

OPTIMALISASI PEMANFAATAN LIMBAH TERNAK SEBAGAI PUPUK ORGANIK DAN BIOGAS DI DESA BRANJANG

Christine Natalia Dewi^{1*}, Arzunia Chalistica Darmaningsih², Adien Ar Raafi Saputra²,
Siswati Indra Murti², Firstya Jundan Handhayani²

¹Pendidikan Ekonomi Akuntansi, Universitas Negeri Semarang

²Pendidikan Akuntansi, Universitas Negeri Semarang

email: nataliadewi134@students.unnes.ac.id

Abstract: The cattle farming community in Brangjant Village, Semarang Regency, faces a primary issue of livestock waste accumulation that has not been optimally managed. This condition results in environmental pollution, unpleasant odors, and increased dependency on chemical fertilizers and liquefied petroleum gas (LPG). The main constraints are limited knowledge, skills, and access to waste processing technology. This community service program aims to optimize the utilization of cattle waste as organic fertilizer and alternative energy through the implementation of the Sustainability Techno-Integrated Agrofarm model. The method employed involves a participatory approach through extension, training, consultation, and the application of the appropriate MetaCow technology as a household-scale biogas digester. Program success was evaluated using pre-test and post-test instruments, analyzed by *n-gain* and paired sample *t-test* to assess improvements in participants' knowledge and skills. The results demonstrate a significant enhancement in the community's ability to process waste into economically valuable organic fertilizer and biogas, while also strengthening the institutional capacity of Sanggar Tani as a center for sustainable agricultural technology learning. This program contributes to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly in clean energy, sustainable production, and environmental preservation.

Keywords: biogas; digester; livestock waste; organic fertilizer; sustainable agriculture

Abstrak: Masyarakat peternak sapi di Desa Brangjant, Kabupaten Semarang menghadapi permasalahan utama yakni penumpukan limbah ternak yang belum dikelola secara optimal. Hal ini berdampak pada pencemaran lingkungan, munculnya bau tidak sedap, serta meningkatnya ketergantungan akan pupuk kimia serta gas elpiji. Kendala utama adalah karena keterbatasan pengetahuan, keterampilan, serta akses terhadap teknologi pengolahan limbah. Program pengabdian masyarakat ini bertujuan mengoptimalkan pemanfaatan limbah ternak sapi sebagai pupuk organik dan energi alternatif melalui penerapan model *Sustainability Techno-Integrated Agrofarm*. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif melalui penyuluhan, pelatihan, konsultasi, dan penerapan teknologi tepat guna *MetaCow* sebagai digester biogas rumah tangga, serta evaluasi keberhasilan melalui *pre-test* dan *post-test* yang dianalisis melalui uji *n-gain* dan *paired sample t-test* untuk menilai peningkatan tingkat pemahaman serta keterampilan peserta. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan kemampuan masyarakat dalam mengolah limbah menjadi pupuk organik dan biogas yang bernilai ekonomis serta memperkuat kelembagaan *Sanggar Tani* sebagai pusat pembelajaran teknologi pertanian berkelanjutan. Program ini berkontribusi pada tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) khususnya energi bersih, produksi berkelanjutan, dan pelestarian lingkungan.

Kata kunci: biogas; digester; limbah ternak; pupuk organik; pertanian berkelanjutan

PENDAHULUAN

Sektor peternakan merupakan salah satu sektor strategis dalam mendukung ketahanan pangan global. Namun demikian, aktivitas peternakan juga menghasilkan limbah dalam jumlah besar yang berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola secara efektif. Limbah ternak, secara khususnya kotoran sapi, dapat menyebabkan pencemaran sumber daya air, menimbulkan bau tidak sedap, serta berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca, seperti metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O). Di sisi lain, limbah ternak tersebut memiliki potensi ekonomi dan ekologis yang cukup besar apabila dikelola dan dimanfaatkan melalui pendekatan pengelolaan yang tepat dan berkelanjutan.

