

Inovasi Bioslurry Refill untuk Penguatan Ekonomi Kelompok Tani Jaya Abadi Gunung Tangis

Sri Ratna Triyasari^{1*}, Nurul Hidayati², Choirul Umam³, Zaky Aditya⁴, Muhammad Nur Fa'id⁵

^{1,4}Program Studi Agribisnis, Universitas Trunojoyo Madura, Kabupaten Bangkalan, Indonesia

²Program Studi Agribisnis, Universitas Madura, Kabupaten Pamekasan, Indonesia

^{3,5}Program Studi Agroteknologi, Universitas Trunojoyo Madura, Kabupaten Bangkalan, Indonesia

Email: ^{1*}sri.rtriyasari@trunojoyo.ac.id, ²nurul@unira.ac.id, ³choirul.umam@trunojoyo.ac.id

Abstract

The farmer empowerment program through the Bioslurry Refill innovation was implemented to address the low utilization of livestock waste in Dusun Gunung Tangis, Rek Kerrek Village, Pamekasan. The program integrated Participatory Rural Appraisal (PRA), technical production training, and the development of a refill-based organic fertilization business model. Interventions included technology dissemination, installation of bioslurry handling facilities, training in production and packaging, and assistance in distribution. The results indicate improved farmer knowledge and perceptions regarding biogas technology and the use of bioslurry as an organic fertilizer, reflected in the growing interest in applying bioslurry to agricultural fields. The Jaya Abadi Farmer Group demonstrated the ability to independently manage bioslurry, covering collection, storage, and distribution processes. Barter and cash transaction models were successfully developed according to commodity characteristics, while the Bio Refill system expanded accessibility, strengthened user loyalty, and created microenterprise opportunities at the village level. Institutional support through village mandates further enhanced distribution governance and the sustainability of organic fertilization practices. Overall, the findings show that bioslurry serves not only as a waste management solution but also as an instrument for strengthening the local economy and promoting environmentally friendly agricultural practices.

Keywords: Biogas, Bioslurry, Fertilizer, Organic, Waste.

Abstrak

Program pemberdayaan petani melalui inovasi Bioslurry Refill dilaksanakan untuk merespons rendahnya pemanfaatan limbah ternak di Dusun Gunung Tangis, Desa Rek Kerrek, Pamekasan. Kegiatan ini mengintegrasikan pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA), pelatihan teknis produksi, serta penyusunan model bisnis pemupukan organik berbasis sistem refill. Intervensi meliputi sosialisasi teknologi, pemasangan sarana penanganan bioslurry, pelatihan produksi dan pengemasan, serta pendampingan distribusi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan dan persepsi petani terhadap teknologi biogas dan pemanfaatan bioslurry sebagai pupuk organik, ditunjukkan oleh meningkatnya minat untuk mengaplikasikan bioslurry di lahan. Kelompok Tani Jaya Abadi mampu mengelola bioslurry secara mandiri, mencakup proses pengambilan, penyimpanan, dan distribusi. Model transaksi barter dan tunai berhasil dikembangkan sesuai karakteristik komoditas, sementara sistem Bio Refill memperluas aksesibilitas, meningkatkan loyalitas pengguna, dan membuka peluang usaha mikro desa. Dukungan kelembagaan melalui mandat desa turut memperkuat tata kelola distribusi dan keberlanjutan praktik pemupukan organik. Temuan ini menegaskan bahwa bioslurry tidak hanya berperan sebagai solusi pengelolaan limbah, tetapi juga sebagai instrumen peningkatan ekonomi lokal dan adopsi pertanian ramah lingkungan.

Kata Kunci: Biogas, Bioslurry, Limbah, Organik, Pupuk.

A. PENDAHULUAN

Dusun Gunung Tangis, yang merupakan bagian dari Desa Rek Kerrek, Kecamatan Palengaan, Kabupaten Pamekasan. Wilayah ini memiliki potensi besar di sektor peternakan sapi, populasi ternak tahun 2024 yang mencatat jumlah sapi di Desa Rek Kerrek mencapai 1.210 ekor (Lazuardi, 2025). Namun pengelolaan

limbah kotoran sapi masih belum tertangani secara optimal, limbah padat maupun cair dari aktivitas peternakan masih dibuang langsung ke lahan terbuka maupun sawah, mengakibatkan risiko kontaminasi mikroorganisme patogen dan merusak struktur tanah, dan dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian (Suparman et al., 2023; Kosimov, 2024; Parihar et al., 2019). Pertanian di Desa Rek Kerrek juga masih bergantung dengan pupuk kimia, fenomena di lapangan ditemukan dari beberapa komoditas utama yang dibudidayakan, seperti padi, jagung, kedelai, bawang merah, cabai, tembakau, dan cabai jamu, hanya sekitar 40% petani padi yang telah menerapkan pemupukan berimbang dan memanfaatkan pupuk organik. Sementara itu, pada komoditas tembakau, tingkat adopsi penggunaan pupuk ZK dan pupuk organik baru mencapai sekitar 25%.

Situasi ini menunjukkan belum adanya sistem pengelolaan limbah yang terpadu dan produktif di tingkat dusun yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian maupun peternakan. Padahal potensi pemanfaatannya sebagai sumber energi dan pupuk organik sangat besar. Hal ini diakibatkan peternak kecil masih menggunakan pola tradisional, sehingga teknologi pengelolaan limbah berbasis biogas belum banyak diterapkan (Triyasari & Kamilah, 2024). Menurut Idris et al., (2025) reaktor biogas sederhana dari limbah sapi di skala rumah tangga mampu menghasilkan biogas yang dapat digunakan untuk memasak, mengurangi limbah peternakan, dan hasil bioslurry pupuk organik dapat diimplementasikan ke lahan pertanian. Peternakan skala kecil juga memiliki potensi besar dalam mendukung energi terbarukan dan pengelolaan limbah (Fitri et al., 2024; Prasasti, 2025).

Desa Rek Kerrek menjadi salah satu lokasi pilot project pengembangan teknologi biogas Sistema Bio di Indonesia dengan Universitas Trunojoyo Madura (UTM) dan PT. Biru Karbon Nusantara (BKN). Pembangunan Biogas Sistema-40 menjadi ukuran biogas paling besar yang membuka peluang untuk mengolah limbah kotoran sapi menjadi produk bernilai ekonomi tinggi seperti gas dan bahan baku pupuk organik dalam bentuk bioslurry. Namun, pemanfaatan bioslurry di tingkat peternak masih menghadapi kendala yang bersifat struktural dan teknis. Pada kendala struktural pemanfaatan bioslurry masih terkendala minimnya pengetahuan dan keterampilan peternak dalam mengolah serta memasarkannya, sehingga potensinya dibiarkan tidak termanfaatkan. Selain itu, adopsi inovasi berjalan lambat karena peternakan Madura masih dikelola secara tradisional dan turun-temurun, sehingga teknologi baru belum dianggap sebagai kebutuhan mendesak (Selvianah et al., 2025).

