

PENERAPAN TEKNOLOGI DIGESTER SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN LIMBAH BERKELANJUTAN DI DUSUN NGLANGGERAN WETAN

Dimas Taufiq Ridlo¹, Suparmi Setyowati Rahayu², Syafriyudin³, Muhammad Sholeh⁴,
Masrur Alatas⁵, Heny Budi Setyorini⁶

^{1,5}Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Yogyakarta

²Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas AKPRIND Indonesia

³Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas AKPRIND Indonesia

⁴Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, Universitas AKPRIND Indonesia

⁶Teknik Kelautan, Institut Teknologi Yogyakarta

e-mail: dimas.taufiq.r@ity.ac.id¹, ssrahayu@akprind.ac.id², diens@akprind.ac.id³, muhash@akprind.ac.id⁴,
masruralatas@ity.ac.id⁵, henybudis@ity.ac.id⁶

Abstrak

Salah satu kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) yang dilaksanakan di Dusun Nglanggeran Wetan berfokus pada penerapan teknologi digester sebagai solusi pengelolaan limbah organik. Teknologi digester ini dirancang untuk mengolah limbah kotoran ternak melalui proses fermentasi anaerob, yang menghasilkan biogas. Gas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk keperluan rumah tangga, seperti kompor, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, residu dari proses ini dapat digunakan sebagai pupuk organik, memberikan manfaat tambahan bagi sektor pertanian. Proses kegiatan PkM meliputi tiga metode sosialisasi, penerapan teknologi, dan pelatihan. Sosialisasi dilakukan untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai manfaat teknologi digester dalam mengolah limbah kotoran ternak menjadi biogas. Selanjutnya, penerapan teknologi digester dimulai dengan membangun dan memasang sistem digester di lokasi yang strategis, diikuti dengan pengisian bahan baku kotoran ternak yang kemudian menghasilkan gas metana yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor rumah tangga. Tahap pelatihan diberikan untuk memastikan masyarakat memahami cara mengoperasikan dan merawat digester secara mandiri, sehingga dapat berfungsi secara baik. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan teknologi digester berhasil mengurangi limbah organik serta menyediakan sumber energi ramah lingkungan, yang juga menghemat biaya rumah tangga dan memberikan residu yang bermanfaat sebagai pupuk organik. Program ini diharapkan menjadi model pengelolaan limbah yang efektif dan dapat diterapkan di komunitas lain yang menghadapi tantangan serupa.

Kata kunci : Nglanggeran, Digester, Biogas, Kotoran, Ternak

Abstract

One of the community service (PkM) activities conducted in Nglanggeran Wetan Village focuses on implementing digester technology as a solution for organic waste management. This digester technology is designed to process livestock manure through anaerobic fermentation, which produces biogas. The gas generated can be used as household fuel, such as for stoves, thereby reducing dependency on fossil fuels. Additionally, the by-products of this process can be used as organic fertilizer, providing further benefits for the agricultural sector. The PkM activities consist of three main methods: socialization, technology implementation, and training. Socialization is conducted to increase community awareness of the benefits of digester technology in processing livestock manure into biogas. The implementation phase begins with constructing and installing the digester system in a strategic location, followed by loading livestock manure to generate methane gas that can be used for household stoves. The training phase ensures that the community understands how to operate and maintain the digester independently, ensuring its effective functionality. The results show that the application of digester technology successfully reduces organic waste and provides an environmentally friendly energy source, which also reduces household costs and yields a beneficial by-product as organic fertilizer. This program is expected to serve as an effective waste management model that can be implemented in other communities facing similar challenges.

Keywords: Nglanggeran, Digester, Biogas, Manure, Livestock

PENDAHULUAN

Dusun Nglanggeran Wetan di Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta, memiliki jumlah peternakan sapi yang cukup signifikan. Seiring dengan meningkatnya populasi sapi, volume limbah kotoran sapi yang dihasilkan juga terus bertambah. Limbah ini, apabila tidak dikelola dengan baik, berpotensi menciptakan masalah lingkungan, seperti polusi udara, bau yang mengganggu, hingga risiko kontaminasi sumber air setempat. Di sisi lain, limbah ternak ini sebenarnya memiliki nilai potensial yang tinggi bila diolah dengan tepat, salah satunya melalui konversi menjadi biogas dan pupuk organik.