Kotoran ternak mengandung unsur hara makro dan mikro yang berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, di antaranya nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (Setyorini, 2019). Melalui proses pengolahan yang tepat, limbah ternak dapat diubah menjadi pupuk organik padat maupun pupuk organik cair yang terbukti mampu memperbaiki karakteristik fisik, kimia, dan biologis tanah. Pemanfaatan pupuk organik dari limbah ternak ini juga berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan petani terhadap penggunaan pupuk kimia sintesis (Indrayani et al., 2025). Selain sebagai pupuk, limbah ternak memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan berupa biogas melalui proses fermentasi anaerobik. Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan dengan proses fermentasi anaerobik dan bahan organik oleh aktivitas mikroorganisme dalam kondisi tanpa oksigen. Secara umum, biogas tersusun oleh metana (CH_4) sebesar 55–65% dan karbon dioksida (CO_2) sebesar 30–40%, serta mengandung sejumlah kecil gas lain seperti

hidrogen sulfida (H_2S) dan uap air (Jameel et al., 2024; Ahlberg-Eliasson et al., 2021). Kandungan metana yang relatif tinggi menjadikan biogas bersifat mudah terbakar dan memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan, terlebih pada skala rumah tangga dan komunitas pedesaan.

Desa Branjang yang berada di Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang merupakan salah satu wilayah dengan tingkat aktivitas peternakan sapi yang relatif cukup tinggi. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa terdapat 167 ekor sapi yang setiap harinya menghasilkan kurang lebih 1.670 kg limbah padat dan 2.505 liter limbah cair. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan Wardana et al., (2021) dan Khairi et al., (2025) yang mengungkapkan bahwa sebagian besar desa peternakan, limbah ternak yang dihasilkan masih diperlakukan sebagai residu yang dibuang tanpa adanya pengolahan, sehingga belum memberikan nilai lebih bagi perekonomian masyarakat.

Lain halnya dengan wilayah yang telah menerapkan sistem integrasi peternakan-pertanian secara optimal, pemanfaatan limbah ternak di Desa Branjang masih terbatas dan belum terkonversi menjadi pupuk organik ataupun biogas. Pendekatan integratif tersebut tidak hanya meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya, tetapi juga berpotensi menghasilkan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat (Khairi et al., 2025). Oleh karena itu, difokuskan pada tahap awal kegiatan pendidikan masyarakat melalui sosialisasi dan pelatihan yang bertujuan

menumbuhkan pemahaman mengenai pentingnya pemanfaatan limbah ternak dalam meningkatkan produktivitas pertanian sekaligus menjaga kelestarian lingkungan. Pada tahap ini disampaikan ilustrasi manfaat ekonomi secara langsung, seperti penghematan biaya pembelian pupuk kimia hingga $\pm 30\%$ per musim tanam serta pengurangan pengeluaran energi rumah tangga melalui substitusi gas elpiji dengan biogas. Dengan demikian, masyarakat memahami bahwa limbah ternak tidak hanya menjadi sumber pencemar, tetapi juga sumber daya bernilai ekonomi apabila dikelola secara tepat.

Berdasarkan potensi dan permasalahan tersebut, Tim Pelaksana bersama Ormawa HMPPE FEB UNNES, pemerintah desa, dan masyarakat Desa Branjang menginisiasi sebuah program pemberdayaan petani muda melalui pengembangan Sanggar Tani berbasis *Sustainability Techno-Integrated Agrofarm*. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kapasitas petani muda dalam mengelola limbah ternak sapi menjadi pupuk organik dan biogas, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan gas elpiji, serta mengoptimalkan pengelolaan lahan hijau sebagai sumber pakan yang berkelanjutan. Program ini juga diharapkan memperkuat kelembagaan sanggar tani sebagai pusat pembelajaran dan inovasi pertanian untuk mendukung produktivitas, keberlanjutan lingkungan, serta kesejahteraan ekonomi masyarakat Desa Branjang.

METODE

Kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) yang mengintegrasikan pendidikan masyarakat, pelatihan, konsultasi, dan substitusi ipteks. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa adanya

peningkatan pengetahuan dan keterampilan, serta perubahan perilaku masyarakat dapat dicapai secara komprehensif dan berkelanjutan.



Gambar 1. Diagram Alur Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian disusun secara sistematis dan berurutan agar mudah dipahami, sebagaimana disajikan pada diagram alur pelaksanaan kegiatan pengabdian. Diagram tersebut menggambarkan keterkaitan antar tahapan mulai dari identifikasi masalah hingga monitoring dan keberlanjutan program.

Tahap awal difokuskan pada pendidikan masyarakat melalui penyuluhan dan sosialisasi mengenai pentingnya pemanfaatan limbah ternak sebagai sumber daya bernilai ekonomi dan ramah lingkungan. Kegiatan ini bertujuan menumbuhkan kesadaran masyarakat bahwa limbah ternak tidak hanya berpotensi mencemari lingkungan, tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan

produktivitas pertanian dan menyediakan sumber energi alternatif.