Sedangkan kendala teknis terdapat minimnya sarana pendukung seperti alat pengaduk, sistem penyaringan, dan penampung bioslurry yang memadai. Akibatnya, proses pengolahan masih dilakukan secara manual dan sederhana, kualitas bioslurry tidak homogen, sering terjadi endapan material kasar, serta sulit disimpan dan didistribusikan secara efisien. Kondisi ini menyebabkan bioslurry belum memenuhi standar pemanfaatan lanjutan maupun pemasaran yang layak. Padahal keterbatasan alat bantu pengaduk, filter, dan penampung bioslurry menyebabkan kualitas produk belum konsisten, dan sulit memenuhi standar pemanfaatan maupun pemasaran (BIRU, 2014).



Gambar 1. a. Biogas Sistema 40; b. Inlet untuk Kohe; c. Outlet Bioslurry

Mengatasi hal tersebut, disusun SOP penggunaan dan perawatan Biogas Sistema 40 agar pengelolaan limbah ternak berjalan optimal, disertai pengadaan alat berupa saringan untuk memisahkan material kasar, pengaduk untuk menjaga homogenitas tanpa endapan, serta tandon penyimpanan (*inter tank*) untuk menampung bioslurry yang siap digunakan atau dikemas sebagai produk. Di dukung Kelompok Tani Jaya Abadi yang merupakan kelompok aktif dan memperoleh Piagam Kelompok Tani Lanjut dari Bupati Pamekasan, yang menandakan bahwa kelompok ini layak dan berhak memperoleh pembinaan untuk penguatan kapasitas dan efektivitas kegiatannya.

Dukungan kelembagaan tersebut dioptimalkan melalui model bisnis sederhana bioslurry yang disusun berbasis potensi lokal dan kemitraan saling menguntungkan melalui dua pendekatan transaksi, yaitu Natura (*barter*) dan Konvensional (tunai). Pada pendekatan Natura, bioslurry ditukar dengan limbah pertanian

seperti jerami, bonggol jagung, atau kulit kacang yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sehingga menekan biaya pakan sekaligus memperkuat hubungan antarpetani. Sementara itu, pendekatan Konvensional diterapkan pada komoditas bernilai tinggi seperti tembakau, cabai, dan hortikultura lainnya melalui penjualan langsung dengan harga kompetitif disertai edukasi manfaat bioslurry bagi perbaikan tanah dan peryumbuhan tanaman.

Kedua mekanisme tersebut diintegrasikan dengan konsep Bio Refill, yakni sistem isi ulang ramah lingkungan yang mendorong konsumen membawa wadah sendiri untuk mengisi bioslurry dengan harga lebih murah, mengurangi limbah kemasan, menekan biaya distribusi, membangun loyalitas pelanggan, dan membuka peluang usaha mikro desa sebagai agen pengisian ulang. Sehingga membuka peluang usaha bagi UMKM lokal, sekaligus membangun kedekatan dan loyalitas konsumen melalui insentif ekonomi dan nilai keberlanjutan bersama (Adithyan et all, 2024; Nurani, 2022).

Berdasarkan konteks permasalahan yang telah diuraikan, artikel ini bertujuan mengkaji pelaksanaan teknologi Biogas Sistema-40 dan pengembangan sistem distribusi Bioslurry Refill, sekaligus menganalisis implikasinya terhadap pengetahuan peternak, efektivitas pengelolaan limbah ternak, serta keberlanjutan ekonomi Kelompok Tani Jaya Abadi di Desa Rek Kerrek, Kabupaten Pamekasan.

B. PELAKSAAN DAN METODE

Pelaksanaan program menggunakan pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA) sebagai kerangka partisipatif, dengan penekanan utama pada metode implementasi teknologi pengolahan dan distribusi bioslurry. Pendekatan ini menempatkan Kelompok Tani sebagai pelaku utama dalam penerapan teknologi, mulai dari identifikasi kebutuhan, pengoperasian alat, hingga pemanfaatan dan distribusi produk, sehingga mendorong keberlanjutan dan kemandirian program (Kumar et all, 2022). Kegiatan secara bertahap diarahkan pada penyusunan solusi bersama, mulai dari pemetaan kebutuhan alat dan SOP pengolahan, pelatihan teknis pemanfaatan bioslurry, hingga uji coba penerapan di lahan, sehingga kelompok tani tidak hanya menjadi penerima manfaat tetapi juga menjadi pelaku utama dalam inovasi dan keberlanjutan program.

1. Lokasi dan Waktu

Kegiatan dilaksanakan di Dusun Gunung Tangis, Desa Rek Kerrek, Kecamatan Palengan, Kabupaten Pamekasan. Pelaksanaan program berlangsung pada Agustus–September 2025, dengan rangkaian kegiatan meliputi sosialisasi, instalasi alat, pelatihan teknis, pendampingan, dan evaluasi partisipatif. Sosialisasi awal dilaksanakan pada Senin, 4 Agustus 2025 di Balai Desa Rek Kerrek, sedangkan pelatihan teknis dan uji penerapan dilakukan pada Sabtu, 20 September 2025 di Balai Desa dan Kandang Sejahtera Farm milik Kelompok Tani Jaya Abadi.

2. Alat dan Bahan Utama

Implementasi teknologi difokuskan pada optimalisasi pemanfaatan Biogas Sistema-40 yang telah terpasang. Untuk mendukung kualitas dan konsistensi produk bioslurry, digunakan beberapa alat utama, yaitu:

- a. Reaktor Biogas Sistema-40 sebagai sumber produksi biogas dan bioslurry.
- b. Electric agitator sebagai alat pengaduk untuk menjaga homogenitas bioslurry dan mencegah pengendapan material padat.
- c. Saringan berbahan stainless steel untuk memisahkan material kasar sehingga bioslurry yang dihasilkan lebih halus dan siap dimanfaatkan.
- d. Tandon penampung (inter tank) berkapasitas 1.000 liter sebagai media penyimpanan sementara bioslurry sebelum digunakan atau didistribusikan dengan sistem Bio Refill.