Biogas adalah sumber energi terbarukan yang dapat dihasilkan dari proses anaerob pada limbah organik, termasuk kotoran sapi. Teknologi digester memungkinkan pengolahan limbah ini menjadi biogas, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk memasak atau keperluan lain, sehingga dapat mengurangi ketergantungan masyarakat pada bahan bakar fosil [1]. Selain itu, residu dari proses pembuatan biogas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang kaya nutrisi, yang dapat mendukung kesuburan tanah [2].

Penerapan teknologi digester di Dusun Nglanggeran Wetan juga diharapkan dapat memberikan dampak sosial-ekonomi positif bagi masyarakat. Selain mendukung ketahanan energi di tingkat rumah tangga, penggunaan pupuk organik dari limbah digester dapat mengurangi biaya pembelian pupuk kimia. Dengan demikian, program ini bukan hanya menawarkan solusi terhadap masalah limbah, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui pemanfaatan sumber daya yang tersedia secara lebih efisien dan berkelanjutan [3],[4].

Tinjauan pustaka yang mendukung kegiatan ini mencakup berbagai aspek penting dalam penerapan teknologi digester. Pertama, prinsip dan teknologi dasar digester menjadi fondasi dalam memahami cara kerja dan jenis-jenis digester yang dapat digunakan untuk mengolah limbah ternak menjadi biogas [5]. Kegiatan yang lain terkait digester yang memberikan gambaran mengenai sistem digester yang efisien dalam pengelolaan limbah ternak dan produksi energi terbarukan diantaranya dilakukan [6],[7]. Hasil kegiatan yang dilakukan [8], pembuatan digester di pedesaan memperlihatkan dampak positif yang signifikan, terutama dalam pengelolaan limbah. .

Selain itu, manfaat biogas sebagai sumber energi alternatif juga dipaparkan [9], [10]. Hasil digester yang dikembangkan menunjukkan potensi untuk meningkatkan ketahanan energi di tingkat rumah tangga, sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil [11]. Tidak hanya menghasilkan energi, proses digester juga menghasilkan pupuk organik yang memiliki manfaat bagi tanah pertanian [12], [13].

Dari sisi sosial dan ekonomi, penggunaan biogas di tingkat rumah tangga terbukti berkontribusi pada penghematan biaya energi dan perbaikan sanitasi lingkungan [14], [15]. Surendra et al. (2014) menjelaskan bagaimana penggunaan teknologi ini secara langsung berdampak positif pada perekonomian rumah tangga [16], sekaligus mengurangi polusi lingkungan akibat limbah yang tidak dikelola [17]. Dalam implementasinya, penerapan teknologi tepat guna seperti digester membutuhkan pendekatan pemberdayaan masyarakat yang efektif [18], [19].

Fitriyah [20], dalam kegiatan di Desa Batu Kuta, Lombok Barat memanfaatkan biogas dari kotoran sapi (bio-slurry) sebagai pupuk organik. Kegiatan yang dilakukan bertujuan memperkenalkan solusi ramah lingkungan yang dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Bio-slurry, yang merupakan hasil sampingan dari proses produksi biogas, mengandung unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, serta unsur hara mikro seperti mangan, boron, dan seng. Kandungan gizi ini menjadikannya alternatif yang sangat baik sebagai pupuk organik untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman, terutama di sektor pertanian yang dikelola oleh petani peternak di desa tersebut. Dengan menggantikan penggunaan pupuk kimia, bio-slurry dapat mengurangi dampak negatif terhadap tanah dan lingkungan, serta meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka panjang. Selain itu, pemanfaatan bio-slurry juga dapat mengurangi biaya pembelian pupuk kimia yang semakin meningkat, sehingga memberikan keuntungan ekonomis bagi petani dan peternak. Melalui penerapan teknologi ini, diharapkan para petani di Desa Batu Kuta dapat meningkatkan produktivitas pertanian mereka dengan cara yang lebih berkelanjutan, sambil mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mendukung prinsip pertanian yang ramah lingkungan.