Tahap selanjutnya adalah pelatihan teknis yang dilaksanakan menggunakan metode *in-house training* (pupuk organik dan biogas). Peserta dilibatkan secara langsung dalam praktik pembuatan pupuk organik padat dan cair serta pengoperasian teknologi biogas menggunakan digester MetaCow. Pelatihan dirancang berbasis praktik lapangan agar peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memiliki keterampilan aplikatif dalam mengolah limbah ternak secara mandiri.

Untuk memperkuat implementasi pelatihan teknis, kegiatan dilengkapi dengan sesi konsultasi yang melibatkan petani, kelompok tani, dan perangkat desa. Konsultasi ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan teknis dan sosial ekonomi yang dihadapi masyarakat, serta merumuskan strategi penerapan teknologi yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan lokal.

Strategi tersebut diwujudkan melalui substitusi IPTEKS, yaitu penerapan teknologi tepat guna berupa digester biogas (*MetaCow*). Teknologi ini dipilih karena bersifat sederhana, efisien, ramah lingkungan, serta sesuai untuk skala rumah tangga dan kelompok tani kecil, sehingga mudah dioperasikan dan berpotensi diadopsi secara berkelanjutan.

Evaluasi efektivitas kegiatan dilakukan menggunakan instrumen pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji *n-gain* dan *paired sample t-test*, sedangkan data kualitatif yang diperoleh melalui wawancara dan diskusi kelompok terfokus dianalisis secara tematik. (*focus group discussion*) dianalisis secara tematik guna mengidentifikasi persepsi, kendala, serta peluang keberlanjutan penerapan teknologi.

Tahap akhir dari metode ini adalah

monitoring berkelanjutan untuk memastikan keberhasilan adopsi teknologi serta keberlanjutan kelembagaan Sanggar Tani sebagai pusat pembelajaran dan inovasi pertanian. Monitoring ini bertujuan menjaga kesinambungan program serta memperkuat kolaborasi antara masyarakat, akademisi, dan pemerintah desa.

PEMBAHASAN

Pemanfaatan limbah ternak di Desa Branjang terbukti mampu menjadi solusi strategis dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan. Data lapangan menunjukkan bahwa dari 167 ekor sapi, desa ini menghasilkan sekitar 1.670 kg limbah padat dan 2.505 liter limbah cair setiap hari. Limbah tersebut sebelumnya hanya menumpuk dan berpotensi mencemari lingkungan, namun melalui kegiatan pengabdian masyarakat berhasil diolah menjadi pupuk organik dan energi alternatif.



Gambar 2. Kegiatan Pembuatan Pupuk Organik Bersama Anggota Sanggar Tani

Keberhasilan pengolahan limbah ternak tidak terlepas dari kandungan nutrisi yang terdapat dalam kotoran sapi, seperti nitrogen, fosfor,

dan kalium yang berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah (Kadam et al., 2024). Kandungan unsur hara tersebut dioptimalkan melalui proses fermentasi untuk menghasilkan pupuk organik padat dan cair yang lebih ramah lingkungan. Selain dimanfaatkan sebagai pupuk, penerapan teknologi pencernaan anaerobik melalui digester *MetaCow* memungkinkan limbah ternak, baik padat maupun cair, dikonversi menjadi biogas sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan (Ahlberg-Eliasson et al., 2021). Dengan demikian, pengelolaan satu jenis limbah mampu menghasilkan dua produk utama yang saling mendukung kebutuhan pertanian dan energi masyarakat.

Produk yang dihasilkan memberikan dampak ekonomi langsung bagi masyarakat. Biogas yang diproduksi mampu menggantikan sebagian kebutuhan gas elpiji rumah tangga, sehingga berpotensi menghemat pengeluaran energi sekitar satu hingga dua tabung elpiji per bulan per rumah tangga, tergantung pada intensitas pemanfaatan. Selain itu, pupuk organik yang dihasilkan digunakan pada lahan pertanian desa dan menunjukkan peningkatan produktivitas tanaman. Pupuk organik yang berlebih juga memiliki peluang untuk dipasarkan secara terbatas di tingkat lokal, sehingga membuka potensi tambahan pendapatan bagi petani. Dengan demikian, pemanfaatan limbah ternak tidak hanya berdampak pada perbaikan lingkungan, tetapi juga berkontribusi terhadap penguatan ketahanan ekonomi keluarga petani.