3. Tahapan Implementasi Teknologi

- a. Sosialisasi awal dilakukan untuk membangun pemahaman dan persepsi positif mengenai pemanfaatan limbah biogas menjadi bioslurry. Kegiatan ini menggunakan metode diskusi partisipatif dengan materi mencakup konsep Biogas Sistema-40, karakteristik bioslurry, serta potensi pemanfaatannya sebagai pupuk organik.
- b. Instalasi alat pendukung yakni pemasangan electric agitator, saringan stainless steel, dan tandon penampung dilakukan di lokasi yang berdekatan dengan unit Biogas Sistema-40. Penempatan ini bertujuan memastikan alur produksi bioslurry berjalan efisien dan mudah dioperasikan oleh kelompok tani.

- c. Pelatihan teknis produksi dan distribusi mencakup proses pengolahan bioslurry, teknik penampungan, pengemasan, serta strategi pemasaran melalui pendekatan Bio Refill. Kegiatan ini dilaksanakan secara praktik langsung di lokasi kandang untuk memastikan keterampilan teknis dapat diterapkan secara mandiri oleh kelompok tani.
- d. Pendampingan implementasi dilakukan secara periodik selama proses produksi dan distribusi bioslurry untuk memastikan penggunaan alat berjalan optimal, sistem Bio Refill diterapkan secara konsisten, serta muncul dampak ekonomi bagi kelompok tani.

4. Pengukuran Keberhasilan Program diukur melalui beberapa indikator, yaitu:

- a. Peningkatan pengetahuan petani, yang diukur menggunakan metode *pre-test* dan *post-test* sebelum dan sesudah pelatihan.
- b. Tingkat adopsi teknologi, yang ditunjukkan oleh volume distribusi bioslurry melalui sistem Bio Refill sebesar 1.125 liter selama periode pendampingan.
- c. Kemandirian kelompok, yang tercermin dari kemampuan Kelompok Tani Jaya Abadi dalam mengoperasikan alat, mengelola bioslurry, serta melaksanakan distribusi tanpa pendampingan intensif.

Selain itu, evaluasi partisipatif dilakukan melalui *Focus Group Discussion* (FGD), observasi lapangan, dan refleksi bersama untuk menilai efektivitas implementasi teknologi serta keberlanjutan program di tingkat kelompok tani.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan program Pemberdayaan Kelompok Tani melalui Produksi hingga Pemasaran Pupuk Bioslurry dari Biogas Sistema untuk Kesejahteraan Berkelanjutan di Dusun Gunung Tangis Madura telah melalui beberapa tahapan kegiatan yang dirancang untuk menjawab permasalahan utama Kelompok Tani, baik di bidang produksi maupun pemasaran bioslurry. Kegiatan ini tidak hanya menekankan pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada praktik langsung serta pembentukan model bisnis sederhana yang relevan dengan kondisi petani setempat.

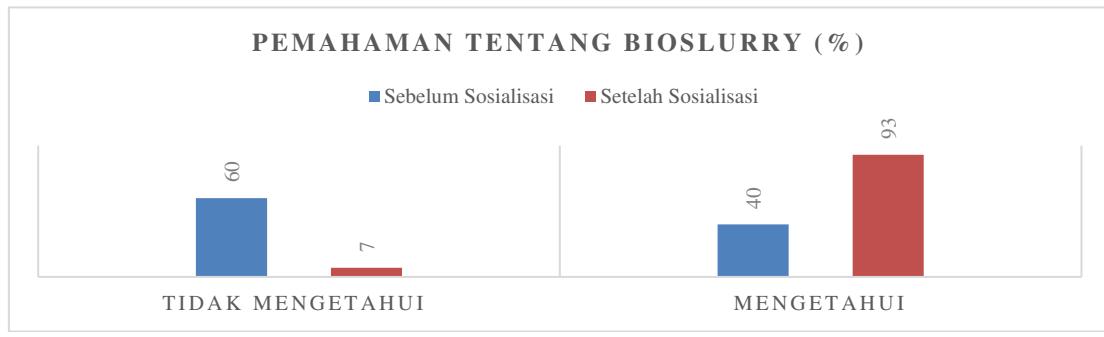
Sosialisasi dan workshop pemanfaatan produksi pupuk bioslurry dilaksanakan menggunakan metode diskusi partisipatif untuk membangun kesadaran kolektif mengenai pentingnya pengelolaan limbah ternak. Materi yang disampaikan mencakup konsep kerja Biogas Sistema-40, karakteristik bioslurry sebagai residu proses anaerobik, serta potensinya sebagai sumber nutrisi tanaman berkelanjutan dan bagian dari upaya mitigasi pencemaran lingkungan (Mgxaji et al., 2025).



Gambar 2. Pelaksanaan Sosialisasi Awal Pemanfaatan Bioslurry

Melalui kegiatan ini, Kelompok Tani Jaya Abadi memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai proses produksi bioslurry sebagai turunan langsung dari pengolahan limbah biogas. Pengukuran tingkat pengetahuan peserta dilakukan menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* yang mencakup beberapa aspek utama, yaitu: (1) pemahaman dasar cara kerja reaktor Biogas Sistema-40, (2) fungsi dan kualitas bioslurry sebagai pupuk organik, (3) teknik penampungan dan pengemasan bioslurry, serta (4) konsep distribusi melalui sistem Bio Refill.

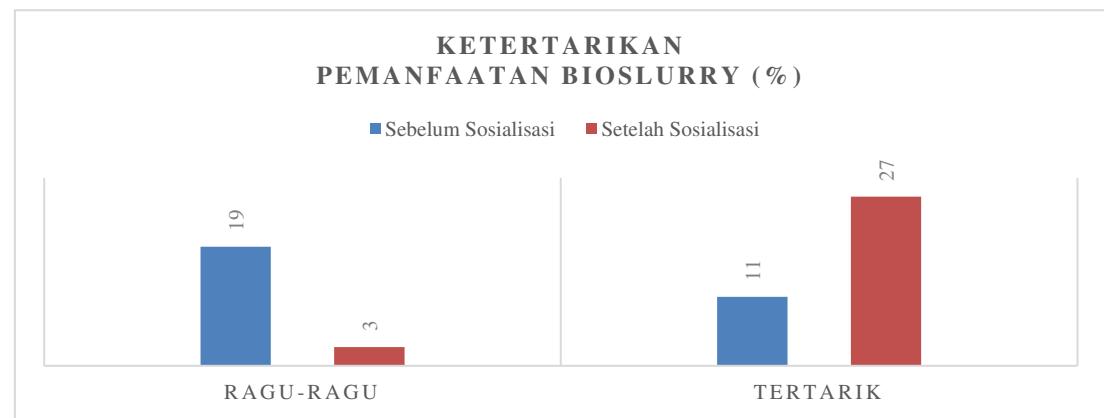
Hasil analisis kuesioner pra dan pasca sosialisasi pada Gambar 3 menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan pada seluruh aspek yang diukur. Secara agregat, tingkat pemahaman peserta meningkat dari 40% pada tahap pra-sosialisasi menjadi 93% setelah kegiatan dilaksanakan. Peningkatan paling menonjol terjadi pada aspek pemahaman teknis bioslurry sebagai pupuk organik dan teknik penanganannya, yang sebelumnya kurang dipahami oleh sebagian besar peserta. Sementara itu, pemahaman mengenai konsep Bio Refill dan manajemen distribusi juga mengalami peningkatan yang substansial, yang menjadi dasar penting bagi penerapan sistem distribusi di tingkat kelompok tani.



