

PEMANFAATAN LIMBAH KOTORAN SAPI UNTUK PRODUKSI PUPUK ORGANIK CAIR (POC) SEBAGAI UPAYA PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN DI DESA JEROGUNUNG

Muhammad Rafli Saputra¹, Zulfana Putri², Salwa Nurfaraha Silmi³, Kholis Ardiansah⁴, Rendi Ad Alfarizi⁵, I Kadek Widi Widiastawan⁶, Putri Septian Hardiyanti⁷, Zulia Ramadani⁸, Misrahul Aola⁹, Anisa Khaerani¹⁰

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mataram, Indonesia

²Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Mataram, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas Mataram, Indonesia

⁴Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Mataram, Indonesia

⁵Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Mataram, Indonesia

⁶Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia

⁷Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Mataram, Indonesia

⁸Program Studi Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia, Universitas Mataram, Indonesia

⁹Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Mataram, Indonesia

¹⁰Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Mataram, Indonesia

*Co-Author : raflisaputramuhammad11@gmail.com

ABSTRAK. Desa Jerogunung merupakan wilayah dengan aktivitas peternakan sapi yang cukup tinggi dan menghasilkan limbah kotoran dalam jumlah signifikan. Berdasarkan observasi lapangan, terdapat ±118 ekor sapi dengan estimasi produksi limbah 10–15 kg per ekor per hari sehingga total limbah mencapai ±1,2 ton per hari. Sebagian besar limbah tersebut belum dikelola optimal dan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengolah limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik cair (POC) melalui metode fermentasi sederhana berbasis pemberdayaan masyarakat. Program melibatkan 27 peternak dan anggota kelompok tani. Produksi dilakukan menggunakan 10 kg kotoran sapi, 20 liter air, 500 ml molase, dan 250 ml EM4 dalam wadah 60 liter dengan fermentasi anaerob selama 14 hari, menghasilkan ±50 liter POC per siklus. Aplikasi POC pada tanaman cabai, sawi, dan terong menunjukkan peningkatan tinggi tanaman rata-rata 18–22% dan peningkatan jumlah daun 20–25% dibandingkan kontrol tanpa POC. Selain itu, sebanyak 67% peserta mampu memproduksi ulang POC secara mandiri setelah pelatihan, serta terjadi penurunan pembuangan limbah langsung ke lingkungan hingga 60%. Hasil ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah kotoran sapi menjadi POC efektif dalam mendukung pertanian ramah lingkungan sekaligus meningkatkan kapasitas masyarakat desa secara berkelanjutan.

Kata Kunci: limbah kotoran sapi; pupuk organik cair; fermentasi anaerob; pertanian berkelanjutan; pemberdayaan masyarakat

ABSTRACT. Jerogunung Village is characterized by intensive cattle farming activities that generate significant quantities of manure waste. Field observations identified approximately 118 active cattle, producing an estimated 10–15 kg of manure per animal per day, resulting in a total daily waste potential of approximately 1.2 tons. Prior to the program, most of this waste was unmanaged and posed environmental risks. This community-based initiative aimed to enhance local capacity in processing cattle manure into liquid organic fertilizer (LOF) through a simple anaerobic fermentation method. The program involved 27 farmers and livestock owners. Production was conducted using 10 kg of fresh cattle manure, 20 liters of water, 500

ml of molasses, and 250 ml of EM4 bioactivator in a 60-liter fermentation container for 14 days, yielding approximately 50 liters of LOF per cycle. Application of LOF to chili, mustard greens, and eggplant resulted in an average plant height increase of 18–22% and a 20–25% increase in leaf number compared to untreated control plants. Additionally, 67% of participants were able to independently reproduce the fertilizer after training, and direct manure disposal decreased by approximately 60%. These findings demonstrate that converting cattle manure into liquid organic fertilizer is an effective strategy to promote environmentally friendly agriculture while strengthening community empowerment at the village level.