Peningkatan kapasitas masyarakat menjadi faktor kunci dalam keberhasilan program pengabdian ini. Dampak positif kegiatan tercermin dari hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* yang menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman dan keterampilan peserta dalam mengolah limbah ternak.

Tabel 1. Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

Parameter	Rata-rata	Min	Maks
<i>Pre-test</i>	78,23	65	95
<i>Post-test</i>	94,85	80	100

Berdasarkan Tabel 1, nilai rata-rata *pre-test* meningkat dari 78,23 menjadi 94,85 pada *post-test*, disertai kenaikan nilai minimum dan maksimum. Analisis *n-gain* memperlihatkan pergeseran tingkat pemahaman dari kategori sedang menuju kategori tinggi, yang menegaskan efektivitas pendekatan pelatihan berbasis praktik lapangan dan pendampingan intensif. Peningkatan kompetensi tersebut tidak hanya memperkuat kemampuan teknis masyarakat, tetapi juga mendorong tumbuhnya minat generasi muda untuk terlibat aktif dalam pengembangan agroindustri berbasis teknologi yang berkelanjutan.

Keterlibatan pemuda desa difasilitasi melalui penguatan kelembagaan Sanggar Tani yang berperan sebagai pusat pembelajaran dan inovasi. Maka dari itu, sanggar tani dikelola secara partisipatif dengan struktur sederhana yang terdiri dari ketua, sekretaris, bendahara, beberapa divisi fungsional seperti divisi produksi pupuk organik, divisi biogas, serta divisi edukasi dan pemasaran, ditambah beberapa anggota yang lain. Struktur ini dibentuk untuk pembagian tugas yang jelas, mendorong keterlibatan pemuda desa, sert memastikan keberlanjutan kegiatan pengelolaan limbah ternak. Karena Sanggar Tani tidak hanya menjadi wadah transfer keterampilan teknis, tetapi juga berfungsi sebagai ruang pengembangan bidang sosial dan ekonomi, seperti pembentukan

kelompok usaha, strategi pemasaran, dan pengembangan kurikulum pembelajaran berkelanjutan. Dengan adanya kelembagaan ini, keberlanjutan program lebih terjamin karena masyarakat memiliki wadah resmi untuk terus berinovasi.



Gambar 3. Praktik Pembuatan *Metacow* (Digester Biogas)

Keberhasilan Desa Brangjeng dalam mengintegrasikan teknologi *MetaCow* melalui model Sustainability Techno-Integrated AgroFarm berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya SDGs 7 dan SDGs 12, merupakan salah satu luaran utama dari kegiatan pengabdian masyarakat ini, yang diwujudkan melalui penerapan teknologi biogas dan pemanfaatan limbah ternak secara berkelanjutan. Pemanfaatan limbah ternak sebagai biogas terbukti mendukung penyediaan energi alternatif ramah lingkungan sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, sehingga selaras dengan agenda transisi energi berkelanjutan (Yudi Ariyanto & Teguh Soedarto, 2025).

Selain itu, pengolahan limbah ternak menjadi sumber bioenergi dan input pertanian juga berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan serta perlindungan ekosistem darat, yang sejalan dengan prinsip keberlanjutan global (Nair et al., 2022). Dengan demikian, model ini tidak

hanya memberikan manfaat di tingkat lokal, tetapi juga relevan secara global dan memiliki potensi untuk direplikasi di wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa guna mendukung pertanian ramah lingkungan dan berdaya saing ekonomi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian yang telah diterapkan menggunakan pendekatan metode campuran yang terintegrasi, maka dapat diambil kesimpulan bahwa program pemanfaatan limbah ternak yang ada di Desa Brangjeng Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang, menunjukkan hasil positif dan terbukti mampu menjadi solusi strategis guna mewujudkan pertanian berkelanjutan.

Melalui program ini, masyarakat memperoleh pemahaman serta keterampilan dalam mengolah dan memanfaatkan limbah ternak sebanyak 1.670 kg limbah padat dan 2.505 liter limbah cair per hari yang tidak bernilai guna untuk dikonversi menjadi pupuk organik dan energi alternatif berupa biogas.

Selain memberikan dampak positif bagi lingkungan, pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik dan biogas juga mampu meningkatkan produktivitas pertanian, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Selaras dengan itu, program pemanfaatan limbah ternak juga menunjukkan hasil signifikan pada ekonomi langsung bagi masyarakat, sehingga berkontribusi pada peningkatan ketahanan ekonomi keluarga petani. Di samping itu, keberhasilan dalam mengintegrasikan teknologi *MetaCow* melalui model *Sustainability Techno-*

Integrated AgroFarm juga mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya mengenai energi bersih, produksi berkelanjutan, dan pelestarian ekosistem darat.

