

INOVASI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PAKAN DAN LIMBAH TERNAK SAPI: SOLUSI HEMAT BIAYA UNTUK BERLANJUTAN USAHA.

Binsar Pakpahan¹, Suprpto², Batumahadi³, Lisa Melvi⁴, Eswanto⁵, Selamat Riadi⁶,
Surya Dharma⁷, Marini Damanik⁸, Jubaidah⁹

^{1,2,3,4,5,6,8,9}Universitas Negeri Medan

⁷Politeknik Negeri Medan

e-mail:suprpto@unimed.ac.id

Abstrak

Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan keberlanjutan usaha peternakan sapi melalui penerapan inovasi teknologi pengolahan pakan dan pengelolaan limbah. Melalui pendekatan teknologi tepat guna, kegiatan ini difokuskan pada upaya peningkatan efisiensi penggunaan bahan pakan, pengurangan dampak lingkungan, serta peningkatan kualitas produk hasil ternak. Artikel ini membahas seluruh tahapan mulai dari persiapan, pelaksanaan yang mencakup pelatihan dan workshop, monitoring dan evaluasi sebagai bagian dari upaya meningkatkan kapasitas peternak dalam memanfaatkan teknologi yang hemat biaya dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Teknologi Pengolahan Pakan, Limbah Ternak, Keberlanjutan, Peternakan Sapi, Biaya Operasional.

Abstract

This study aims to enhance the sustainability of cattle farming businesses through the application of innovative feed processing and waste management technologies. Utilizing appropriate technology, this program is designed to improve feed efficiency, reduce environmental impact, and enhance the quality of livestock products. The implementation of this program involved several stages, including preparation, training, hands-on workshops, and monitoring and evaluation, with the ultimate goal of empowering farmers to utilize cost-effective and environmentally friendly technology. Results indicate that by adopting feed fermentation techniques and converting livestock waste into biogas or organic fertilizer, farmers can achieve significant operational cost savings while reducing environmental impact. Continuous monitoring and feedback from participants confirm the positive long-term potential of this program, supporting sustainable livestock practices and fostering resilience in local cattle farming industries.

Keywords: feed processing technology, livestock waste, sustainability, cattle farming, operational cost

PENDAHULUAN

Usaha peternakan sapi di Indonesia merupakan sektor yang penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani, khususnya dalam bentuk daging dan susu. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik 2024, produksi daging sapi nasional pada tahun lalu mencapai 550 ribu ton, namun belum mencukupi untuk kebutuhan domestik sehingga Indonesia masih bergantung pada impor daging sapi [1]. Tantangan utama yang dihadapi dalam peningkatan produktivitas ini adalah tingginya biaya pakan yang menguras hingga 60-70% dari total biaya operasional peternakan [2]. Menurut data dari Kementerian Pertanian melalui Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Ditjen PKH) melaporkan bahwa proyeksi kebutuhan hewan kurban mencapai 1,97 juta ekor, meningkat 5% dari tahun sebelumnya. Potensi ketersediaan hewan kurban tahun 2024 mencapai 2,06 juta ekor, sehingga diperkirakan terdapat surplus sebanyak 88 ribu ekor.

Di sisi lain, limbah kotoran sapi menjadi masalah signifikan bagi lingkungan karena potensi pencemaran tanah dan air yang dihasilkan. Menurut penelitian Nugroho [3], pengelolaan limbah kotoran ternak skala menengah masih bersifat konvensional, yaitu hanya ditumpuk atau dibuang begitu saja tanpa pemrosesan lebih lanjut. Padahal, kotoran sapi mengandung unsur hara yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik atau bahan baku biogas. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa teknologi fermentasi dapat meningkatkan kualitas dan masa simpan pakan [5]. Pengolahan limbah menjadi biogas juga terbukti efektif sebagai sumber energi alternatif di daerah pedesaan. Penelitian Dewanti [6] di Kabupaten Boyolali menunjukkan bahwa sistem biogas sederhana mampu menghasilkan gas yang cukup untuk keperluan memasak sehari-hari bagi satu keluarga peternak. Pemanfaatan limbah padat dan cair dari peternakan sapi pedaging dan perah menawarkan

