gas dan korosi biologis.
- Sistem ini dilengkapi dengan inlet (saluran masuk limbah), ruang fermentasi anaerob, pipa penyalur gas, dan *outlet sludge* sebagai hasil samping berupa digestat atau lumpur biogas.



Gambar 5. Biodigester di RPH Kaliwates

b. Produksi dan Pemanfaatan Biogas

Berdasarkan hasil operasional awal, sistem menghasilkan $\pm 1,875 \text{ m}^3$ biogas per hari, yang cukup untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif untuk kompor gas di dua rumah tangga masyarakat sekitar RPH, terutama dalam mendukung usaha kuliner rumahan sehingga mengurangi ketergantungan pada LPG subsidi.

3. Pembuatan Area Produksi Pupuk Kompos dari Sludge Biodigester

Sludge hasil fermentasi yang semula dianggap limbah berhasil dimanfaatkan menjadi bahan baku kompos. Area produksi kompos dilengkapi fasilitas pengering, pengaduk manual, dan tempat fermentasi aerobik. Uji awal kompos menunjukkan nilai C/N ratio mendekati ideal (sekitar 15–20), menunjukkan bahwa sludge memiliki potensi besar sebagai pupuk organik. Pemanfaatan *sludge* menjadi kompos menunjukkan integrasi prinsip ekonomi sirkular. Ini tidak hanya mengurangi limbah padat tetapi juga menambah nilai ekonomi melalui produk turunan. Area ini kini dapat menjadi sumber pupuk organik bagi petani lokal atau warga sekitar RPH yang memiliki lahan pekarangan.

Sistem dilengkapi dengan unit penampungan sludge/digestat yang menghasilkan $\pm 150 \text{ kg/hari}$ bahan organik semi padat yang kemudian difermentasi aerobik menjadi pupuk kompos siap pakai.

- Proses komposting dilakukan dalam bak fermentasi terbuka dengan aerasi pasif, dibantu oleh starter mikroba lokal dan jerami sebagai bahan pembanding C/N ratio.

- Kompos yang dihasilkan telah melalui pengujian kualitas awal dengan parameter C/N ratio, kadar air, dan kadar hara makro (N-P-K) dan menunjukkan hasil yang sesuai untuk standar pupuk organik padat.

Pupuk ini dipasarkan kepada kelompok tani sekitar Kabupaten Jember, khususnya yang berada di Kecamatan Patrang, Sumbersari, dan Kaliwates, sebagai bagian dari strategi sirkular ekonomi desa.

Dampak langsung:

- Pengurangan potensi pencemaran limbah padat organik di area RPH.
- Tambahan pendapatan dari penjualan pupuk organik dengan harga pasar $\pm$ Rp 500–1.000/kg.
- Peningkatan produktivitas pertanian lokal dari akses pupuk organik murah dan berkualitas.

IPTEK yang diterapkan mencerminkan integrasi pendekatan ekoteknologi dan prinsip zero-waste, dengan karakteristik pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Sistem Pembuatan Pupuk Kompos dari Sludge Biodigester

Komponen	Fungsi	Manfaat
Beton 20 cm + fiber 5 mm	Struktur tahan tekanan dan anti-korosi	Keamanan jangka panjang
Inlet IRS	Masukan bahan baku limbah	Efisiensi alur operasional
Reaktor anaerob	Tempat fermentasi	Produksi energi terbarukan
Penampung gas	Penyimpanan gas metana	Pengganti LPG/fuel
Outlet sludge	Produksi pupuk organik	Dukungan pertanian berkelanjutan

Sistem ini mampu mengubah limbah organik menjadi energi dan produk bernilai ekonomi, sehingga tidak hanya menjawab isu sanitasi lingkungan tetapi juga meningkatkan resiliensi ekonomi masyarakat dan RPH.

Implementasi kegiatan melibatkan mahasiswa dalam semua tahapan dari perancangan, konstruksi, pengujian, hingga pelatihan operasional dan edukasi kepada masyarakat. Ini menjadi bentuk nyata dari implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) dan pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis lapangan.