Keywords: *cattle manure waste; liquid organic fertilizer; anaerobic fermentation; sustainable agriculture; community empowerment*

PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas peternakan sapi di wilayah pedesaan menyebabkan volume limbah kotoran sapi yang dihasilkan semakin besar dari waktu ke waktu. Seekor sapi dewasa dapat menghasilkan sekitar 10–15 kg kotoran per hari sehingga pada wilayah dengan populasi ternak tinggi, akumulasi limbah dapat mencapai skala tonase harian. Apabila tidak dikelola secara tepat, limbah tersebut berpotensi menimbulkan gangguan lingkungan seperti pencemaran tanah, penurunan kualitas sanitasi di sekitar kandang, serta risiko pencemaran sumber air. Di sisi lain, kotoran sapi mengandung bahan organik dan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik apabila melalui proses pengolahan yang tepat (Jaya, 2025).

Desa Jerogunung di Kecamatan Sakra Barat merupakan wilayah dengan aktivitas peternakan dan pertanian yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan perangkat desa, terdapat ±118 ekor sapi aktif dengan estimasi produksi limbah mencapai ±1,2 ton per hari. Namun, sekitar 70% limbah tersebut belum dimanfaatkan secara produktif dan umumnya dibuang di sekitar kandang tanpa pengolahan lanjutan. Kondisi ini menimbulkan bau tidak sedap, menurunkan kualitas tanah di sekitar area peternakan, serta berpotensi mencemari sumber air di sekitarnya (Anwar et al., 2025). Situasi tersebut menunjukkan adanya persoalan lingkungan nyata yang memerlukan solusi berbasis potensi lokal.

Selain permasalahan limbah ternak, pemanfaatan pekarangan rumah untuk budidaya tanaman produktif juga belum optimal. Lahan pekarangan sebenarnya memiliki potensi untuk mendukung ketahanan pangan rumah tangga dan penyediaan sumber gizi tambahan, namun pemanfaatannya masih relatif rendah. Hasil wawancara awal menunjukkan bahwa sebagian besar petani masih bergantung pada pupuk kimia sintetis dan belum memanfaatkan pupuk organik dari sumber lokal. Kurangnya pengetahuan teknis serta minimnya pendampingan menjadi faktor utama rendahnya pemanfaatan pekarangan secara produktif (Sapri et al., 2025).

Berbagai penelitian sebelumnya lebih banyak menitikberatkan pada teknik produksi pupuk organik dari kotoran sapi serta analisis kualitas pupuk secara laboratorium (Ade Maulana et al., 2025; Suryanto et al., 2022). Penelitian lain mengkaji efektivitas pupuk organik cair berbahan kotoran sapi dengan tambahan bioaktivator terhadap pertumbuhan tanaman

hortikultura (Firdausy & Winarso, 2022), serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Kasim et al., 2024; Xu et al., 2025). Meskipun demikian, kajian yang mengintegrasikan pengelolaan limbah kotoran sapi dengan penguatan kapasitas masyarakat serta pemanfaatan pekarangan rumah tangga dalam satu model pemberdayaan berbasis desa masih terbatas. Dengan demikian, terdapat celah pada aspek integrasi teknis, sosial, dan lingkungan dalam konteks pengabdian masyarakat berbasis sumber daya lokal. Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat Desa Jerogunung dalam mengelola limbah kotoran ternak menjadi pupuk organik cair (POC) melalui metode fermentasi sederhana yang aplikatif dan berbiaya rendah. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan mendorong pemanfaatan POC dalam budidaya tanaman pekarangan sebagai upaya mendukung pertanian ramah lingkungan dan kemandirian rumah tangga. Artikel ini memaparkan kondisi awal permasalahan secara kuantitatif, tahapan pelaksanaan program, serta hasil kegiatan yang menunjukkan potensi integrasi pengelolaan limbah ternak dengan pemanfaatan lahan pekarangan berbasis pemberdayaan masyarakat.

ANALISIS PERMASALAHAN

Pengelolaan limbah ternak di wilayah pedesaan masih menjadi persoalan yang umum terjadi, termasuk di Desa Jerogunung. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi terhadap 15 peternak dan 12 anggota kelompok tani, diketahui bahwa limbah kotoran sapi sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal. Sekitar 70% limbah masih dibuang di sekitar kandang tanpa proses pengolahan lanjutan. Padahal, dengan jumlah ± 118 ekor sapi aktif, estimasi produksi limbah mencapai $\pm 1,2$ ton per hari sehingga berpotensi menimbulkan dampak lingkungan apabila tidak dikelola secara terstruktur.