Gambar 3. Hasil Tingkat Pemahaman Peserta Sebelum dan Sesudah Sosialisasi

Peningkatan pengetahuan tersebut berimplikasi langsung terhadap adopsi teknologi yang terjadi di lapangan. Pemahaman teknis yang lebih baik mengenai pengolahan dan penyimpanan bioslurry mendorong sebagian besar anggota kelompok tani untuk mulai menyimpan stok cadangan bioslurry di lahan dan kandang, serta menerapkan sistem pengisian ulang sebagai mekanisme distribusi utama. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas pengetahuan berperan sebagai prasyarat penting bagi penerimaan dan penerapan inovasi teknologi, khususnya pada konteks petani skala kecil.

Temuan ini menegaskan bahwa hambatan utama dalam pemanfaatan teknologi biogas dan bioslurry sebelumnya lebih bersifat keterbatasan informasi dan pemahaman teknis, bukan penolakan terhadap inovasi. Perubahan tingkat pemahaman tersebut menunjukkan bahwa mayoritas peserta sebenarnya memiliki kesiapan untuk menerima teknologi, namun belum memperoleh penjelasan yang sistematis dan aplikatif mengenai transformasi limbah ternak menjadi energi dan pupuk organik. Pola ini sejalan dengan berbagai penelitian di bidang penyuluhan pertanian dan pengembangan pupuk organik yang menunjukkan bahwa intervensi pelatihan terstruktur mampu meningkatkan pengetahuan, kepercayaan diri, dan motivasi petani secara signifikan, sehingga mendorong adopsi praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (S. M. Sari et al., 2025).



Gambar 4. Hasil Tingkat Ketertarikan Pemanfaatan Bioslurry Sebelum dan Sesudah Sosialisasi

Selanjutnya dalam kegiatan juga mengukur persepsi dan sikap (ketertarikan) peserta setelah sosialisasi. Hasil pada Gambar 4 menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek persepsi dan sikap peserta terhadap pemanfaatan bioslurry. Sosialisasi tidak hanya meningkatkan pengetahuan kognitif, tetapi juga berhasil menggeser sikap dan minat praktis petani dari posisi ragu menjadi siap mencoba. Tingginya ketertarikan ini mencerminkan bahwa peserta mulai melihat bioslurry sebagai alternatif pupuk organik yang lebih higienis, mudah diaplikasikan, dan berpotensi meningkatkan hasil pertanian. Sikap positif ini menjadi prasyarat penting sebelum petani benar-benar masuk ke tahap keputusan dan implementasi inovasi di lahan.

Hasil sosialisasi yang menunjukkan tingkat ketertarikan yang tinggi serta kesiapan awal Kelompok Tani menjadi dasar bahwa intervensi lanjutan diperlukan untuk memastikan pengetahuan tidak berhenti pada tingkat kognitif, tetapi berkembang menjadi keterampilan praktis. Oleh karena itu, program dilanjutkan dengan kegiatan bimbingan teknis penerapan teknologi Biogas Sistem 40 melalui pelatihan proses produksi serta penampungan bioslurry. Kelompok tani dilibatkan sejak proses instalasi hingga pengoperasian dan perawatan, sehingga mampu mengelola teknologi secara mandiri. Tingkat partisipasi Kelompok Tani juga baik, ditunjukkan dengan antusiasme mereka dalam pelatihan dan kesediaan mengoperasikan serta memanfaatkan hasil biogas secara berkelanjutan.



Gambar 5. a. Proses Mengaduk Limbah untuk Produksi, b. Penampungan Bioslurry

Biogas Sisteme 40 memiliki kapasitas 40 m³ dengan kemampuan mengolah sekitar 33 kg limbah sapi per hari. Instalasi ini menggunakan reaktor anaerobik berbasis HDPE yang dilengkapi dengan sistem pemipaan serta pengatur tekanan gas untuk menjaga kestabilan proses (Ntaganda & Ahlgren, 2025). Fungsi utama teknologi ini adalah menghasilkan gas metana yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, sekaligus menghasilkan bioslurry sebagai pupuk organik cair yang bernilai guna (Ntaganda & Ahlgren, 2025; Salinero et al., 2026). Bioslurry yang dihasilkan dari Sisteme 40 mencapai sekitar \pm 7.350 liter per minggu atau 31.500 liter per bulan, jumlah yang tinggi sehingga memerlukan strategi pemanfaatan yang tepat agar tidak terbuang dan justru menjadi sumber pupuk organik serta peluang usaha.

Alat teknologi penampung bioslurry dilengkapi dengan saringan cair berbahan baja tahan karat untuk memisahkan partikel kasar agar bioslurry lebih bersih dan aman digunakan di lahan pertanian. Proses pencampuran dilakukan dengan Electric Agitator bertenaga 0,5 HP yang mampu menjaga bioslurry tetap homogen dan mencegah endapan. Untuk penyimpanan, digunakan tandon berkapasitas 1.000 liter sebagai wadah bioslurry hasil penyaringan dan pengadukan, sehingga siap dipakai maupun dipasarkan. Menggunakan teknologi tersebut, sistem Bio Refill diterapkan sebagai model pemasaran ekologis dan ekonomis, di mana konsumen membawa wadah sendiri untuk pengisian ulang dengan harga lebih rendah dibandingkan kemasan baru. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi sampah plastik dan biaya distribusi, tetapi juga membangun loyalitas pelanggan, memperkuat merek lokal, dan membuka peluang usaha mikro desa sebagai agen layanan isi ulang bioslurry (Mulu et al., 2025).

