



IDENTIFIKASI POTENSI LIMBAH TERNAK SAPI SEBAGAI SUMBER ENERGI BIOGAS DAN PUPUK ORGANIK PADA KELOMPOK TERNAK MALE MAJU, DESA TAMAN AYU

**Agung Budi Muljono¹; Sultan¹; I Made Ari Nrrartha¹; I Made Ginarsa¹;
Sudi Mariyanto Al Sasongko¹; Ida Bagus Fery Citarsa¹;
I Nyoman Wahyu Satiawan¹; Ali Imron²; Ami Muhammad Guntur²;
Muhammad Aldi²; Ni Putu Deviani Nareswari²**

¹ *Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram*

² *Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram, Jl Majapahit No 62 Mataram*

Article history: Received: 12 April 2026, Revised: 17 April 2026, Accepted: 17 April 2026

*Corresponding author: Agung Budi Muljono, jurusan teknik Elektro, Universitas Mataram, Nusa Tenggara barat
e-mail: agungbm@unram.ac.id*

ABSTRAK

Limbah ternak sapi merupakan salah satu sumber biomassa yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi energi terbarukan dan pupuk organik. Namun, pemanfaatannya pada Kelompok Ternak Male Maju di Desa Taman Ayu masih belum optimal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi limbah ternak sapi serta merumuskan upaya optimalisasi pemanfaatannya sebagai biogas dan pupuk organik. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan, wawancara, serta penyuluhan kepada anggota kelompok ternak. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan baru dimanfaatkan secara terbatas untuk satu unit kompor di ruang jaga, sedangkan limbah slurry dan kotoran kandang belum dimanfaatkan secara optimal dan cenderung dibuang begitu saja. Berdasarkan kondisi tersebut, dirumuskan rencana tindak lanjut berupa program penyuluhan dan pelatihan yang mencakup pembuatan digester sederhana, serta pengolahan dan pengemasan pupuk kandang dalam kemasan 5 kg guna meningkatkan nilai ekonominya.

Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman, pengetahuan, dan keterampilan kelompok ternak dalam pengelolaan limbah, meningkatkan kemandirian ekonomi melalui pemanfaatan limbah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, mengoptimalkan pemanfaatan biogas, serta menghasilkan produk pupuk organik yang memiliki nilai tambah secara ekonomi.

Kata kunci: biogas, kotoran sapi, pupuk organik, kelompok ternak Mele Maju, energi terbarukan

ABSTRACT

Cattle livestock waste is a biomass resource with considerable potential to be developed into renewable energy and organic fertilizer. However, its utilization in the Male Maju Livestock Group in Taman Ayu Village has not yet been optimal. This community service activity aims to identify the potential of cattle waste and to formulate strategies for optimizing its utilization as biogas and organic fertilizer. The methods employed include field observation, interviews, and outreach activities for members of the livestock group. The identification results indicate that the produced biogas is still used in a limited manner, only for a single stove unit in the guard post, while slurry and solid manure are not yet optimally utilized and are often discarded. Based on these findings, a follow-up plan was developed in the form of outreach and training programs, including the construction of a simple digester and processing and packaging solid manure into 5 kg bags to enhance its economic value.

This activity is expected to improve the understanding, knowledge, and skills of the livestock group in waste management, enhance their economic independence through sustainable and environmentally friendly waste utilization, optimize the use of biogas, and produce organic fertilizer products with added economic value.

Keywords: Biogas, cattle manure, organic fertilizer, Mele Maju livestock community, renewable energy

PENDAHULUAN

Limbah kotoran sapi merupakan permasalahan yang sering muncul dalam aktivitas peternakan, terutama ketika tidak dikelola dengan baik [1]. Akumulasi kotoran dapat memicu pencemaran lingkungan, menghasilkan bau yang tidak nyaman, serta berpotensi menjadi sumber penyakit bagi manusia dan ternak. Selain itu, pengelolaan yang kurang tepat dapat mencemari sumber air dan menurunkan kualitas lingkungan di sekitarnya, sehingga berdampak pada kesehatan dan kenyamanan masyarakat [2], [3]. Kondisi ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah ternak tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berkaitan erat dengan aspek kesehatan lingkungan dan keberlanjutan kehidupan masyarakat di sekitar area peternakan [4], [5].