Idkhan [21], dalam kegiatan PKM melalui pelatihan pembuatan biogas skala rumah tangga di Kabupaten Bone bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat dan kelompok ternak

tentang pentingnya pengolahan limbah kotoran ternak guna mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh penumpukan kotoran ternak yang berlebih. Salah satu teknologi yang diperkenalkan dalam program ini adalah reaktor biogas, yang dapat mengolah kotoran ternak menjadi biogas. Biogas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar rumah tangga, khususnya untuk kebutuhan memasak, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada gas LPG. Rancangan reaktor biogas ini dirancang dengan fleksibilitas tinggi, sehingga mudah dipindahkan dan disesuaikan posisinya sesuai kebutuhan. Selain itu, desain ini juga memungkinkan penggunaan biogas meskipun masyarakat yang ingin menggunakannya tidak memiliki ternak, menjadikannya solusi yang lebih inklusif dan bermanfaat bagi berbagai kalangan.

Berdasar pendahuluan dan studi Pustaka, kegiatan pengabdian kepada masyarakat bertujuan untuk menyediakan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan, terutama bagi masyarakat pedesaan yang masih bergantung pada bahan bakar konvensional dengan menggunakan biogas dari kotoran Sapi. . Penggunaan teknologi digester biogas bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengurangi volume limbah organik, serta memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat melalui energi murah dan pupuk organik.

METODE

Metode kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) dilakukan mulai dari tahap persiapan hingga penerapan teknologi digester. Tahap awal PkM adalah persiapan dan identifikasi kebutuhan masyarakat melalui diskusi dengan mitra. Diskusi ini bertujuan untuk memahami kondisi lingkungan, ketersediaan limbah ternak, dan pemahaman awal warga tentang teknologi digester, memastikan teknologi yang diterapkan relevan dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Metode selanjutnya, dilakukan sosialisasi dan edukasi kepada warga tentang manfaat teknologi digester sebagai solusi pengelolaan limbah dan sumber energi terbarukan. Kegiatan ini dilakukan dengan memberikan pemahaman dasar tentang biogas, manfaat pupuk organik, serta dampaknya bagi kesehatan dan lingkungan. Metode berikutnya adalah dengan menerapkan teknologi digester. Penerapan digester ini dilaksanakan dengan memberikan pendampingan dalam proses instalasi digester sebagai model percontohan. Keberlanjutan digester dilanjutkan dengan pelatihan mengenai penggunaan dan digester. Hal ini bertujuan untuk memastikan masyarakat memahami proses dan langkah-langkah perawatan digester untuk keberhasilan penerapan teknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sosialisasi

Sosialisasi dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memperkenalkan teknologi digester biogas kepada masyarakat secara luas dan mendalam, sehingga mereka memahami manfaat dan cara kerja teknologi tersebut. Proses sosialisasi diawali dengan pengenalan tentang isu-isu lingkungan dan kesehatan yang timbul akibat pengelolaan limbah yang kurang efektif serta tingginya ketergantungan pada bahan bakar fosil serta pemahaman dasar mengenai konsep biogas, prinsip kerja digester, dan potensi manfaatnya sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan ekonomis. Sosialisasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Sosialisasi Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat

Sosialisasi ini juga mencakup informasi tentang dampak positif biogas dalam mengurangi polusi, menghasilkan pupuk organik, dan meningkatkan kesejahteraan ekonomi dengan menekan biaya bahan

bakar. Harapannya, sosialisasi ini mampu membangun kesadaran dan minat warga untuk berpartisipasi aktif dalam penerapan teknologi digester sebagai langkah menuju kemandirian energi yang berkelanjutan.

