

## TEKNOLOGI TERPADU PENGOLAHAN LIMBAH PERTANIAN- PETERNAKAN DI DESA KUTARAYAT UNTUK MENUNJANG PERENCANAAN EDUWISATA SAINS-TECHNO DAN SENTRA ORGANIC FARMING

Lisnawaty Simatupang<sup>1\*</sup>, Marham Sitorus<sup>2</sup>, Nora Susanti<sup>3</sup>, Muhammad Bukhori Dalimunthe<sup>4</sup>, Binsar Maruli Tua Pakpahan<sup>5</sup>, Fransiskus Hottua Malau<sup>6</sup>, Predy Fernandes Sihalo<sup>7</sup>, Winri Imanuela Sihombing<sup>8</sup>, Mikael S Depari<sup>9</sup>, Dafit Ericson Sihotang<sup>10</sup>, Putri Yanita Sidabutar<sup>11</sup>, Carlos Rewandesno Sitorus<sup>12</sup>, Therecia Fricillia Ginting<sup>13</sup>, Natal Toga Hot Tua Pakpahan<sup>14</sup>

<sup>1,2,3,6,7,8,9,10,11</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

<sup>4</sup>Jurusan Akuntansi, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

<sup>5,14</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

\* Penulis Korespondensi : [lisnawaty@unimed.ac.id](mailto:lisnawaty@unimed.ac.id)

### Abstrak

Artikel ini menyajikan pendekatan baru dalam pengelolaan limbah pedesaan di Desa Kutarayay, Kecamatan Naman Teran, Kabupaten Karo, Indonesia, di mana aktivitas pertanian dan peternakan menjadi yang utama. Meskipun desa ini memiliki potensi besar, namun masih menghadapi tantangan signifikan dalam mengelola limbah dan mengurangi dampak negatif pupuk sintetis terhadap kesehatan tanah dan lingkungan. Penelitian ini mengusulkan sistem pengelolaan limbah terpadu yang menggabungkan teknologi komposting, produksi biogas, dan biochar untuk mengatasi tantangan tersebut. Integrasi teknologi ramah lingkungan ini dirancang untuk meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan produktivitas pertanian, dan mengurangi dampak lingkungan. Selain itu, penelitian ini memperkenalkan konsep eduwisata sains-techno yang memanfaatkan teknologi pengelolaan limbah dan keindahan alam desa untuk mendidik masyarakat serta menarik pengunjung yang tertarik pada praktik berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menerapkan teknologi terpadu ini di Desa Kutarayay, yang pada akhirnya akan membangun pusat pertanian organik sebagai model bagi daerah pedesaan lainnya. Temuan menunjukkan potensi peningkatan signifikan dalam produktivitas pertanian, keberlanjutan lingkungan, dan pertumbuhan ekonomi lokal melalui pendekatan terpadu yang diusulkan.

**Kata kunci:** Limbah pertanian/peternakan, Pupuk Bokashi, website desa, sains-techno, Kuta rayat

### Abstract

This article presents a new approach to rural waste management in Kutarayay Village, Naman Teran Subdistrict, Karo Regency, Indonesia, where agricultural and livestock activities are prominent. Despite the village's potential, it faces significant challenges in managing waste and mitigating the negative impacts of synthetic fertilizers on soil health and the environment. This study proposes an integrated waste management system that combines composting, biogas production, and biochar technology to address these challenges. The integration of these environmentally friendly technologies is designed to improve soil fertility, enhance agricultural productivity, and reduce environmental impacts. Furthermore, this study introduces the concept of science-tech tourism (Eduwisata), which leverages waste management technologies and the village's natural beauty to educate the community and attract visitors interested in sustainable practices. The research aims to identify and implement these integrated technologies in Kutarayay Village, ultimately establishing an organic farming hub that serves as a model for other rural areas. The findings demonstrate the potential for significant improvements in agricultural productivity, environmental sustainability, and local economic growth through the proposed integrated approach.

**Keywords:** Agricultural/livestock waste, Bokashi fertilizer, village website, science-techno, Kuta rayat

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi di wilayah perdesaan Indonesia telah mengalami kemajuan signifikan dalam beberapa tahun terakhir, terutama melalui optimalisasi potensi lokal seperti tanah, hasil pertanian, dan peternakan. Desa Kutarayay, yang terletak di Kecamatan Naman Teran, Kabupaten Karo, merupakan salah satu daerah dengan potensi besar di bidang pertanian dan peternakan. Meskipun demikian, desa ini masih menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan limbah yang dihasilkan dari aktivitas pertanian dan peternakan, serta penggunaan pupuk sintetis yang berdampak negatif terhadap kesehatan tanah dan lingkungan (Wihardjaka & Harsanti, 2021). Tanah yang terus-menerus terpapar pupuk sintetis cenderung mengalami degradasi kualitas, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas pertanian dalam jangka panjang (Giri & Pokhrel, 2022).