Dalam pelaksanaan sistem Bio Refill, mekanisme transaksi disesuaikan dengan karakteristik komoditas yang diusahakan petani. Pada komoditas pangan seperti padi, jagung, dan kacang tanah, diterapkan skema barter dengan menukar bioslurry terhadap limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, seperti jerami padi, bonggol jagung, kulit kacang, dan tumpi jagung. Skema ini dirancang untuk memperkuat integrasi usaha tani – ternak sekaligus menekan biaya pakan yang selama ini menjadi salah satu komponen biaya terbesar bagi peternak. Secara teknis, mekanisme barter disepakati dengan kisaran rasio 20–30 liter bioslurry per satu karung jerami atau bonggol jagung (\pm 20–25 kg), yang ditetapkan berdasarkan kesepakatan kelompok dan pendekatan nilai fungsional. Rasio ini tidak dimaksudkan sebagai nilai tukar harga pasar, melainkan sebagai mekanisme substitusi biaya, di mana bioslurry berfungsi mengurangi kebutuhan pupuk kimia, sementara limbah pertanian dimanfaatkan sebagai pakan tambahan ternak. Skema ini menekankan prinsip ekonomi sirkular berbasis komunitas dan integrasi usaha tani–ternak.

Penetapan rasio barter bioslurry dengan limbah pertanian dalam sistem Bio Refill tidak didasarkan pada kesetaraan harga pasar, melainkan pada pendekatan nilai fungsional dan substitusi biaya dalam kerangka pertanian sirkular berbasis komunitas. Pada sistem integrasi tanaman – ternak (*Integrated Crop–Livestock System/ICLS*), residu pertanian seperti jerami dan bonggol jagung diposisikan sebagai biomassa bernilai guna rendah yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pakan ternak, sementara residu biogas berupa bioslurry berfungsi sebagai input hara yang mampu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia (Bos, 2024; Moojen et al., 2024). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan bioslurry dapat menekan kebutuhan pupuk anorganik hingga 20–40% tanpa menurunkan produktivitas tanaman, sehingga nilai ekonominya lebih tepat dipahami sebagai penghematan biaya produksi daripada nilai jual langsung (BIRU, 2014; Mulu et al., 2025; Novita et al., 2025). Oleh karena itu, rasio barter yang diterapkan mencerminkan kesepakatan lokal berbasis manfaat timbal balik dan efisiensi sistem, sejalan dengan konsep ekonomi sirkular skala desa yang menekankan optimalisasi aliran sumber daya, pengurangan limbah, dan penguatan hubungan antar pelaku usaha tani.

Sementara itu, untuk komoditas bernilai ekonomi tinggi seperti tembakau, cabai, tomat, dan hortikultura lainnya, diterapkan mekanisme transaksi tunai. Pembelian dilakukan dengan harga yang kompetitif dan disertai edukasi mengenai manfaat jangka panjang bioslurry dalam memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan efisiensi pemupukan, dan mendukung kualitas pertumbuhan tanaman. Harga jual ditetapkan sebesar Rp1.000,- per liter bagi petani lokal dan mitra kelompok tani, serta Rp2.000,- per liter bagi konsumen luar desa atau pengguna umum. Penetapan harga ini telah mempertimbangkan biaya pokok

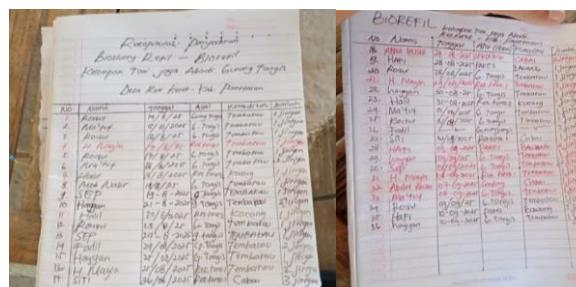
produksi (HPP) dan margin keuntungan yang wajar, sehingga layak secara ekonomi bagi pengelola dan tetap terjangkau bagi pengguna. Harga yang terjangkau dan sesuai kemampuan petani merupakan faktor kunci keberhasilan adopsi inovasi pertanian, di mana mekanisme harga yang pro petani berfungsi sebagai insentif psikologis dan ekonomi untuk mencoba teknologi baru (Sahin et al., 2006). Ketika harga produk ditetapkan dengan mempertimbangkan HPP dan margin keuntungan yang wajar, keberlanjutan usaha dan loyalitas pengguna lebih mudah terbangun, karena petani merasa memperoleh manfaat ekonomi langsung tanpa menghadapi risiko biaya tinggi (E. R. Sari, 2024). Strategi harga yang diterapkan tidak hanya berfungsi secara finansial, tetapi juga sebagai policy tool untuk memicu adopsi teknologi ekologis, memperkuat ekonomi lokal, dan menumbuhkan ekosistem bisnis bio-organik desa yang berkelanjutan.

Selanjutnya program masuk ke tahap pendampingan berkelanjutan, di mana pembinaan dilakukan secara periodik selama proses produksi dan distribusi bioslurry melalui konsep Bio Refill untuk memastikan efisiensi, keberlanjutan, dan dampak ekonomi yang nyata bagi Kelompok Tani. Pada tahap ini, Kelompok Tani mulai mampu mengelola bioslurry secara mandiri, termasuk dalam hal pengambilan, penyimpanan, dan distribusi. Seluruh peserta pendampingan telah memahami teknis pengambilan bioslurry dari tandon menggunakan wadah seperti jeriken, galon, atau botol, bahkan 90% anggota Kelompok Tani telah menyediakan stok cadangan di lahan berupa drum kecil atau jeriken untuk menjamin ketersediaan bioslurry sebelum diaplikasikan. Dalam aspek distribusi, anggota kelompok tani inti secara konsisten mengambil bioslurry sesuai kebutuhan musim tanam, menunjukkan bahwa pengelolaan Bio Refill tidak hanya dipahami secara konseptual tetapi telah diterapkan secara operasional.



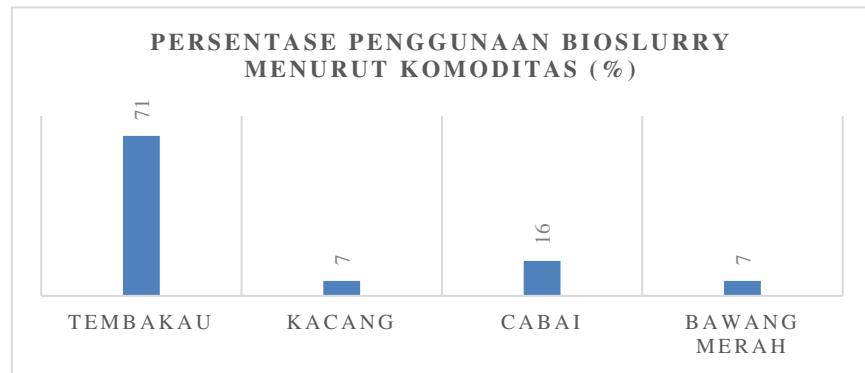
Gambar 6. Kelompok Tani Mengambil Bioslurry Menggunakan Jeriken Bekas

Terbentuknya sistem distribusi bioslurry melalui Bio Refill didukung dengan adanya surat tugas resmi dari Kepala Desa Rek Kerrek yang memberikan mandat kepada pengelola kelompok tani untuk mengelola produksi, pengumpulan, hingga distribusi bioslurry. Dengan adanya penugasan ini, sistem Bio Refill berjalan lebih terstruktur karena terdapat penanggung jawab yang jelas dalam setiap aspek, mulai dari kontrol produksi, operasional alat, aplikasi bioslurry, hingga proses distribusi ke petani. Hal tersebut tidak hanya memperkuat akuntabilitas, tetapi juga memastikan bahwa alur pengelolaan bioslurry tercatat, diawasi, dan dapat dievaluasi secara berkala untuk mengukur tingkat pemanfaatannya di lapangan.