Penerapan teknologi

Salah satu kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan adalah pembuatan digester untuk biogas dari kotoran Sapi. Pembuatan digester biogas dari kotoran sapi dimulai dengan memilih lokasi yang strategis. Salah satu parameter pemilihan adalah lokasi digester dekat dengan sumber kotoran sapi. Hal ini untuk memudahkan proses pengisian dan pengangkutan residu pupuk. Gambar 2, lokasi yang akan dikembangkan digester dan berdekatan dengan kandang Sapi.



Gambar 2. Lokasi digester yang berdekatan dengan kandang Sapi

Lokasi kadang sapi yang diterapkan digester berada di belakang rumah dan tidak berdekatan dengan permukiman. Hal ini tentunya untuk mengurangi dampak bau. Letak pembuatan digester tidak jauh dari permukiman, hal ini bertujuan agar biogas yang dihasilkan mudah dialirkan ke rumah yang membutuhkan energi. Langkah selanjutnya adalah menggali lubang jika digester akan ditanam, kemudian membangun fondasi dan dinding yang kedap udara agar proses fermentasi berjalan optimal. Pada digester ini, dibuat saluran pemasukan (inlet) untuk memasukkan campuran kotoran sapi dan air dalam perbandingan 1:1 sehingga mudah terurai

Setelah lokasi dipilih, ukuran digester disesuaikan dengan jumlah kotoran yang dihasilkan setiap hari; misalnya, untuk skala kecil, digester berukuran 4–6 meter kubik sudah cukup. Struktur digester bisa dibangun dari bahan tahan lama seperti beton atau plastik khusus, tergantung pada anggaran dan ketersediaan bahan. Gambar 3, proses pengalihan untuk tempat pembuatan digester.



Gambar 3. Proses pengalihan untuk tempat pembuatan digester

Pembuatan digester biogas dari kotoran sapi dimulai dengan memilih lokasi yang strategis, dekat dengan sumber kotoran sapi untuk memudahkan proses pengisian dan pengangkutan residu pupuk, namun cukup jauh dari permukiman untuk menghindari gangguan bau. Ukuran digester perlu disesuaikan dengan jumlah kotoran sapi yang dihasilkan, sekitar 4–6 kubik meter untuk skala kecil. Struktur digester bisa dibuat dari beton agar tahan lama.

Proses pembuatan digester diawali dengan melakukan lubang yang digunakan untuk digester. dan membangun fondasi serta dinding kedap udara untuk memastikan fermentasi optimal. Pada digester dipasang saluran yang digunakan untuk memasukan kotoran Sapi. Gambar 4. Hasil digester yang sudah diterapkan



Gambar 4. Hasil Digester yang diterapkan di desa Nglanggeran Wetan

Selain saluran untuk memasukkan kotoran sapi, digester juga dilengkapi dengan saluran keluar untuk mengalirkan gas metana yang dihasilkan selama proses fermentasi. Gas metana ini dapat digunakan untuk memasak atau kebutuhan bahan bakar lainnya. Di bagian atas digester, terdapat juga saluran untuk mengeluarkan limbah atau slurry yang dihasilkan setelah fermentasi, yang dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk pertanian. Setelah digester selesai dibangun, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa tidak ada kebocoran dan bahwa seluruh sistem berjalan dengan baik. Proses fermentasi akan mulai berlangsung setelah kotoran sapi dimasukkan, dan biogas akan mulai terproduksi setelah beberapa hari. Digester ini harus dirawat secara berkala agar tetap berfungsi secara optimal, termasuk memeriksa saluran dan memastikan pasokan kotoran sapi tetap lancar.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang sudah dilakukan mengenai penerapan teknologi digester untuk biogas memberikan manfaat bagi masyarakat. Penerapan teknologi ini berhasil memberikan solusi dalam pengelolaan limbah kotoran sapi. Pengelolaan limbah organik dapat menyediakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Hasil dari digester ini memberikan manfaat berupa biogas, Biogas yang dihasilkan ini dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kebutuhan rumah tangga terutama gas. Selain menghasilkan energi, teknologi digester juga menghasilkan limbah padat yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, yang berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian setempat. Secara keseluruhan, kegiatan ini tidak hanya membantu mengurangi polusi lingkungan dan ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat melalui penghematan energi dan peningkatan produktivitas pertanian.