Di sisi lain, limbah ternak sapi memiliki potensi yang signifikan untuk dimanfaatkan sebagai sumber daya yang bernilai guna. Pengolahan limbah menjadi biogas dan pupuk organik merupakan solusi strategis dalam menekan dampak negatif sekaligus meningkatkan nilai tambah ekonomi [6]. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan serta konsep ekonomi sirkular yang menekankan efisiensi pemanfaatan sumber daya dan pengurangan limbah melalui proses daur ulang. Dengan demikian, limbah ternak tidak lagi dipandang sebagai masalah, melainkan sebagai peluang untuk mendukung kemandirian energi dan peningkatan produktivitas pertanian [7].

Kelompok Ternak Male Maju di Desa Taman Ayu merupakan salah satu kelompok masyarakat yang menjadi obyek sasaran dalam kegiatan pengabdian ini. Kelompok ini telah memiliki instalasi biogas sebagai sarana pengolahan limbah, namun pemanfaatannya masih belum optimal. Biogas yang dihasilkan saat ini hanya digunakan untuk dua unit kompor, sementara hasil samping berupa slurry dan kotoran kandang belum dimanfaatkan secara maksimal. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan teknologi dengan kemampuan pemanfaatannya di tingkat masyarakat.

Permasalahan yang dihadapi oleh kelompok ternak tersebut meliputi keterbatasan pengetahuan dan keterampilan dalam pengelolaan limbah, belum tersedianya sistem pengolahan dan pengemasan pupuk organik yang memadai, serta rendahnya pemahaman terhadap potensi ekonomi dari limbah ternak. Selain itu, belum adanya pendampingan yang berkelanjutan menyebabkan pemanfaatan teknologi yang telah tersedia tidak berkembang secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya sistematis melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang tidak hanya bersifat edukatif, tetapi juga aplikatif dan berorientasi pada pemberdayaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian ini dirancang untuk mengidentifikasi potensi limbah ternak sapi serta mengoptimalkan pemanfaatannya secara berkelanjutan. Tujuan utama kegiatan ini adalah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota kelompok dalam pengelolaan limbah, mengoptimalkan pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif, serta mendorong produksi pupuk organik yang memiliki nilai tambah ekonomi. Melalui pendekatan pelatihan dan pendampingan langsung, diharapkan anggota kelompok mampu mengimplementasikan teknologi secara mandiri dan berkelanjutan.

Dalam konteks peternakan, pengolahan limbah ternak menjadi biogas dan pupuk organik merupakan bentuk implementasi nyata dari konsep ekonomi sirkular [8], [9]. Pendekatan ini tidak hanya mampu mengurangi dampak pencemaran lingkungan, tetapi juga mendorong terciptanya sistem produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan [10], [11]. Secara teoritis, ekonomi sirkular sendiri merupakan pendekatan pembangunan yang menekankan optimalisasi penggunaan sumber daya melalui prinsip *reduce*, *reuse*, dan *recycle*, dengan memandang limbah sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan kembali dalam siklus produksi [12], [13].

Biogas merupakan gas yang terbentuk melalui proses fermentasi anaerob bahan organik oleh mikroorganisme tanpa kehadiran oksigen [14]. Proses pembentukannya meliputi tahapan hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis, yang menghasilkan komponen utama berupa metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) [15], [16]. Kandungan metana dalam biogas berkisar antara 50–70%, sehingga memiliki nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun skala industri kecil [17]. Selain sebagai sumber energi, pemanfaatan biogas juga berkontribusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan serta menekan emisi gas rumah kaca.

Selain dimanfaatkan sebagai sumber energi, limbah ternak sapi juga berpotensi diolah menjadi pupuk organik melalui proses dekomposisi biologis [18], [19]. Pemanfaatannya dapat meningkatkan kualitas tanah dengan memperbaiki struktur, menambah kemampuan tanah dalam menahan air, serta mengaktifkan mikroorganisme tanah, sehingga mendukung praktik pertanian berkelanjutan.