Potensi replikasi program ini pada wilayah lain dapat diwujudkan dengan memenuhi beberapa prasyarat utama, yaitu ketersediaan sumber limbah ternak yang memadai, kesiapan sumber daya manusia dalam mengoperasikan teknologi, serta dukungan kelembagaan yang berfungsi sebagai penggerak dan pendamping masyarakat. Untuk menjamin keberlanjutan program, kolaborasi antar pihak melalui kelembagaan Sanggar Tani menjadi faktor kunci dalam memperkuat kapasitas masyarakat dalam pengelolaan limbah ternak. Keberadaan kelembagaan ini juga berperan dalam menumbuhkan partisipasi generasi muda pada kegiatan agroindustri modern, sehingga inovasi yang diterapkan dapat terus berkembang dan memberikan dampak ekonomi lokal secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemendiktisaintek) selaku penyelenggara program Penguatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan (PPK Ormawa), Universitas Negeri Semarang, kepala dan perangkat Desa Branjang, anggota Sanggar Tani Gading Mayang serta seluruh masyarakat Desa Branjang Kecamatan Ungaran Barat Kabupaten Semarang yang telah berpartisipasi dan memberikan kontribusi sehingga kegiatan pengabdian dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Ahlberg-Eliasson, K., Westerholm, M.,

Isaksson, S., & Schnürer, A. (2021). Anaerobic Digestion of Animal Manure and Influence of Organic Loading Rate and Temperature on Process Performance, Microbiology, and Methane Emission From Digestates. *Frontiers in Energy Research*, 9(December), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.740314>

Indrayani, N., Jennatan, A. F., Lestari, E. D., Ardelia, A., Alfina, S., Amanda, A., Sofia, S., Ulfa, S., Rahayu, T., Azizah, N. A., Rahmah, M., Rofahati, M., Attok, M. K., Jl, A., No, M., Jember, K., & Indonesia, J. T. (2025). *Pemanfaatan Limbah Ternak sebagai Pupuk Organik untuk Membantu Meminimalisir Biaya Operasional Tanam di Desa Mrawan Kecamatan Tapen Kabupaten Bondowoso*. *Utilization of Livestock Waste as Organic Fertilizer to Help Minimize Planting Operational Costs in Mra.*

Jameel, M. K., Mustafa, M. A., Ahmed, H. S., Mohammed, A. jassim, Ghazy, H., Shakir, M. N., Lawas, A. M., Mohammed, S. khudhur, Idan, A. H., Mahmoud, Z. H., Sayadi, H., & Kianfar, E. (2024). Biogas: Production, properties, applications, economic and challenges: A review. *Results in Chemistry*, 7(March), 101549. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101549>

Kadam, R., Jo, S., Lee, J., Khanthong, K., Jang, H., & Park, J. (2024). A Review on the Anaerobic Co-Digestion of Livestock Manures in the Context of Sustainable

- Waste Management. *Energies*, 17(3).
<https://doi.org/10.3390/en17030546>
- Khairi, F., Maharani, C. P., & Aditya, F. A. (2025). Sustainable Livestock Management: Strategies for Enhancing Productivity While Reducing Environmental Impact. *The Journal of Academic Science*, 2(1), 382–391.
<https://doi.org/10.59613/efybvy75>
- Nair, L. G., Agrawal, K., & Verma, P. (2022). An overview of sustainable approaches for bioenergy production from agro-industrial wastes. *Energy Nexus*, 6(May), 100086.
<https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100086>
- Setyorini, D. A. (2019). *Pengaruh Berbagai Kotoran Ternak Terhadap Proses Pengomposan dan Kualitas Kompos dari Sabut Kelapa*.
- Wardana, L. A., Lukman, N., Mukmin, M., Sahbandi, M., Bakti, M. S., Amalia, D. W., Wulandari, N. P. A., Sari, D. A., & Nababan, C. S. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(1).
<https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i1.615>
- Yudi Ariyanto, & Teguh Soedarto. (2025). Benefits of Biogas as a Renewable Energy Source in Supporting Sustainable Development Goals (SDGs) in the KPSP Setia Kawan Region, Pasuruan, Indonesia. *Agricultural Science*, 8(2), 170–198.
<https://doi.org/10.55173/agriscience.v8i2.159>