Secara teoritis, kotoran sapi mengandung bahan organik dan unsur hara penting yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair (POC) untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Jaya, 2025). Penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik berbahan kotoran sapi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta memperbaiki ketersediaan hara tanah (Xu et al., 2025). Selain itu, kualitas pupuk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh metode pengolahan yang diterapkan, terutama proses fermentasi dan penggunaan bioaktivator (Ade Maulana et al., 2025). Dengan demikian, secara teknis limbah ternak memiliki potensi besar untuk dikonversi menjadi produk bernilai guna.

Di sisi lain, ketergantungan petani terhadap pupuk kimia sintetis masih cukup tinggi. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sekitar 80% responden masih menggunakan pupuk anorganik sebagai sumber utama nutrisi tanaman. Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus tanpa dukungan bahan organik berpotensi menurunkan kualitas fisik, kimia, dan biologis tanah dalam jangka panjang. Pupuk organik cair berbasis kotoran sapi dapat menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan sekaligus meningkatkan efektivitas pemupukan (Firdausy & Winarso, 2022). Aplikasi pupuk kotoran sapi juga terbukti memberikan respons positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura (Kasim et al., 2024).

Namun demikian, keterbatasan pengetahuan teknis masyarakat mengenai proses pengolahan, fermentasi, dosis aplikasi, serta standar kualitas POC menyebabkan potensi ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu, belum adanya pendampingan dan contoh

praktik langsung membuat masyarakat ragu untuk beralih dari pupuk kimia ke pupuk organik berbasis limbah ternak. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi sumber daya lokal dengan kapasitas teknis masyarakat dalam mengelolanya secara produktif dan berkelanjutan.

SOSUSI YANG DITAWARKAN

Solusi yang ditawarkan dirancang berdasarkan hasil analisis permasalahan yang menunjukkan tingginya volume limbah ternak ($\pm 1,2$ ton per hari), rendahnya tingkat pemanfaatan limbah (sekitar 70% belum diolah), serta ketergantungan masyarakat terhadap pupuk kimia. Program ini dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif dengan melibatkan 27 peserta yang terdiri dari peternak dan perwakilan dari 5 kelompok tani yang tersebar di setiap dusun di Desa Jerogunung. Pelaksanaan kegiatan dibagi ke dalam tiga tahapan utama, yaitu sosialisasi, pelatihan teknis, serta penerapan dan evaluasi

Table 1 Komposisi POC per Siklus Produksi

Bahan	Jumlah
Kotoran sapi segar	10 kg
Air bersih	20 liter
Molase	500 ml
EM4	250 ml

Fermentasi dilakukan dalam drum plastik 60 liter selama 14 hari secara anaerob. Hasil produksi rata-rata: ± 50 liter POC per siklus.

Table 2 Estimasi Biaya Produksi

Komponen	Biaya
Molase	Rp15.000
EM4	Rp20.000
Total	Rp35.000

Biaya produksi per liter: \pm Rp700/liter.

100 ml POC dilarutkan dalam 1 liter air dan diaplikasikan 2 kali per minggu melalui penyiraman tanah dan penyemprotan daun.

Tahap 1

Tahap awal berupa sosialisasi guna meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai dampak pembuangan limbah kotoran sapi secara langsung terhadap lingkungan, termasuk potensi pencemaran tanah dan sumber air. Kegiatan diawali dengan observasi lapangan dan diskusi bersama perangkat desa serta kelompok tani untuk mengidentifikasi pola pengelolaan limbah yang selama ini dilakukan.

Materi sosialisasi mencakup estimasi produksi limbah ternak desa, risiko lingkungan yang ditimbulkan, serta konsep pertanian berkelanjutan berbasis pemanfaatan sumber daya lokal. Secara ilmiah, kotoran sapi memiliki karakteristik kimia yang mendukung penggunaannya sebagai pupuk organik apabila melalui proses pengolahan yang tepat (Jaya, 2025). Selain itu, kualitas pupuk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh metode pengolahan dan proses fermentasi yang diterapkan (Ade Maulana et al., 2025). Tahap ini bertujuan

membangun kesadaran kolektif kelompok tani agar limbah ternak tidak lagi dipandang sebagai residu produksi, melainkan sebagai sumber daya bernilai guna.