Berbagai studi menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ternak melalui teknologi biogas dan pengolahan pupuk organik memberikan dampak positif, baik dari aspek lingkungan maupun ekonomi masyarakat [11]. Kegiatan pelatihan dan pendampingan dalam pengelolaan limbah terbukti mampu meningkatkan keterampilan serta membuka peluang usaha baru. Selain itu, keberlanjutan program sangat ditentukan oleh konsistensi pendampingan dan tingkat partisipasi aktif masyarakat dalam setiap tahapan kegiatan. Oleh karena itu, integrasi antara pengelolaan limbah ternak, produksi biogas, dan pemanfaatan pupuk organik dapat membentuk sistem yang efisien, berkelanjutan, dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menerapkan pendekatan partisipatif dan eksploratif dengan menekankan keterlibatan aktif anggota Kelompok Ternak Male Maju di Desa Taman Ayu dalam setiap tahapan, terutama dalam mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang dihadapi. Pendekatan ini bertujuan memperoleh gambaran nyata kondisi lapangan sebagai dasar penyusunan program lanjutan yang tepat sasaran, sekaligus meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kemandirian mitra dalam pengelolaan limbah ternak secara berkelanjutan.

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan koordinasi bersama pengurus kelompok untuk membangun kerja sama dan menyepakati rencana kegiatan. Selanjutnya dilakukan observasi lapangan untuk meninjau kondisi kandang, sistem pengelolaan limbah, serta pemanfaatan biogas. Kegiatan dilanjutkan dengan wawancara dan diskusi guna menggali informasi terkait praktik yang berjalan dan kendala yang dihadapi mitra.

Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan identifikasi permasalahan dan potensi yang belum optimal sebagai dasar penyusunan rencana tindak lanjut berupa pelatihan dan penyuluhan. Sasaran kegiatan meliputi 15 peternak aktif (± 60 ekor sapi), pengelola kandang, serta masyarakat sekitar yang masih memiliki keterbatasan dalam pemanfaatan limbah. Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas pelaksanaan awal dan menjadi dasar perbaikan program lanjutan agar lebih efektif dan tepat sasaran.

Melalui rangkaian kegiatan ini, diharapkan terbangun sinergi antara tim pengabdian dan mitra dalam mengembangkan solusi yang aplikatif dan berkelanjutan, sehingga potensi limbah ternak dapat dimanfaatkan secara optimal menjadi sumber energi alternatif dan pupuk organik yang bernilai ekonomis. Selain itu, kegiatan ini juga diharapkan mampu mendorong peningkatan kesejahteraan peternak serta mendukung upaya pelestarian lingkungan di tingkat lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan, pelaksanaan kegiatan diawali dengan koordinasi bersama pengurus Kelompok Ternak Male Maju untuk membangun kerja sama dan menyepakati rencana kegiatan. Selanjutnya dilakukan kunjungan langsung ke lapangan melalui pendekatan partisipatif dan eksploratif yang meliputi observasi kondisi kandang, sistem pengelolaan limbah, serta pemanfaatan instalasi biogas. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan wawancara dan diskusi bersama anggota kelompok untuk menggali informasi terkait kondisi ternak, praktik pengelolaan yang berjalan, serta berbagai kendala yang dihadapi mitra.

Hasil diskusi dan informasi lapangan menunjukkan adanya kendala baik dari aspek teknis maupun manajerial yang mempengaruhi optimalisasi pemanfaatan limbah ternak. Proses interaksi langsung ini memberikan gambaran nyata kondisi eksisting mitra, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 yang memuat dokumentasi kegiatan kunjungan, diskusi, serta kondisi lapangan. Temuan tersebut menjadi dasar dalam merumuskan kebutuhan dan rencana tindak lanjut program yang lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.



Gambar 1. Kunjungan langsung ke lapangan mengidentifikasi permasalahan mitra



Gambar 2. Kondisi kandang dan ternak sapi Kelompok Ternak Male Maju

Dilihat dari kondisi eksisting di lapangan, Kelompok Ternak Male Maju telah memiliki instalasi biogas sebagai upaya pemanfaatan limbah kotoran sapi. Selain itu, limbah yang dihasilkan juga telah berbentuk slurry dan pupuk kandang yang berpotensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum kelompok telah memiliki dasar dalam pengelolaan limbah ternak.

Namun demikian, pemanfaatan fasilitas dan produk limbah tersebut masih belum optimal. Instalasi biogas belum dioperasikan secara konsisten sehingga potensi energi yang dihasilkan belum dimanfaatkan secara maksimal. Di sisi lain, slurry dan pupuk kandang yang dihasilkan belum dikelola secara baik untuk meningkatkan nilai tambah, baik sebagai pupuk organik maupun produk yang memiliki nilai ekonomi.