Gambar 7. Catatan Pengambilan Bioslurry oleh Petani

Hasil pencatatan menunjukkan bahwa petani sudah ada yang mengambil bioslurry dengan total sebanyak 45 jeriken dengan ukuran per jiriken adalah 25 liter, sehingga total 1.125 liter telah dimanfaatkan oleh petani di Desa Rek Kerrek. Distribusi ini tersebar pada beberapa komoditas utama yang dibudidayakan masyarakat. Komoditas tembakau mendominasi dengan jumlah 14 petani pengguna dan total 32 jeriken (± 800 liter). Sementara itu, pada komoditas kacang tanah tercatat tiga petani yang menggunakan bioslurry dengan total tiga jeriken (± 75 liter), menunjukkan bahwa meskipun skala penggunaan masih kecil, bioslurry mulai dipertimbangkan sebagai alternatif pupuk pada tanaman leguminosa. Untuk cabai, terdapat empat petani yang memanfaatkan bioslurry sebanyak tujuh jeriken (± 175 liter). Cabai sebagai tanaman hortikultura dengan kebutuhan hara tinggi cukup responsif terhadap bioslurry sehingga menarik minat petani untuk mencoba. Adapun bawang merah digunakan oleh dua petani dengan total tiga jeriken (± 75 liter), menandakan adanya diversifikasi pemanfaatan bioslurry pada tanaman pangan dan hortikultura lain sebagai upaya awal untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.



Gambar 8. Share Penggunaan Bioslurry Menurut Komoditas Pertanian yang Dikelola Petani

Komoditas tembakau menunjukkan tingkat pemanfaatan bioslurry tertinggi, yang menunjukkan bahwa petani telah memandang bioslurry sebagai input berisiko relatif rendah namun berpotensi memberikan pengembalian tinggi pada komoditas andalan yang memiliki nilai ekonomi penting. Secara agronomis, tembakau termasuk tanaman dengan kebutuhan unsur hara makro yang besar, terutama nitrogen (N) dan kalium (K), yang berperan penting dalam pembentukan biomassa daun, kualitas daun, dan kandungan kimia tembakau (FAO, 2006). Bioslurry diketahui mengandung nitrogen dalam bentuk mineral dan organik terlarut serta kalium yang mudah tersedia, sehingga relatif cepat diserap tanaman ketika diaplikasikan dalam bentuk pupuk cair (Warnars & Oppenoorth, 2014). Pada tanaman tembakau, pemupukan cair pada fase awal hingga pertengahan pertumbuhan vegetatif terbukti meningkatkan luas daun dan vigor tanaman, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan mutu hasil panen (Soemarah et al., 2020).



Gambar 9. Petani Mengaplikasikan Bioslurry di Lahan Pertanian

Distribusi pemanfaatan bioslurry relevan dengan kondisi eksisting Desa Rek Kerrek yang saat itu memasuki musim tanam tembakau. Sebagian besar petani pada periode pendampingan lebih berfokus pada persiapan dan pemupukan awal tembakau sebagai komoditas andalan desa. Petani cenderung mengalokasikan pupuk organik pada komoditas bernilai tinggi dengan risiko usaha lebih besar sehingga penerapan input inovatif dipersepsi memberi manfaat finansial langsung. Petani sebagai pelaku usaha rasional akan memprioritaskan alokasi input baru pada komoditas yang memiliki potensi keuntungan lebih besar, karena peluang pengembalian ekonomi dinilai sebanding dengan risiko usaha yang dihadapi (Al-Farisi & Triyasaki, 2023).

Penggunaan bioslurry pada cabai juga menegaskan kecenderungan serupa, karena tanaman hortikultura dengan kebutuhan hara tinggi lebih responsif terhadap pupuk cair sehingga menarik petani untuk mencoba (Rezaldi & Hidayanto, 2022). Pada kacang tanah volume penggunaan relatif lebih kecil karena kemampuan fiksasi nitrogen melalui simbiosis dengan Rhizobium, sehingga kebutuhan nitrogen eksternal relatif lebih rendah dibandingkan tanaman non-leguminosa (Sari, Dwita; Rizal, 2025). Kondisi ini menyebabkan petani lebih berhati-hati dalam mengaplikasikan pupuk cair organik seperti bioslurry, terutama pada tahap awal pengenalan teknologi. Sementara itu, pada bawang merah, meskipun kebutuhan hara relatif tinggi, petani umumnya memiliki preferensi kuat terhadap pupuk anorganik yang memberikan respons visual cepat, terutama pada fase awal pertumbuhan (Ruhimat et al., 2023). Pupuk organik cair cenderung diaplikasikan secara bertahap dan dalam volume terbatas sebagai suplemen, bukan sebagai sumber hara utama (Lubis, Najla, 2022).

Berdasarkan hasil pencatatan distribusi juga dapat dilihat bahwa skema penjualan didominasi oleh skema konvensional, dengan proporsi sekitar 93% dari total bioslurry yang terdistribusi mayoritas berasal dari komoditas bernilai ekonomi tinggi, khususnya tembakau dan cabai. Dominasi skema konvensional ini mencerminkan preferensi petani hortikultura terhadap mekanisme transaksi tunai yang dinilai lebih praktis dan sejalan dengan orientasi usaha mereka yang berfokus pada optimalisasi hasil dan kepastian input

produksi. Sementara itu, skema barter berkontribusi sekitar 7% dari total distribusi bioslurry, terutama pada komoditas kacang tanah. Pertukaran dilakukan dengan limbah tanaman berupa jerami kacang tanah atau sisanya biomassa pascapanen yang digunakan sebagai pakan tambahan ternak sapi.