banyak manfaat bagi peternakan, pertanian dan lingkungan. Kotoran sapi dapat diolah menjadi biogas, menyediakan sumber energi alternatif sekaligus menghasilkan pupuk padat dan cair sebagai produk sampingan [7, 8]. Daur ulang pupuk kandang padat dan cair meningkatkan kesuburan tanah, dengan pupuk padat menunjukkan efek yang lebih jelas, terutama pada kadar fosfor yang tersedia [9]. Pengelolaan limbah pertanian melalui pengomposan, vermikompos, dan pencernaan anaerobik dapat meningkatkan sifat tanah dan mengurangi dampak lingkungan [10]. Kotoran sapi kering dapat berfungsi sebagai substrat biogas, dengan lumpur yang dihasilkan dapat digunakan sebagai kondisioner tanah organik [11]. Integrasi praktik pengelolaan limbah di peternakan sapi perah tidak hanya mengatasi masalah pembuangan tetapi juga menciptakan produk bernilai tambah, mulai dari pupuk tradisional hingga kosmetik dan obat-obatan, yang berpotensi meningkatkan pendapatan peternak secara berkelanjutan [12]. Dengan adanya potensi besar pada limbah ternak, inovasi teknologi yang mudah diakses dan hemat biaya menjadi sangat relevan untuk diterapkan dalam skala menengah. Oleh karena itu, kegiatan inovokasi ini berupaya untuk mengintegrasikan teknologi pengolahan pakan ternak, fermentasi pakan dan pengolahan limbah padat dan cair, serta biogas yang disesuaikan dengan kapasitas peternakan mitra. Hasil dari inovasi ini diharapkan tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga meningkatkan ketahanan energi dan mendukung upaya keberlanjutan lingkungan di sektor peternakan sapi.

Usaha peternakan sapi menghadapi tantangan dalam menjaga keberlanjutan di tengah tingginya biaya operasional, terutama terkait pengadaan pakan dan pengelolaan limbah. Biaya pakan yang semakin meningkat seringkali menjadi beban utama, sementara limbah ternak yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan. Di sisi lain, inovasi teknologi dalam pengolahan pakan dan pemanfaatan limbah ternak masih belum banyak diterapkan di kalangan peternak, terutama karena keterbatasan pengetahuan dan biaya. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang bagaimana penerapan teknologi pengolahan pakan dan pengelolaan limbah ternak sapi yang hemat biaya dan ramah lingkungan dapat menjadi solusi bagi keberlanjutan usaha peternakan, khususnya dalam aspek pengurangan biaya, peningkatan produktivitas, dan pelestarian lingkungan. Kegiatan Inovokasi ini bertujuan untuk mengedukasi peternak tentang teknologi pengolahan pakan dan pengelolaan limbah untuk meningkatkan keberlanjutan usaha mitra peternak dengan mengidentifikasi, menerapkan, dan mengevaluasi teknologi pengolahan pakan dan limbah ternak sapi yang berpotensi meningkatkan efisiensi operasional serta keberlanjutan usaha. Secara spesifik, kegiatan ini berfokus pada upaya penghematan biaya melalui penerapan teknologi fermentasi pakan serta konversi limbah menjadi biogas dan pupuk organik. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas peternak dalam memahami dan mempraktikkan teknologi pengolahan pakan dan limbah yang ramah lingkungan, sehingga mendukung usaha peternakan yang lebih berkelanjutan dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

METODE

Program Inovokasi berlangsung selama ± 6 bulan dan terdiri dari tiga tahap utama meliputi: tahap Persiapan, Pelaksanaan dan evaluasi dan monitoring. Pada tahap persiapan, tim Inovokasi melakukan FGP dan survei langsung ke mitra ternak untuk mengidentifikasi masalah utama, memetakan prioritas masalah, dan memilih solusi terbaik yaitu penggunaan TTG mesin pengolah pakan ternak dan pengolahan limbah padat dan cair ternak. Kegiatan mencakup pelatihan, penyuluhan, pendampingan, dan implementasi teknologi tepat guna. Tahap pelaksanaan melibatkan seluruh tim vokasi dan mitra ternak dalam pelatihan, workshop, pendampingan, dan implementasi teknologi. Selain itu, tim inovokasi menghadirkan narasumber yang berpengalaman untuk memberikan penyuluhan dan pelatihan. Kegiatan lainnya adalah memfasilitasi dengan dinas kesehatan dan pemerintah daerah untuk kerjasama dalam pengembangan usaha mitra. Kegiatan evaluasi dan monitoring tetap terus dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan program, mengidentifikasi kelemahan, serta dampak inovasi teknologi yang telah diberikan. sehingga dapat dijadikan percontohan (pilot project) bagi peternak lain yang berada disekitar wilayah mitra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Inovasi Teknologi Tepat Guna Mesin Pengaduk (Mixer)