Kondisi ini dipengaruhi oleh beberapa kendala, antara lain keterbatasan pemahaman teknis terkait pengoperasian dan perawatan instalasi digester biogas, serta belum adanya sistem pengelolaan limbah yang terstruktur. Selain itu, aspek manajerial dan pemanfaatan hasil olahan limbah juga masih perlu ditingkatkan agar dapat memberikan manfaat yang lebih luas bagi anggota kelompok.

Kondisi eksisting ini ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4, yang menggambarkan instalasi digester biogas serta hasil limbah berupa slurry dan pupuk kandang di lapangan. Hasil ini menjadi dasar dalam merumuskan strategi tindak lanjut yang berfokus pada optimalisasi

pemanfaatan limbah ternak melalui pendekatan teknis dan pemberdayaan mitra secara berkelanjutan.



Gambar 3. Kondisi eksisting instalasi digester biogas Kelompok Ternak Male Maju



Gambar 4. Hasil limbah berupa slurry dan pupuk kandang

Berdasarkan hasil analisis data lapangan, setiap ekor sapi diketahui menghasilkan kotoran sekitar ± 10 kg per hari [20]. Dengan populasi ternak sebanyak 60 ekor, total produksi kotoran mencapai ± 600 kg per hari, yang menunjukkan ketersediaan bahan baku yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber produksi biogas. Dengan asumsi faktor konversi biogas sebesar $\pm 0,03$ m³ per kg kotoran, maka potensi produksi biogas yang dapat dihasilkan mencapai sekitar ± 18 m³ per hari. Nilai ini mengindikasikan bahwa limbah ternak yang tersedia memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

Dari sisi pemanfaatan, volume biogas tersebut diperkirakan mampu mencukupi kebutuhan energi memasak harian sekitar 5–6 rumah tangga. Hal ini menunjukkan bahwa optimalisasi pengelolaan limbah ternak tidak hanya berperan dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi serta penyediaan energi bagi masyarakat sekitar.

Kotoran sapi diolah menjadi pupuk kandang padat melalui proses pengomposan aerobik metode tumpukan statis selama ± 30 hari. Hasil kompos memiliki ciri fisik berwarna coklat kehitaman, tidak berbau, dan bertekstur gembur sehingga mudah diaplikasikan ke tanah. Selain itu, slurry hasil fermentasi biogas juga dikeringkan dan dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pupuk padat. Jika dikelola melalui proses pengolahan dan pengemasan yang baik, pupuk

kandang yang dihasilkan memiliki potensi untuk dipasarkan dan memberikan nilai jual, sehingga dapat menjadi sumber pendapatan tambahan bagi kelompok ternak.

Sebagai bagian dari tahap evaluasi, hasil pelaksanaan kegiatan menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ternak pada Kelompok Ternak Male Maju memiliki potensi yang baik, namun belum dioptimalkan secara menyeluruh, baik dari aspek teknis maupun pengelolaan hasil. Instalasi biogas serta produk samping berupa slurry dan pupuk kandang telah tersedia, tetapi pemanfaatannya masih terbatas dan belum memberikan nilai ekonomis yang maksimal.

Evaluasi ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara potensi dan tingkat pemanfaatan di lapangan, sehingga diperlukan upaya peningkatan kapasitas mitra melalui pendekatan yang lebih aplikatif dan berkelanjutan. Penguatan sinergi antara tim pengabdian dan mitra menjadi faktor penting dalam mendorong optimalisasi pengelolaan limbah ternak.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, dirumuskan rencana tindak lanjut berupa program penyuluhan dan pelatihan yang mencakup pembuatan digester sederhana serta pengolahan dan pengemasan pupuk kandang dalam kemasan 5 kg, sebagaimana pada Gambar 5. Program ini diharapkan mampu meningkatkan pemanfaatan limbah ternak sekaligus memberikan nilai tambah ekonomi bagi kelompok ternak.



Gambar 5. Diskusi rencana tindak lanjut kegiatan dengan anggota Kelompok Ternak Male Maju

Kegiatan pengabdian ini memberikan dampak sosial dan edukasi yang positif bagi anggota Kelompok Ternak Male Maju. Melalui proses observasi, diskusi, dan interaksi langsung, mitra memperoleh peningkatan pemahaman mengenai pentingnya pengelolaan limbah ternak secara terpadu, khususnya dalam pemanfaatan biogas dan pengolahan pupuk organik.