Secara ekonomi, mekanisme ini memberikan dampak langsung berupa penurunan biaya pakan ternak, karena peternak memperoleh sumber pakan berserat tanpa harus melakukan pembelian tunai. Limbah kacang tanah yang sebelumnya tidak memiliki nilai ekonomi kini berfungsi sebagai substitusi parsial pakan hijauan, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap pakan komersial atau hijauan segar yang memerlukan biaya dan tenaga tambahan (Akhsan et al., 2023). Selain menekan pengeluaran pakan, skema barter juga meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya lokal melalui integrasi usaha tani tanaman dan peternakan. Peternak memperoleh keuntungan dari ketersediaan pakan tambahan pada periode tertentu, sementara petani tanaman pangan memperoleh akses pupuk organik cair dengan biaya yang jauh lebih rendah dibandingkan harga pupuk kimia maupun pupuk organik cair di pasaran. Sehingga, skema barter tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme distribusi bioslurry, tetapi juga sebagai instrumen ekonomi sirkular yang memperkuat ketahanan usaha tani melalui penghematan biaya produksi dan peningkatan nilai guna limbah pertanian.

Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa pola distribusi dan pemanfaatan bioslurry di Desa Rek Kerrek tidak bersifat acak, melainkan sangat dipengaruhi oleh konteks musim tanam, karakteristik agronomis komoditas, serta pertimbangan ekonomi petani sebagai pelaku usaha rasional. Dominasi penggunaan pada komoditas bernilai tinggi dan preferensi terhadap skema konvensional mencerminkan strategi adaptif petani dalam meminimalkan risiko sekaligus memaksimalkan manfaat ekonomi dari penerapan input inovatif. Di sisi lain, meskipun kontribusi skema barter masih terbatas, keberadaannya menjadi indikator awal berfungsinya integrasi pertanian–peternakan berbasis pemanfaatan limbah lokal. Pola ini menegaskan bahwa implementasi bioslurry dan sistem Bio Refill telah membuka jalur transisi menuju model usaha tani yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan, sekaligus menyediakan fondasi empiris bagi pengembangan ekonomi sirkular desa pada tahap berikutnya.

D. PENUTUP

Simpulan

Program pemberdayaan melalui inovasi Bioslurry Refill berhasil menjawab persoalan rendahnya pemanfaatan limbah ternak di Dusun Gunung Tangis dengan pendekatan holistik mulai dari sosialisasi, pelatihan teknis, pembentukan sistem produksi, hingga model bisnis distribusi berbasis refill. Hasil pendampingan menunjukkan adanya peningkatan signifikan pengetahuan petani mengenai teknologi biogas dan bioslurry. Teknologi produksi yang diperkenalkan meliputi penyaringan, pengadukan, penampungan serta mekanisme Bio Refill yang mampu mengefektifkan pengolahan dan pemasaran bioslurry sehingga mendorong kemandirian teknis petani. Anggota Kelompok Tani ini telah mampu mengambil, menyimpan, dan mengaplikasikan bioslurry secara mandiri. Dukungan kelembagaan melalui mandat resmi desa juga memperkuat tata kelola distribusi dan akuntabilitas sistem bisnis kelompok.

Model transaksi barter dan tunai terbukti relevan dengan karakteristik komoditas lokal, mendukung efisiensi ekonomi, menekan biaya pakan, serta memperkuat jejaring antarpetani. Penerapan harga berbasis HPP dan margin layak turut memperluas akses bagi petani sekaligus memastikan keberlanjutan usaha kelompok. Hasil pencatatan distribusi menunjukkan pemanfaatan nyata di lapangan, sejumlah 1.125 liter bioslurry telah diterapkan pada berbagai komoditas seperti tembakau, cabai, bawang, dan kacang tanah, menandakan bioslurry diterima sebagai alternatif pupuk organik dan mulai terintegrasi dalam praktik budidaya lokal.

Keberhasilan program didukung oleh faktor kapasitas kelembagaan kelompok tani, dukungan pemerintah desa, pendekatan PRA, dan desain model bisnis Bio Refill yang sesuai konteks lokal. Adapun tantangan yang masih muncul meliputi kebutuhan peningkatan keterampilan formulasi bioslurry, perluasan pasar desa tetangga, dan penguatan kesadaran petani non-peserta agar adopsi lebih luas. Secara keseluruhan, intervensi ini menunjukkan bahwa bioslurry tidak hanya mengatasi limbah ternak tetapi juga memperkuat ekonomi lokal, membangun budaya pemupukan organik, dan menumbuhkan sistem bisnis desa yang berkelanjutan.

Saran

Perlunya perluasan sosialisasi ke kelompok tani lain di Desa Rek Kerrek yang belum terjangkau, sehingga pemahaman dan partisipasi dalam pemanfaatan bioslurry tidak hanya terbatas pada kelompok sasaran awal tetapi menyebar lebih luas di tingkat masyarakat. Selain itu, program direkomendasikan untuk

diintegrasikan ke dalam koperasi, toko pertanian, maupun distributor pupuk lokal sebagai lembaga ekonomi desa agar pengelolaan dan pemasaran bioslurry memiliki basis kelembagaan yang lebih kuat. Melalui integrasi ini, diharapkan pasar bioslurry dapat diperluas, distribusi lebih terjamin, dan manfaat ekonominya dapat dirasakan oleh anggota koperasi maupun petani pengguna secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi atas dukungan pendanaan melalui Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat (PBM) ruang lingkup Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) tahun 2025. Sehingga pelaksanaan program ini berjalan dengan baik. Dukungan tersebut berperan penting dalam terlaksananya kegiatan pemberdayaan, peningkatan kapasitas Kelompok Tani, serta pengembangan model pemanfaatan bioslurry berbasis komunitas di Desa Rek Kerrek. Semoga kemitraan ini terus terbangun dan memberikan manfaat berkelanjutan bagi masyarakat dan dunia akademik.

E. DAFTAR PUSTAKA

Akhsan, F., Bando, N., & Ramadhan, D. (2023). Pengaruh Subtitusi Dedak Padi Menggunakan Kulit Kacang Tanah Terhadap Konsumsi Pakan Ternak Sapi Potong. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, 4(1), 144–148. <https://doi.org/https://doi.org/10.51978/proppnp.v4i0.397>

Al-Farisi, R. M., & Triyasari, S. R. (2023). Persepsi petani terhadap penggunaan input usahatani tembaku di Desa Sana Daja. *Agriscience*, 4(November), 374–395. <https://journal.trunojoyo.ac.id/agriscience/article/view/21606>

Ambily Adithyan; Chandran, P. S. B. (2024). *Unpacking Reuse in asia*.

BIRU. (2014). *Pengelolaan dan Pengelolaan dan Pemanfaatan bio-slurry* (Zulfikar Arief (ed.); 3rd ed.). Biogas Rumah (BIRU).

Bos, H. (2024). *The potential of a hybrid integrated crop-livestock system as a more sustainable form of agriculture* (Issue September). Wageningen University.