Industri peternakan sapi menghadapi tantangan signifikan terkait efisiensi pakan dan pengelolaan limbah berkelanjutan. Peningkatan populasi ternak menyebabkan kebutuhan pakan bertambah, sehingga menambah beban biaya operasional. Selain itu, limbah ternak yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang meningkatkan

efisiensi pakan, mengelola limbah secara optimal, dan memberikan nilai tambah bagi peternak. Pakan konsentrat, yang terdiri dari bahan seperti biji-bijian, dedak, dan tepung ikan, menjadi pilihan utama untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan meningkatkan produktivitas ternak. Untuk memastikan manfaat optimal, homogenitas campuran pakan sangat penting agar semua komponen nutrisi dapat diserap secara merata. Dalam hal ini, mesin pengaduk (mixer) menjadi teknologi tepat guna (TTG) yang krusial. Mesin ini dirancang untuk mencampur bahan pakan dengan kecepatan dan waktu yang terkontrol, menghasilkan campuran yang homogen, sehingga kebutuhan nutrisi ternak terpenuhi secara optimal.

Prinsip Kerja Mesin Pengaduk (Mixer) untuk Pakan Ternak

Rancangan mesin pengaduk pakan ternak (mixer) bekerja dengan prinsip dasar mencampur bahan-bahan pakan yang memiliki berbagai karakteristik fisik dan kimia, seperti kepadatan, ukuran partikel, dan tekstur. Mesin ini menggunakan mekanisme perputaran dengan bagian-bagian pengaduk seperti baling-baling atau pisau pengaduk yang berputar di dalam tabung atau wadah mesin. Ketika bahan-bahan pakan dimasukkan ke dalam mesin, pengaduk akan menggerakkan bahan-bahan tersebut secara merata, memastikan bahwa partikel besar dan kecil tercampur dengan baik dalam waktu yang singkat. Dengan penggunaan mesin pengaduk yang tepat, campuran pakan akan lebih konsisten dan memiliki kadar nutrisi yang lebih merata di setiap bagiannya. Selain itu, mesin pengaduk pakan juga dirancang untuk dapat menampung berbagai bahan pakan dalam jumlah besar. Mesin ini mampu mengaduk berbagai bahan secara efisien dan cepat tanpa mengurangi kualitas nutrisi bahan pakan.

Manfaat Penerapan Mesin Pengaduk untuk Pakan Ternak Konsentrat

Penggunaan mesin pengaduk pakan memiliki manfaat utama dalam meningkatkan homogenitas campuran pakan konsentrat. Campuran nutrisi seperti protein, lemak, serat, dan karbohidrat menjadi lebih merata, sehingga ternak dapat menerima asupan gizi yang seimbang. Homogenitas ini membantu optimalisasi pencernaan ternak, meningkatkan pertumbuhan, dan mendukung produksi susu atau daging. Mesin pengaduk juga meningkatkan efisiensi penggunaan bahan pakan dengan mengurangi pemborosan. Pencampuran yang merata memastikan seluruh bahan pakan dimanfaatkan secara maksimal, sehingga menurunkan biaya operasional. Selain itu, mesin ini memudahkan penambahan bahan tambahan seperti premiks, memastikan setiap bagian pakan memiliki kandungan nutrisi sesuai standar gizi ternak. Pakan berkualitas dengan nutrisi seimbang mendukung kesehatan dan produktivitas ternak, baik dalam peningkatan berat badan, produksi susu, maupun kualitas daging. Selain itu, mesin pengaduk menghemat waktu dan tenaga kerja, menggantikan proses pencampuran manual yang memakan waktu lebih lama, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 (a-b). Hal ini memungkinkan peternak untuk lebih fokus pada perawatan ternak dan manajemen peternakan.