4. Pendampingan dan Edukasi Sistem Kerja Biodigester

Pelatihan dan edukasi kepada petugas RPH dan perwakilan Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan dilaksanakan dalam dua sesi utama: teori (prinsip kerja, manajemen limbah) dan praktik (pengoperasian, pemeliharaan, *troubleshooting*) seperti pada Gambar 6. Peserta menyatakan peningkatan pemahaman signifikan, ditunjukkan dengan kemampuan mengelola sistem tanpa pendampingan langsung. Pendampingan ini penting agar program tidak hanya bergantung pada keberadaan tim pengabdian. Transfer pengetahuan kepada mitra menjamin keberlanjutan jangka panjang dan membuka peluang replikasi teknologi ke RPH lain di Kabupaten Jember.



Gambar 6. Pendampingan dan Edukasi Sistem Kerja Biodigester di RPH Kaliwates

5. Pelatihan dan Pendampingan Wirausaha Rumahan Berbasis Biogas

Pelatihan dan pendampingan wirausaha rumahan berbasis biogas melibatkan pengurus RPH Kaliwates dan lima kepala keluarga. Materi pelatihan tentang pemanfaatan biogas untuk produksi makanan olahan bakso. Pelatihan digital marketing juga diberikan, dengan hasil awal berupa akun media sosial dan katalog produk. Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif memperluas dampak sosial dan ekonomi dari kegiatan ini. Selain meningkatkan efisiensi energi rumah tangga, pendekatan ini juga memberdayakan masyarakat secara ekonomi. Inisiatif ini menunjukkan bahwa teknologi sederhana dapat memiliki multiplier effect bagi penguatan ekonomi lokal.



Gambar 7. Pelatihan dan Pendampingan Wirausaha Rumahan Berbasis Biogas

6. Monitoring dan Evaluasi Program

Monitoring internal dilakukan dua kali selama kegiatan berlangsung, sedangkan evaluasi eksternal dilaksanakan pada 20 November 2024 dengan menghadirkan reviewer dari kalangan akademisi dan mitra dinas. Evaluasi menunjukkan seluruh indikator capaian program telah terpenuhi, dengan rekomendasi peningkatan kapasitas kompos dan perluasan jaringan distribusi biogas. Monev memberikan gambaran objektif terhadap kekuatan dan kelemahan program. Salah satu temuan adalah perlunya diversifikasi pengguna biogas agar dampak ekonomi lebih luas. Monev juga menegaskan pentingnya pendokumentasian kegiatan untuk akuntabilitas dan publikasi.

7. Pelaporan dan Pembuatan Luaran Program

Seluruh luaran program telah terealisasi: pembangunan biodigester (100%), pembuatan area kompos (100%), dan pembentukan unit wirausaha (100%). Selain laporan teknis, tim juga menghasilkan dokumentasi visual, publikasi ilmiah populer, serta artikel untuk jurnal pengabdian.

III. KESIMPULAN

Implementasi biodigester berbasis limbah isi rumen sapi (IRS) di RPH Kaliwates Kabupaten Jember berhasil menjadi solusi nyata atas persoalan pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pengelolaan limbah organik yang tidak optimal. Penerapan teknologi biodigester tipe *fixed dome* berkapasitas 7,5 m³ mampu menghasilkan $\pm 1,875$ m³ biogas per hari dan ± 150 kg sludge yang selanjutnya diolah menjadi pupuk organik. Pemanfaatan biogas untuk penerangan dan bahan bakar alternatif di rumah tangga sekitar, serta distribusi pupuk kompos kepada kelompok tani lokal, menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki nilai ekonomi dan ekologis yang tinggi.