Dari sisi sosial, kegiatan ini mendorong terbangunnya kesadaran kolektif dan partisipasi aktif anggota kelompok dalam mengelola limbah secara lebih baik dan berkelanjutan. Selain itu, adanya komunikasi yang intensif antara tim pengabdian dan mitra turut memperkuat kerja sama serta membuka peluang kolaborasi dalam pengembangan program lanjutan.

Secara edukatif, kegiatan ini menjadi sarana transfer pengetahuan dan peningkatan kapasitas mitra, baik dalam aspek teknis maupun manajerial. Diharapkan, dampak ini dapat berlanjut pada perubahan perilaku menuju pengelolaan limbah yang lebih produktif, bernilai ekonomis, dan ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Kesimpulan kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa Kelompok Ternak Male Maju memiliki potensi limbah ternak yang terukur, yaitu sekitar ± 600 kg kotoran per hari dari 60 ekor sapi yang berpotensi menghasilkan ± 18 m³ biogas per hari, serta produk samping berupa slurry dan pupuk kandang. Pemanfaatan potensi tersebut masih belum optimal, baik dari aspek teknis maupun nilai ekonomis.

Pendekatan partisipatif dan eksploratif mampu mengidentifikasi kondisi eksisting, permasalahan, serta kebutuhan mitra secara komprehensif sebagai dasar penyusunan program lanjutan. Hasil analisis menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi yang tersedia dengan tingkat pemanfaatannya di lapangan.

Program tindak lanjut dirumuskan dalam bentuk penyuluhan dan pelatihan yang mencakup pembuatan digester sederhana serta pengolahan dan pengemasan pupuk kandang dalam

kemasan 5 kg. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan optimalisasi pemanfaatan limbah, nilai tambah produk, serta keberlanjutan usaha dan kesejahteraan mitra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram atas dukungan dana PNBPN Tahun Anggaran 2026, serta kepada Kelompok Ternak Male Maju atas partisipasi dan kerja sama dalam pelaksanaan kegiatan ini.

REFERENSI

- [1] E. Lovisia, T. Ariani, O. P. Utami Gumay, and W. Arini, "Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Sebagai Biogas," *J. CEMERLANG Pengabd. pada Masy.*, vol. 5, no. 1, pp. 32–41, 2022, doi: 10.31540/jpm.v5i1.1870.
- [2] F. Romansah, "Penegakan Hukum Terhadap Pencemaran Limbah Peternakan Sapi Potong Law Enforcement Against Pollution of Beef Cattle Livestock Waste," *Penegakan Huk. Terhadap Pencemaran Limbah Peternak. Sapi Potong Law Enforc. Against Pollut. Beef Cattle Livest. Waste*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2020.
- [3] A. Ibrahim, R. M. Ismail, N. Tiana, M. F. Syarif, and A. Martina, "Sosialisasi dampak limbah kotoran sapi terhadap kesehatan dan lingkungan di desa cihanjuang rahayu," *Proc. UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, vol. 05, no. 05, pp. 1–13, 2024.
- [4] A. T. Sitanggang and A. Wahyudi, "Analisis Hukum Terhadap Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Kotoran Ternak di Desa Parlondut Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir," *J. Sos. Hum. dan Pendidik.*, vol. 5, no. 1, pp. 471–482, 2026, [Online]. Available: <https://journalcenter.org/index.php/inovasi/article/view/5109>
- [5] S. Steven *et al.*, "Regency Towards a Healthy Village Pengolahan Limbah Ternak Menjadi Pupuk Kandang Di Desa Mandiro Kabupaten Bondowoso Menuju Desa Sehat," *Indones. J. Community Serv. Engagem.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–36, 2025.
- [6] F. Astuti, I. Fatimah, L. Silvia, S. Y. Purwaningsih, and Y. Cahyono, "Pemrosesan Limbah Kotoran Ternak Sapi Menjadi Pupuk Organik Ramah Lingkungan di Desa Slumbung, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar," *Sewagati*, vol. 8, no. 1, pp. 1188–1194, 2023, doi: 10.12962/j26139960.v8i1.810.
- [7] Fachrurizal, "Dampak Teknologi Biogas Dari Kotoran Sapi Terhadap Lingkungan Dan Ekonomi Peternakan," *JIPENA J. Ilmu Peternak. Indones.*, vol. Vol. 02, N, pp. 15–20, 2025.
- [8] S. Huda and W. Wikanta, "Utilization of Cow Manure Waste into Organic Fertilizer to Support Beef Cattle Farming in the Mandiri Jaya Livestock Farmers Group Moropelang Village, Babat Sub-District, Lamongan District (Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik Sebagai Upa," *AKSILOGIYA J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 26–35, 2017, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/323346480_Pemanfaatan_Limbah_Kotoran_Sapi_Menjadi_Pupuk_Organik_Sebagai_Upaya_Mendukung_Usaha_Peternakan_Sapi_Potong_di_Kelompok_Tani_Ternak_Mandiri_Jaya_Desa_Moropelang_Kecamatan_Babat_Kabupaten_Lamongan
- [9] S. Islami, B. Yanti, and D. Anggraini, "Peran Limbah Ternak dalam Ekonomi Sirkular Pertanian Membangun Sistem Agroekologi yang Regeneratif," *Ecosains J. Ilm. Ekon. dan Pembang.*, vol. 14, no. 1, p. 58, 2025, doi: 10.24036/ecosains.13375757.00.
- [10] I. Dwiprigitaningtias, A. A. Audi, and H. D. Saputro, "Urgensi Pelaksanaan Program Kebijakan Industri Hijau sebagai Upaya Melestarikan Lingkungan Hidup di Indonesia," *RechtJiva*, vol. 2, no. 2, pp. 180–193, 2025, doi: 10.21776/rechtjiva.v2n2.1.
- [11] I. P. G. D. Widiarta, C. Qamara, and H. Mayulu, "Studi Sosial Ekonomi Pengelolaan Limbah Sapi Potong sebagai Energi Terbarukan dan Pupuk Organik dalam Kerangka Circular Economy Socio-Economic Study on Cattle Waste Management for Renewable Energy and Organic Fertilizer within the Circular Economy Framewo," *Forum Ekon.*, vol.