Untuk peternak dengan skala usaha kecil hingga menengah, penggunaan mesin pengaduk pakan konsentrat dapat disesuaikan dengan kapasitas dan kebutuhan produksi. Mesin pengaduk skala kecil dapat digunakan dengan biaya yang relatif terjangkau, memungkinkan peternak untuk mengaduk pakan dalam jumlah yang lebih kecil namun dengan hasil yang konsisten dan efisien. Bagi peternak yang memiliki usaha lebih besar, penggunaan mesin pengaduk dengan kapasitas lebih besar dan fitur otomatisasi dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional. Mesin dengan kapasitas besar mampu mengaduk bahan pakan dalam jumlah yang lebih banyak dalam waktu singkat, yang sangat bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan pakan ternak dalam skala besar. Mesin ini juga sering dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis yang memungkinkan peternak untuk mengatur waktu pencampuran dan kecepatan pengadukan, sehingga hasilnya lebih optimal.



Gambar.1. Proses Pencampuran Bahan Pakan ternak (a) sebelum dan (b) sesudah program Inovokasi.

Penerapan mesin pengaduk pakan juga memerlukan pelatihan bagi peternak untuk memastikan bahwa mereka memahami cara kerja mesin dengan baik, mulai dari pengaturan mesin hingga pemeliharannya. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peternak dalam mengoperasikan mesin, sehingga proses pengolahan pakan dapat dilakukan dengan efisien dan tidak terjadi kerusakan pada mesin. Selain itu, peternak juga diberikan pemahaman tentang pemilihan bahan

pakan yang tepat, proporsi pencampuran yang sesuai, dan cara memonitor kualitas pakan yang dihasilkan. Pelatihan tentang pemeliharaan dan perawatan mesin pengaduk juga sangat penting untuk memastikan mesin dapat berfungsi dengan optimal dalam jangka panjang. Peternak yang terampil dalam merawat dan mengoperasikan mesin akan lebih mudah mengidentifikasi masalah teknis dan melakukan perbaikan, sehingga mesin dapat tetap berjalan dengan baik dan menghasilkan pakan konsentrat yang berkualitas. Penerapan mesin pengaduk pakan konsentrat merupakan inovasi teknologi yang memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi pembuatan pakan ternak. Dengan mesin pengaduk seperti ditunjukkan pada gambar 2, peternak dapat menghasilkan campuran pakan yang homogen, mengoptimalkan penggunaan bahan pakan, meningkatkan kualitas pakan, dan pada akhirnya meningkatkan produktivitas ternak. Selain itu, penggunaan mesin pengaduk juga dapat menghemat waktu dan tenaga kerja, serta membantu peternak kecil hingga menengah dalam memproduksi pakan berkualitas dengan biaya yang lebih rendah. Untuk mencapai hasil maksimal, pelatihan dan pendampingan bagi peternak dalam penggunaan dan pemeliharaan mesin sangat penting guna memastikan keberhasilan penerapan teknologi ini dalam usaha peternakan.



Gambar.2 Proses pengadukan bahan pakan dengan menggunakan mesin pencampur (horizontal mixer)

Peningkatan Efisiensi Penggunaan Teknologi dalam Pengolahan Pakan

Efisiensi pakan merupakan salah satu kunci keberhasilan dalam usaha peternakan sapi. Pada umumnya, pakan menjadi komponen terbesar dalam biaya operasional peternakan hingga mencapai 70%, dan peningkatan efisiensi pakan dapat langsung berdampak pada penghematan biaya. Salah satu teknologi yang digunakan adalah pengolahan pakan konsentrate dan fermentasi pakan dari limbah Perkebunan dan pertanian yang terbuang percuma. Fermentasi pakan dengan metode pembuatan pakan silase seperti ditunjukkan pada gambar 3 bertujuan meningkatkan daya cerna dan kandungan nutrisi dalam pakan, yang membuat kebutuhan konsumsi pakan berkurang tanpa mengorbankan kebutuhan nutrisi sapi. Dalam kegiatan inovokasi, teknologi pengolahan pakan konsentrate dan fermentasi pakan diterapkan dengan memperkenalkan mikroorganisme atau enzim tertentu yang dapat meningkatkan kualitas nutrisi pakan, seperti protein, lemak, dan serat kasar. Fermentasi dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan seperti probiotik atau mikroorganisme fermentasi yang dapat mempercepat proses pemecahan serat pakan. Proses ini tidak hanya mempercepat waktu pengolahan tetapi juga meningkatkan kualitas pakan yang dihasilkan. Dengan pakan yang terfermentasi, sapi dapat mencerna pakan dengan lebih baik, sehingga peningkatan bobot badan ternak dapat tercapai dengan konsumsi pakan yang lebih efisien. Proses ini memberikan keuntungan dalam hal pengurangan biaya pakan karena peternak tidak perlu membeli tambahan pakan atau suplemen. Selain itu, dengan adanya teknik fermentasi, peternak dapat memanfaatkan bahan-bahan pakan lokal yang lebih murah dan mudah didapat sebagai pengganti pakan komersial yang mahal. Penerapan teknologi pengolahan pakan ternak secara signifikan berpengaruh terhadap keberlanjutan usaha peternakan. Teknologi fermentasi pakan, selain meningkatkan kualitas nutrisi, juga membantu peternak dalam menghemat biaya. Dengan penggunaan pakan yang lebih efisien, biaya operasional dalam usaha peternakan dapat ditekan. Hal ini terutama penting bagi peternak dengan skala usaha kecil hingga menengah yang sangat bergantung pada efisiensi biaya agar tetap kompetitif.