Seluruh tahapan implementasi dilakukan secara partisipatif dan kolaboratif dengan melibatkan mahasiswa, mitra instansi, serta masyarakat sekitar, sekaligus menjadi wadah pembelajaran berbasis proyek dalam kerangka Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). Keberhasilan ini tidak hanya berdampak pada peningkatan kebersihan lingkungan dan kesehatan masyarakat, tetapi juga membuka peluang kewirausahaan energi terbarukan berbasis komunitas. Dengan capaian luaran program sebesar 100%, kegiatan ini dapat dijadikan model percontohan dalam pengelolaan limbah organik di sektor peternakan secara berkelanjutan dan terintegrasi. Dengan demikian, sistem biodigester terpadu ini memiliki potensi besar untuk direplikasi secara nasional sebagai solusi berkelanjutan dalam pengelolaan limbah peternakan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur dan Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember, Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi melalui pendanaan Matching Fund 2024, Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Kabupaten Jember, RPH Kaliwates serta masyarakat yang telah ikut berpartisipasi dalam mensukseskan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Jember. (2023). Statistik Daerah Kabupaten Jember 2023. Badan Pusat Statistik.
- Budiarto, H., Afriyadi, M. F., & Tuhuloula, A. (2014). Pemanfaatan Sludge Hasil Produksi Biogas Berbasis Limbah Cair Latex Menjadi Pupuk Kompos Cair. *Konversi*, 3(1), 25-29.
- Budyanto, E. C. (2013). Pembuatan Pupuk Organik Dengan Memanfaatkan Sludge Pembuatan Biogas Sebagai Media Pembawa *Trichoderma harzianum* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Dinas Peternakan Jawa Timur. (2022). Laporan Kinerja Unit RPH di Kabupaten Jember. Surabaya: Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur.
- Erfiani, M., Priyanti, I., Manurung, M., Yuliana, D., & Ramadhan, M. F. (2023). Rancang Bangun Reaktor Biogas Portable Menggunakan Limbah Sampah Organik Dan Starter Kotoran Sapi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 365-371.



- Faizin, N., Ulma, Z., Rachmanita, R. E., Wibowo, M. J., Anwar, S. (2024). Optimizing The Ratio Of Raw Materials And Ph On Biogas Production From Cow Manure With Banana Peel Waste In Batch System Reactors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1338 (1), 012061
- Gerardi, M.H. (2003). *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. John Wiley & Sons.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Kocu, A., Turgut, T., & Yilmaz, E. (2018). The Potential of Rumen Content for Biogas Production. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 40(6), 705–711.
- Lansing, S., Botero, R.B., & Martin, J.F. (2008). Waste treatment and biogas quality in small-scale agricultural digesters. *Bioresource Technology*, 99(13), 5881–5890.
- Matheri, A.N., Belaid, M., Muzenda, E., & Hubert, R. (2016). Design of anaerobic digesters for the production of biogas: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 351–365.
- Nganji, M. U., & Sudarma, I. M. A. (2023). Analisis status kesuburan tanah pada lahan budidaya rumput Odot (*Pennisetum purpureum* cv. Moot) dengan perlakuan pupuk bokashi sludge biogas berbeda. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10(2), 223-229.
- Ramli, R., & Hartono, H. (2015). Produksi Biogas Limbah Isi Rumen Sapi Asal Rumah Pemotongan Hewan (RPH). *Jurnal Bionature*, 16(2), 122-126.
- Saiful Anwar., Faizin, N., Ulma, Z., Rachmanita, R. E., Wibowo, M. J., 2024. Identifikasi Kandungan Karbon dan Nitrogen pada Kotoran Sapi Feedlot Polije dan Kulit Pisang. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Vol. 6. No. 2. Hal:98-103
- Surendra, K.C., Takara, D., Hashimoto, A.G., & Khanal, S.K. (2014). Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 846–859.
- Susilowati, E. (2009). Uji potensi pemanfaatan cairan rumen sapi untuk meningkatkan kecepatan produksi biogas dan konsentrasi gas metan dalam biogas (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Yusmiati, Y., & Singgih, B. (2018). Teknologi Produksi Biogas dari Limbah Ternak untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Rumah Tangga. Inovasi Pembangunan: *Jurnal Kelitbangan*, 6(01), 39-48.