Gambar 1. Kegiatan sosialisasi POC

Tahap 2

Tahap kedua merupakan pelatihan teknis pembuatan pupuk organik cair (POC) berbahan kotoran sapi melalui proses fermentasi sederhana. Peserta dilatih mengenai komposisi bahan, penggunaan bioaktivator, teknik fermentasi anaerob, waktu fermentasi, penyimpanan hasil, serta dosis aplikasi pada tanaman hortikultura dan tanaman pekarangan.

Penggunaan bioaktivator dalam proses pembuatan pupuk organik cair terbukti meningkatkan efektivitas pupuk terhadap pertumbuhan tanaman (Firdausy & Winarso, 2022). Analisis kandungan unsur hara pada pupuk cair berbasis kotoran sapi juga menunjukkan komposisi yang mendukung pertumbuhan tanaman (Suryanto et al., 2022). Melalui pelatihan ini, anggota kelompok tani diharapkan mampu memproduksi POC secara mandiri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sintetis.

Tahap 3

Tahap terakhir berfokus pada penerapan POC pada lahan pertanian dan pekarangan rumah anggota kelompok tani, disertai pendampingan dan evaluasi pertumbuhan tanaman selama masa awal aplikasi. Evaluasi dilakukan untuk melihat tingkat adopsi teknologi serta respons tanaman terhadap penggunaan POC. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kotoran sapi mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura (Kasim et al., 2024). Penggunaan kotoran sapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kesuburan tanah dan pertumbuhan bibit tanaman (Xu et al., 2025).

Praktik pengolahan limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik juga dinyatakan dapat diterapkan secara praktis di masyarakat pedesaan (Sapri et al., 2025). Melalui tiga tahapan tersebut, solusi yang ditawarkan tidak hanya berorientasi pada transfer teknologi, tetapi juga pada penguatan kapasitas kelembagaan 5 kelompok tani di Desa Jerogunung dalam mengelola limbah ternak secara berkelanjutan dan produktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik cair (POC) di Desa Jerogunung dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu pengumpulan bahan baku, proses fermentasi, dan aplikasi pada tanaman pertanian. Bahan utama berupa kotoran sapi segar dicampur dengan air, molase (tetes tebu), serta aktivator mikroorganisme efektif (EM4), kemudian difermentasi secara anaerob selama ± 14 hari.

Hasil Proses Fermentasi

Selama proses fermentasi terjadi perubahan karakteristik fisik yang menunjukkan berlangsungnya dekomposisi bahan organik, antara lain:

- Warna larutan berubah menjadi cokelat kehitaman
- Bau menyengat berkurang dan menjadi lebih stabil
- Terbentuk endapan di dasar wadah

Perubahan tersebut mengindikasikan bahwa proses fermentasi berjalan dengan baik. EM4 berperan dalam mempercepat penguraian bahan organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah diserap tanaman (Wididana, 2015). Fermentasi anaerob juga membantu menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen serta mengurangi bau tidak sedap yang sebelumnya menjadi permasalahan utama di sekitar kandang ternak.

Secara agronomis, kotoran sapi mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif dan generatif (Roidah, 2013). Namun dalam kondisi mentah, ketersediaan unsur hara tersebut belum optimal. Oleh karena itu, proses fermentasi menjadi tahapan penting untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas POC yang dihasilkan.



Gambar 3. Hasil Produk Pupuk Organik Cair

Respons Tanaman terhadap Aplikasi POC

POC yang dihasilkan kemudian diaplikasikan pada tanaman pertanian lokal seperti cabai, terong, dan sawi melalui metode penyiraman ke tanah dan penyemprotan daun. Setelah 1–2 minggu aplikasi, tanaman menunjukkan respons pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan sebelum perlakuan, ditandai dengan:

- Daun tampak lebih hijau
- Batang lebih kokoh
- Pertambahan tinggi tanaman lebih cepat
- Kondisi tanaman terlihat lebih sehat dan vigor

Respons positif tersebut menunjukkan bahwa POC mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hidayati et al. (2021) yang melaporkan bahwa POC berbasis kotoran sapi dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, serta biomassa tanaman hortikultura.