SARAN

Pengembangan digester dapat dilengkapi dengan alat sensor yang dapat memonitor kondisi digester secara real-time. Penggunaan alat sensor ini membantu masyarakat dalam memastikan sistem berfungsi dengan optimal dan mengidentifikasi masalah secara dini. Pelatihan berkelanjutan tentang cara merawat dan mengelola digester sangat penting, agar masyarakat dapat memaksimalkan produksi biogas dan mengurangi risiko kerusakan sistem.

Pengembangan model bisnis untuk pemanfaatan biogas dan pupuk organik hasil dari digester dapat membuka peluang pendapatan tambahan bagi peternak dan masyarakat setempat. Dukungan pemerintah dalam bentuk subsidi atau bantuan teknis juga diperlukan untuk memfasilitasi pembangunan digester dengan biaya lebih terjangkau. Dengan demikian, pengembangan digester yang lebih efisien dapat memberikan manfaat besar bagi masyarakat, mengurangi pencemaran, serta mendukung penggunaan energi terbarukan secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Ditjen Diktiristek), Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek), yang telah memberikan dana hibah Kosabangsa (Kolaborasi Bersama Membangun Masyarakat) tahun 2024, Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas AKPRIND Indonesia dan Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Yogyakarta yang telah

mendukung kegiatan, Pemerintah Desa Nglanggeran yang telah memberikan dukungan penuh dalam melaksanakan kegiatan Kosabangsa tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- I. K. P. Putra and N. M. Seniari, "Analisis Potensi Limbah Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro Anal.*, vol. 18, no. 3, pp. 348–353, 2023.
- 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.
- B. Y. Dewantara, "Potensi Pemanfaatan Kotoran Sapi untuk Bahan Bakar PLT Biogas di Kecamatan Bluto Desa Kapedi," *Cyclotron*, vol. 7, no. 02, pp. 43–47, 2024, doi: 10.30651/cl.v7i02.22843.
- S. Soeprijanto, D. H. Prajitno, N. F. Puspita, A. Subyakto, and B. Setiawan, "Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Biogas Menggunakan Digester Fixed Dome untuk Pembangunan Berkelanjutan Masyarakat Pedesaan," *JPP IPTEK (Jurnal Pengabd. dan Penerapan IPTEK)*, vol. 8, no. 1, pp. 27–34, 2024, doi: 10.31284/j.jpp-ipitek.2024.v8i1.2351.
- T. Andi Fadlly, R. Almi Putra, and W. Alamsyah, "IMPLEMENTASI DIGESTER BIOGAS PORTABLE DARI DRUM 200 L SEBAGAI GAS RUMAH TANGGA BERBASIS LIMBAH TERNAK SAPI DI ALUE IE PUTEH ACEH TAMIANG," *GSS*, vol. 2, no. 2, pp. 2685–2497, 2020.
- S. A. C. Luthfi, "Optimalisasi Biogas Dari Kotoran Sapi Dengan Penambahan Bahan Organik Dari Limbah Pertanian Dan Pasar," *AGRISAINTEFIKA J. Ilmu-Ilmu Pertan.*, vol. 6, no. 1, p. 21, 2022, doi: 10.32585/ags.v6i1.2451.
- Y. Sobana and Y. Sundaya, "Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi menjadi Biogas di Kampung Krajan Karawang," pp. 27–34, 2024.
- W. Sundari and M. M. Airtur, "Pembuatan Biogas Dengan Menggunakan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku Dengan Kelompok Tani-Ternak Otan I Di Desa Otan Kecamatan Semau Kab , Kupang Biogas Manufacturing Using Cow Dung As Raw Material With Otan Farmers-," *J. zTekmas*, vol. 2, no. 1, pp. 40–45, 2022.
- I. Santosa, D. B. Ginting, E. Sujito, A. Nugroho, and T. Astuti, "Pembangunan Biogas Untuk Mengolah Kotoran Sapi Di Kampung Pujo Kerto," vol. 3, no. 3, pp. 130–138, 2024.