27, no. 2, pp. 260–273, 2025.

- [12] R. Y. Hadi *et al.*, “Penerapan ekonomi sirkular dalam pengolahan limbah cair menjadi pupuk daun dan pupuk buah untuk mendukung industri pupuk berkelanjutan,” *Nusant. Eng.*, vol. 8, no. 02, pp. 258–265, 2025, [Online]. Available: <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/noe/article/view/26254>
- [13] U. Sari, S. Rusdiantini, and S. Novianti, “Ekonomi Sirkular dalam Industri Manufaktur: Strategi Untuk Mengurangi Limbah dan Meningkatkan Efisiensi,” *J. Ekon. dan Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 230–239, 2025, [Online]. Available: <http://ejournalppmunsa.ac.id/index.php/jebPp.230-239>
- [14] Khaidir, “Teknologi Produksi Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif Berbahan Baku Sampah Organik,” *J. Samudera*, vol. 9, no. 2, pp. 51–66, 2017.
- [15] G. Nasution and Y. F. Syaputra, “Pemodelan Dan Analisis Proses Produksi Biogas Dari Kotoran Sapi: Studi Simulasi Menggunakan Superpro Designer Dan Evaluasi Kinerja,” *J. Tek. Kim.*, vol. 21, no. 01, pp. 25–40, 2026.
- [16] K. Kusumandari *et al.*, “Pengembangan Energi Alternatif Biogas dari Sampah Organik di Desa Wonorejo Polokarto Sukoharjo,” *J. Semar*, vol. 14, no. 1, pp. 199–208, 2025.
- [17] Aulia Wulansari Agustin, S. Sudarti, and Y. Yushardi, “Potensi Pemanfaatan Biogas Dari Sampah Organik Sebagai Sumber Energi Terbarukan,” *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 6, pp. 1109–1116, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i6.2841.
- [18] L. A. Wardana *et al.*, “Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos,” *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.29303/jpmipi.v4i1.615.
- [19] F. Alsyadilah, Mutmainnah, K. Hatimah, and Y. Oktaviani, “Pengelolaan limbah kotoran ternak sapi menjadi biogas sebagai sumber pupuk organik rumah tangga,” *Soc. Engagem.*, vol. 1, no. 1, pp. 18–23, 2024.
- [20] I. M. A. Pramadya, I. G. L. P. Tanaya, and A. Yakin, “Prospek Pengembangan Biogas di Kabupaten Lombok Barat,” *J. Sangkareang Mataram*, vol. 2, no. 2, pp. 29–34, 2016.