Gambar.3. Kegiatan Pelatihan Pembuatan Pakan Silase

Efektivitas Program Pelatihan dan Workshop dalam Peningkatan Kapasitas Peternak

Kegiatan pelatihan dan workshop yang diadakan dalam program ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas mitra peternak dalam menerapkan teknologi pengolahan pakan. Pelatihan yang diberikan mencakup teori dasar mengenai proses pengadukan bahan pakan dengan menggunakan mesin pengaduk dan fermentasi pakan, serta tata cara pemeliharaan peralatan yang digunakan. Hasil dari kegiatan pelatihan ini menunjukkan bahwa peternak mengalami peningkatan pengetahuan dan keterampilan, yang ditunjukkan dengan keberhasilan dalam menerapkan teknologi tersebut di lapangan. Pada workshop praktik, peserta diberikan kesempatan untuk mengaplikasikan teknologi fermentasi pakan dan instalasi biogas secara langsung. Praktik langsung ini menjadi sarana bagi peternak untuk memahami proses yang diperlukan dalam pengolahan pakan secara lebih mendalam. Dengan bimbingan instruktur berpengalaman, peserta dapat melakukan tahapan-tahapan proses dengan tepat. Selain itu, diskusi antara peternak dan instruktur memungkinkan terjadinya transfer pengetahuan dan pengalaman yang lebih efektif.

Monitoring dan Evaluasi sebagai Instrumen Utama dalam Keberlanjutan Program

Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk memastikan seluruh aktivitas yang telah dilakukan dapat berjalan optimal dan memberikan dampak positif jangka panjang. Pada tahap monitoring, dilakukan kunjungan rutin ke peternakan peserta untuk memantau pelaksanaan teknologi pengolahan pakan. Hasil monitoring menunjukkan bahwa mitra surya farm dapat menerapkan teknologi dengan baik, namun beberapa masih membutuhkan bimbingan dalam pemeliharaan peralatan. Evaluasi juga dilakukan untuk mengukur sejauh mana penerapan teknologi ini berpengaruh terhadap efisiensi biaya dan keberlanjutan usaha. Dari hasil evaluasi, terlihat bahwa peternak yang secara konsisten menerapkan teknologi fermentasi pakan berhasil mengurangi biaya pakan hingga 15-20%. Rata-rata penilaian peserta terhadap aspek-aspek utama kegiatan inovasi. Secara umum, hasilnya sangat positif, dengan skor rata-rata di atas 4 untuk semua aspek. Penilaian tertinggi (4.8) terdapat pada kemungkinan peserta merekomendasikan penerapan teknologi kepada peternak lain, menunjukkan antusiasme dan kepercayaan terhadap manfaat teknologi. Namun, aspek kemudahan penggunaan mesin mendapatkan skor relatif lebih rendah (4.0), mengindikasikan perlunya peningkatan dalam penyederhanaan teknologi atau pelatihan.

Umpan Balik dari Peserta dan Perbaikan Program di Masa Mendatang

Umpan balik dari peserta merupakan komponen penting dalam mengevaluasi keberhasilan program ini. Sebagian besar peternak memberikan respon positif mengenai manfaat dari teknologi yang diperkenalkan, terutama dalam hal penghematan biaya dan pengelolaan limbah. Namun, beberapa peternak juga mengungkapkan perlunya pendampingan lanjutan, terutama dalam hal perawatan peralatan biogas dan peningkatan kualitas pakan yang difermentasi. Berdasarkan umpan balik ini, disusun rekomendasi perbaikan untuk program berikutnya, termasuk penambahan modul pelatihan tentang perawatan peralatan dan penyediaan layanan konsultasi teknis bagi peternak.