Economics, A., & Library, D. (n.d.). *Historical Perspective of Watershed Management in India : A Participatory Rural Appraisal (PRA) based Assessment*. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2022/v40i1031090>

FAO. (2006). *Fertilizer use by crop* Fertilizer use by crop (V. delle Terme (ed.); 1st ed.). Electronic Publishing Policy and Support Branch Information.

Fitri, N. C., Fisika, M. P., Padang, U. N., Fisika, M. P., Padang, U. N., Terbarukan, E., & Baru, J. E. (2024). *Systematic Literature Review (SLR)*: <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21961>

Idris, M., Umroh, B., Hermawan, I., & Harahap, U. N. (2025). *IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM) Penerapan Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga dari Kotoran Domba sebagai Solusi Energi di Umroh Farm Application of Household-Scale Biogas Reactors from Sheep Manure as an Energy Solution at Umroh Farm*. 3(1), 46–53.

Kosimov, K. O. (2024). *Environmental Pollutionfrom Farm Animal* CAJMNS. c, 351–355.

Lazuardi, A. M. (2025). *Programa Penyuluhan Pertanian Wilayah Binaan BPP Palengaan (Desa Rek Kerrek)* (1st ed.). Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian.

Lubis, Najla, et all. (2022). Respon Pemberian Ekoenzim dan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Agrium*, 25(2), 107–115. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/agrium.v25i2.10354>

Mgxaji, Y., Mutengwa, C. S., & Mukumba, P. (2025). Biogas Slurry as a Sustainable Organic Fertilizer for Sorghum Production in Sandy Soils : A Review of Feedstock Sources , Application Methods , and Agronomic Impacts. *Agronomy*, 15, 1–25.

Moojen, F. G., Ryschawy, J., David, J. D. W., César, P., Carvalho, D. F., & Hendrickson, J. R. (2024). Case study analysis of innovative producers toward sustainable integrated crop - livestock systems : trajectory , achievements , and thought process. *Agronomy for Sustainable Development*, 44(3), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-024-00953-9>

Mulu, T., Chala, B., Kassa, Y., & Nega, T. (2025). Harnessing water hyacinth for biogas and bioslurry generation : experimental insights on biomass characterization and crop yield enhancement. *Scientific African*, 28(September 2024), e02730. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02730>

Novita, E., Rizki, K. F., Pradana, H. A., Pertanian, S. T., Pertanian, F. T., Jember, U., Teknologi, S., Tanaman, P., Pertanian, J., Banyuwangi, P. N., & Anaerobic, U. (2025). Pemanfaatan Slurry Biogas dari Penanganan Air Limbah Agroindustri Kopi sebagai Pupuk Cair. *TEKNOTAN*, 19(2), 145–152. <https://doi.org/10.24198/jt.vol19n2.10>

Ntaganda, J., & Ahlgren, E. O. (2025). From animal waste to energy : Exploring the effects of household livelihoods on biogas technology use in Rwanda. *Energy Research & Social Science*, 130(June), 104443. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104443>

Nurani, M. D. (2022). *Study on Phasing Out Sachets and Introducing Refill and Bulkstore Business Models* (Issue April).

Parihar, S. S., Saini, K. P. S., Lakhani, G. P., Jain, A., Roy, B., & Ghosh, S. (2019). *Livestock waste management : A review*. 7(3), 384–393.

Prasasti, C. I. (2025). *Pemanfaatan Biogas dalam Pengurangan Risiko Paparan Limbah Peternakan* Abstrak Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia. 6(3), 635–642.

Rezaldi Firman; Hidayanto Fajar. (2022). Potensi Limbah Fermentasi Metode Bioteknologi Kombucha Bunga Telang Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit. *Cemara*, 19(2), 79–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.24929/fp.v19i2.2239>

Ruhimat, R., Djajakirana, G., & Antonius, S. (2023). *Pengaruh Pemberian Kompos Pada Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Bawang Merah (Allium cepa L.) (Effect of Compost on The Vegetative Growth of Shallot (Allium cepa L.))*. 28(4), 534–545. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.4.534>

Sahin, I., Rogers, F., Rogers, F., & Rogers, F. (2006). Detailed Review of Rogers ' Diffusion Of Innovations Theory and Educational Technology-Related Studies Based On Rogers ' . *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(2), 14–23.

Salinero, J., Fernandez, L. M. G., Portillo, E., Navarrete, B., & Vilches, L. F. (2026). *Biogas upgrading in a pilot scale rotating packed bed absorber*. 219(August 2025). <https://doi.org/10.1016/j.cep.2025.110625>

Sari, Dwita; Rizal, M. E. (2025). Interaksi Pemberian Pupuk Organik Cair Jakaba Dan Npk Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (Arachis Hypogaea L .). *Agrotela*, 6(1), 13–20.

Sari, E. R. (2024). Global climate financial risk. *Journal of Economic, Business & Accounting Research*, 1(2), 132–159. <https://doi.org/10.61511/jembar.v1i2.2024.430>

Sari, S. M., Suprapti, E., Budiyono, A., Tunas, U., & Surakarta, P. (2025). Organic Fertilizer Making Training as an Effort to Implement Sustainable Organic Farming at the Gudangharjo Paranggupito Wonogiri Farmers Group. *Journal of Community Capacity Empowerment*, 3(1), 15–24.

Selvianah, D. I., Triyasaki, R., Sunyigono, A. K., & Fauziyah, E. (2025). *Preferensi Peternak dalam Membudidayakan Sapi Lokal Madura di Desa Tampojung Guwa (Farmers' Preferences in Raising Madurese Local Cattle in Tampojung Guwa Village)*. 7(1), 24–42.

Soemarah, T., Supriyadi, K. D. T., & Suprapti, E. (2020). Pengaruh Jenis Pupuk Terhadap Produksi Daun Tembakau. *Agriencia*, 20(1), 1–8.

Suparman, S., Tjokrodiningrat, S., Abdullatif, Z., Hasan, S., Syafie, Y., & Hasan, A. D. A. (2023). Efektivitas Reaktor Biogas dan Pengolahan Limbah Bioslurry Sebagai Sumber Energi Rumah Tangga Serta Hara Organik Pada Wilayah Pertanian Di Halmahera Timur. *Jurnal Pertanian Khairun*, 2(2). <https://doi.org/10.33387/jpk.v2i2.7273>

Triyasari, S. R., & Kamilah, I. (2024). Analysis of the influence of farmers' knowledge skills and attitudes towards extension in understanding the capacity of Madurese cattle farmers in West Waru Village, Pamekasan Regency. *BIO Web of Conferences*, 146. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414601088>

Warnars, L., & Oppenoorth, H. (2014). *A study on bioslurry results and uses* (Issue March).