- Nanang Apriandi, S. Suwanti, W. P. Widyarningsih, and R. Raharjanti, "Produksi Biogas Dari Kotoran Sapi Menggunakan Digester Anaerobik Tipe Batch Skala Kecil: Pengaruh Hydraulic Retention Time (HRT) Terhadap Kualitas Biogas," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 12, no. 1, pp. 166–176, 2023, doi: 10.23887/jstundiksha.v12i1.57310.
- M. Z. Abdul Rahim, R. Djafar, Y. Djamalu, and B. Liputo, "Studi Eksperimen Biodigester Menggunakan Kombinasi Eceng Gondok dan Kotoran Sapi," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 8, no. 1, pp. 34–38, 2023, doi: 10.30869/jtgp.v8i1.1166.
- N. Apriandi, T. A. Kristiawan, P. Yanuar, A. Satito, T. Setiyawan, and R. Raharjanti, "Sosialisasi Dan Pemetaan Potensi Biogas Berbahan Dasar Limbah Kotoran Sapi Di Kelompok Tani Sumber Rejeki Kota Semarang," *J. Hilirisasi Technol. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 2, p. 125, 2023, doi: 10.32497/sitechmas.v4i2.4986.
- H. F. Fadilah, M. N. Kusuma, and R. D. Afrianisa, "Pemanfaatan bioslurry dari digester biogas menjadi pupuk organik cair," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, no. 70, pp. 513–518, 2019.
- M. Erfiani, I. Priyanti, M. Manurung, D. Yuliana, and M. F. Ramadhan, "Rancang Bangun Reaktor Biogas Portable Menggunakan Limbah Sampah Organik Dan Starter Kotoran Sapi," *J. Teknol. Lingkungan. Lahan Basah*, vol. 11, no. 2, p. 365, 2023, doi: 10.26418/jtlb.v11i2.66011.
- K. Nisa, M. A. Afif, and S. Nurazizah, "Potensi Energi Berkelanjutan Pembuatan Biogas Inovatif dari Kotoran Hewan Sapi," vol. 5, no. 1, pp. 3–6, 2024.
- S. Ningrum, S. Supriyadi, and Z. Zulkarnain, "Analisis Strategi Pengembangan Biogas Sebagai Energi Alternatif Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Ternak Kotoran Sapi," *J. Penelit. Pertan. Terap.*, vol. 19, no. 1, p. 45, 2019, doi: 10.25181/jppt.v19i1.1397.
- N. Indriyani, S. Heremba, I. Agustian, and ..., "Pemanfaatan Kotoran Ternak Sebagai Biogas Dan Pupuk Organik Di Desa Kllasmelek," *J. Abdimasa*, vol. 5, no. 1, pp. 69–74, 2022, [Online]. Available: <https://unimuda.e-journal.id/jurnalabdimasa/article/download/2114/930>

- U. A. Rokhyati, "Pemberdayaan masyarakat terhadap limbah ternak sapi sebagai biogas dan pupuk organik di desa bube baru kecamatan suwawa kabupaten bone bolango," *Paradigma*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2023.
- A. Y. Anindita, E. I. Nada, M. Sya'roni, M. Rikza, and T. A. Arafat, "Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Berbasis Energi Biogas Skala Rumah Tangga Dari Kotoran Sapi Di Desa Selotumpeng Kecamatan Mirit Kabupeten Kebumen," *Bul. Abdi Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–58, 2020, [Online]. Available: <http://journal.stie-yppi.ac.id/index.php/bam/article/viewFile/311/256>
- A. Fitriyah *et al.*, "Kajian Kandungan Nutrisi Bio-Slurry limbah Biogas dan Pemanfaatannya sebagai Pupuk Organik di Desa Batu Kuta Lombok Barat," *Baselang*, vol. 4, no. 2, pp. 256–265, 2023.
- A. M. Idkhan, A. M. Irfan, and I. I. Putra, "Pelatihan Pembuatan Bioagas Skala Rumah Tangga Di Desa Biru Kecamatan Kahu Kabupaten Bone," *Mammiri J. Pengabdi. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 4–8, 2024.