Table 3 Perbandingan Pertumbuhan Tanaman (2 Minggu Aplikasi)

Parameter	Tanpa POC	Dengan POC
Tinggi cabai	18 cm	22 cm
Jumlah daun	12 helai	15 helai
Tinggi sawi	15 cm	19 cm

Terjadi peningkatan tinggi tanaman rata-rata 20% dan jumlah daun 25% dibandingkan kontrol sederhana tanpa POC. Sebelum program, limbah kotoran dibuang langsung di sekitar kandang. Setelah pelatihan, 60% peternak mulai memanfaatkan limbah untuk produksi POC sehingga volume limbah yang dibuang menurun signifikan.

Implikasi Lingkungan dan Agronomis

Pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi POC merupakan pendekatan yang relevan untuk mengatasi permasalahan lingkungan di Desa Jerogunung, di mana sebelumnya limbah ternak banyak ditumpuk atau dibuang tanpa pengelolaan yang baik. Limbah ternak yang tidak dikelola secara tepat berpotensi menurunkan kualitas tanah dan mencemari sumber air (Siregar et al., 2020). Dari perspektif keberlanjutan pertanian, penggunaan POC berkontribusi pada pengurangan ketergantungan terhadap pupuk kimia sintetis. Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dalam jangka panjang dapat menyebabkan degradasi tanah, penurunan kesuburan, serta pencemaran perairan akibat limpasan nutrisi (Sutanto, 2002). Sebaliknya, POC tidak hanya menyediakan unsur hara, tetapi juga memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan mendukung aktivitas mikroorganisme tanah yang bermanfaat.

Dampak Sosial-Ekonomi dan Kendala

Dari aspek sosial-ekonomi, program ini meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola limbah ternak secara produktif. Peternak dan anggota kelompok tani mulai

memandang kotoran sapi sebagai sumber daya bernilai ekonomi, bukan sekadar limbah. Hal ini sejalan dengan konsep pemberdayaan masyarakat berbasis sumber daya lokal (Mardikanto, 2010). Meskipun demikian, terdapat beberapa kendala yang ditemukan selama pelaksanaan program, antara lain keterbatasan wadah fermentasi skala besar, waktu produksi yang relatif lama (± 14 hari), serta perlunya pendampingan berkelanjutan untuk memastikan konsistensi kualitas POC. Oleh karena itu, keberlanjutan program memerlukan dukungan kelembagaan kelompok tani serta monitoring berkala agar produksi POC dapat dilakukan secara mandiri dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik cair (POC) di Desa Jerogunung efektif sebagai solusi pengelolaan limbah ternak sekaligus mendukung pertanian ramah lingkungan. Program yang melibatkan 27 peserta menghasilkan ± 50 liter POC per siklus dan meningkatkan pertumbuhan tanaman rata-rata 20% dibandingkan kontrol. Pengelolaan ini juga mengurangi pembuangan limbah hingga 60%. Keterbatasan kegiatan ini terletak pada skala produksi yang masih rumah tangga dan belum dilakukan uji laboratorium lengkap terhadap kandungan hara POC. Ke depan, diperlukan pengembangan skala produksi lebih besar serta pengurusan legalitas produk agar dapat dipasarkan secara luas.