SIMPULAN

Penerapan mesin pengaduk pakan konsentrat merupakan inovasi teknologi yang memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi pembuatan pakan ternak. Dengan mesin pengaduk, peternak dapat menghasilkan campuran pakan yang homogen, mengoptimalkan penggunaan bahan pakan, meningkatkan kualitas pakan, dan pada akhirnya meningkatkan produktivitas ternak. Selain itu, penggunaan mesin pengaduk juga dapat menghemat waktu dan tenaga kerja, serta membantu peternak kecil hingga menengah dalam memproduksi pakan berkualitas dengan biaya yang lebih rendah. Untuk mencapai hasil maksimal, pelatihan dan pendampingan bagi peternak dalam penggunaan dan pemeliharaan mesin sangat penting guna memastikan keberhasilan penerapan teknologi ini dalam usaha peternakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM-Unimed) yang telah memberikan dana dan dukungan kegiatan PKM melalui kontrak No.067/UN33.8/DAPTV/INOVOKASI/2024,21 Agustus 2024. Mitra Kelompok surya fam yang telah mendukung dan memberikan fasilitas, Seluruh dosen dan mahasiswa yang telah banyak berkontribusi pada kegiatan PKM.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Badan Pusat Statistik. (2024, 16 Oktober 2024). Produksi Daging Sapi Menurut Provinsi (Ton), 2021 – 2023. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDgwIzI=/produksi-daging-sapi-menurut-provinsi.html>
- D. Suherman, "Karakteristik, produktivitas dan pemanfaatan rumput gajah hibrida (*Pennisetum purpureum cvthailand*) sebagai hijauan pakan ternak," *Maduranch: Jurnal Ilmu Peternakan*, vol. 6, no. 1, pp. 37-45, 2021.
- [S. Nugroho and S. Suherman, "Kajian Peluang Dan Kelayakan Penerapan Produksi Bersih Pada Pengelolaan Limbah Kotoran Ternak Sapi (Manure) Menjadi Pupuk Organik di PT. Tri Nugraha Farm Kabupaten Semarang Jawa Tengah," 2019.
- A. Prabowo and A. E. Susanti, "Penggunaan pakan lengkap fermentasi untuk meningkatkan efisiensi usaha tani ternak sapi potong," *Jurnal Triton*, vol. 7, no. 1, pp. 97-106, 2016.
- S. Syarifuddin and A. Muchlis, "Konsumsi Harian dan Konversi Pakan Sapi Bali Jantan yang Diberikan Molasses Multinutrient Soft (MMS) Level 15% dan 20%," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Terpadu*, vol. 3, no. 2, pp. 208-213, 2023.
- A. K. Dewanti, "Pengaruh Pemanfaatan Biogas Terhadap Kesejahteraan Keluarga Peternak Sapi Perah Di Kecamatan Mojosongo Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah," *Universitas Negeri Jakarta*, 2011.
- A. Yunita, Karmawan, and Sumar, "Utilization Of Cow And Organic Waste As Organic Waste Empowerment Solution," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1424, 2019.
- M. F. Al haris, D. Hidayat Kusuma, and R. Rahimi Bachtiar, "Pemanfaatan Limbah Kotoran Dan Urine Sapi Perah Sebagai Penghasil Energi Alternatif Dan Pupuk Organik," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara*, 2022.
- Z.-y. Han, W. He, H. Shi, C. Wang, C. Liu, and Y. J. S. Feng, "Effects of the Integrated Use of Dairy Cow Manure on Soil Properties and Biological Fertility," 2023.
- A. Kumar Gupta, A. Minj, D. Yadav, and A. Poudel, "Utilization Of Solid Or Liquid Wastes In Agriculture," *Journal of Wastes Biomass Management*, 2020.
- E. Harlia et al., "Utilization of dried dairy cow feces as biogas substrate and biogas sludge as organic soil conditioner," 2024.
- N. S. R. Sastry, "Value added products from under-utilised livestock dairy farm resources (wastes): The possibilities and prospects," *Indian Journal of Animal Production Management*, 2020.