Kegiatan ini juga meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran masyarakat Desa Jerogunung mengenai pertanian berkelanjutan. Kendala yang ditemui meliputi keterbatasan waktu pendampingan, kapasitas fermentasi rumah tangga, dan variasi kualitas bahan baku. Dengan demikian, POC berbahan kotoran sapi layak direkomendasikan sebagai model pertanian berkelanjutan dengan potensi pengembangan lebih luas, termasuk peningkatan skala produksi, pelatihan berkelanjutan, dan potensi legalisasi produk pupuk organik untuk memperluas manfaat ekologis dan agronomis di desa lain dengan kondisi serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Desa Jerogunung, khususnya Kepala Desa beserta seluruh perangkat desa, yang telah memberikan izin, dukungan, dan fasilitas selama pelaksanaan kegiatan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada masyarakat Desa Jerogunung, terutama para peternak dan kelompok tani, yang telah berpartisipasi aktif dalam proses pembuatan dan aplikasi pupuk organik cair. Penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) serta pihak Universitas Mataram yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan pendampingan selama program KKN berlangsung. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh anggota tim KKN yang telah bekerja sama dengan penuh tanggung jawab, serta pihak-pihak lain yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam keberhasilan kegiatan ini. Semoga hasil kegiatan ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan secara berkelanjutan.

REFERENSI

- Anwar, M., et al. (2025). The impact of nitrogen balance and liquid organic fertilizer from cow urine on the growth and production of pakcoy plants. *Jurnal Agrotek Tropika*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jat.v13i1.7648>
- Ade Maulana, R. T., Purnamasari, R., Arifin, A. Z., & Hidayanto, F. (2025). Effectiveness test of cow manure composting method on the quality of cow manure. *Journal of Applied Plant Technology*. <https://doi.org/10.30742/q36jzmz39>
- Firdausy, A. R., & Winarso, S. (2022). Uji kualitas pupuk organik cair kotoran sapi dengan bioaktivator terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. *Berkala Ilmiah Pertanian (BIP)*. <https://doi.org/10.19184/bip.v6i4.38025>
- FAO. (2019). *The circular bioeconomy: Managing waste for sustainable agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hidayati, R., Rahmawati, D., & Setiawan, B. (2021). Pengaruh pupuk organik cair berbasis kotoran sapi terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 9(2), 112–120.
- Jaya, S. (2025). Chemical characteristics of cattle manure and its compost suitability as organic fertilizer. *Jurnal Bioteknologi Tropika*.
- Kasim, M., Airtur, M. M., & Bako, O. (2024). Pengaruh pemberian pupuk organik kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan hasil cabai rawit. *Wana Lestari*. <https://doi.org/10.35508/wanalestari.v6i01.17246>
- Muhtadi, M. F. (2025). Production of organic fertilizer from rice husks and cow manure to increase crop production in Leming Village. *UJCS*.
- Oktavian, R., Mulatsih, S., & Supriyanto. (2025). Designing a sustainable business model for cattle manure-based organic fertilizer. *IJSE*. <https://doi.org/10.31538/ijse.v8i2.6835>
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat penggunaan pupuk organik untuk kesuburan tanah. *Jurnal Bonorowo*, 1(1), 30–42.
- Padwal, R. P., & Kulkarni, M. A. (2024). A study on conversion of raw cow manure into nutritious organic fertilizer for quality enhancement. *ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts*. <https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i6.2024.4800>
- Sapri, J., Gunawan, S., & Ningsih, A. P. (2025). Pelatihan pembuatan pupuk organik dari limbah kotoran sapi dengan mesin kombinasi di Desa Sengon Sari. *J-ABDIPAMAS (Jurnal Pengabdian)*. <https://doi.org/10.30734/j-abdipamas.v7i1.2805>
- Siregar, A., Nasution, M., & Harahap, R. (2020). Dampak limbah peternakan terhadap kualitas lingkungan dan strategi pengelolaannya. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 12(1), 55–63.
- Sutanto, R. (2002). *Penerapan pertanian organik: Pemasyarakatan dan pengembangannya*. Kanisius.
- Suryanto, T., Julian, F., & Kuvaini, A. (2022). Analisis kandungan unsur hara pupuk organik cair dari kotoran sapi dan daun *Pueraria javanica*. *AGRORADIX: Jurnal Ilmu Pertanian*. <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v7i1.4351>
- Wididana, G. N. (2015). Peran mikroorganisme efektif (EM4) dalam pengolahan limbah organik menjadi pupuk. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 7(3), 145–152.
- Xu, L., et al. (2025). Application of cow manure enhances soil nutrients and seedling growth. *Forests*.