Kajian literatur menunjukkan bahwa teknologi ramah lingkungan seperti komposting, produksi biogas, dan penggunaan pupuk berbasis limbah memiliki efektivitas tinggi dalam mengolah limbah organik menjadi produk yang bernilai tambah serta memperbaiki struktur dan kesehatan tanah (Dedy & Evizal, 2021; Mertani, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Pulungan et al. (2022) menunjukkan bahwa kompos dari limbah pertanian dan peternakan dapat secara signifikan meningkatkan kesuburan tanah dan hasil pertanian, sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, teknologi biogas yang memanfaatkan limbah ternak sebagai bahan baku tidak hanya menyediakan sumber energi alternatif tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang kaya nutrisi (Wihardjaka & Harsanti, 2021). Penggunaan pupuk organik cair juga telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas tanaman dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sintetis (Dedy & Evizal, 2021).

Meskipun manfaat dari berbagai teknologi pengolahan limbah organik telah diakui di berbagai daerah, penerapannya di Desa Kutarayay masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan sumber daya, pengetahuan lokal, dan kurangnya kapasitas aparat desa dalam memanfaatkan teknologi informasi untuk mengatasi masalah ini (Kutarayat Website, 2024a). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan terpadu yang dapat mengintegrasikan berbagai teknologi pengolahan limbah serta meningkatkan kapasitas masyarakat dan aparat desa dalam pengelolaannya.

Pengabdian ini menawarkan kebaruan ilmiah melalui penerapan teknologi pengolahan limbah terpadu yang menggabungkan proses komposting, produksi biogas, dan pembuatan pupuk organik cair dalam satu sistem yang disesuaikan dengan kondisi lokal Desa

Kutarayat. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada peningkatan kesehatan tanah dan hasil pertanian tetapi juga pada pengurangan dampak lingkungan yang merugikan serta peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat desa (Giri & Pokhrel, 2022). Selain itu, pengembangan konsep eduwisata sains-teknologi yang mengintegrasikan teknologi pengolahan limbah dengan potensi wisata alam desa diharapkan dapat menjadi daya tarik baru yang mendukung pertumbuhan ekonomi lokal dan edukasi lingkungan (Kutarayat Website, 2024b).

Permasalahan utama yang diangkat dalam pengabdian ini adalah pengelolaan limbah pertanian dan peternakan yang belum terintegrasi di Desa Kutarayay serta ketergantungan pada pupuk sintetis yang merusak kesehatan tanah. Keterbatasan teknologi dalam mengolah limbah menjadi produk bernilai tambah juga menjadi isu mendesak yang perlu ditangani. Berdasarkan permasalahan tersebut, hipotesis yang diajukan adalah bahwa penerapan teknologi pengolahan limbah terpadu yang menggabungkan komposting, biogas, dan pupuk organik cair, serta perencanaan eduwisata sains-teknologi, dapat secara signifikan meningkatkan produktivitas pertanian, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dan memajukan ekonomi desa. Tujuan dari pengabdian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menerapkan teknologi pengolahan limbah terpadu yang efektif di Desa Kutarayay serta merencanakan dan mengembangkan eduwisata sains-teknologi yang memanfaatkan teknologi pengolahan limbah dan keindahan alam desa. Selain itu, pengabdian ini juga bertujuan untuk membangun sentra pertanian organik sebagai ikon produk pertanian desa yang dapat meningkatkan perekonomian lokal dan mendukung keberlanjutan lingkungan (Pulungan et al., 2022).

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan

Bahan utama untuk pengolahan limbah meliputi Kotoran ternak sapi peternak dan limbah pertanian serta rerumputan yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik padat dan cair. Bakteri pengurai juga digunakan untuk mempercepat proses komposting. Untuk sterilisasi media tanam, bahan yang digunakan adalah media tanam seperti tanah dan kompos, serta alat sterilisator yang memastikan kebersihan media sebelum digunakan. Pembangunan instalasi memerlukan material bangunan untuk konstruksi dan peralatan untuk pengoperasian sistem pengolahan limbah dan sterilisasi.

### 2.2. Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan metode partisipatory (partisipatif), yaitu pendekatan yang menempatkan peserta sebagai subjek utama dalam seluruh rangkaian

kegiatan, mulai dari identifikasi permasalahan hingga praktik penerapan teknologi. Metode ini dipilih agar peserta tidak hanya menerima materi secara pasif, tetapi juga terlibat aktif dalam proses pembelajaran, diskusi, dan praktik lapangan sehingga pengetahuan serta keterampilan yang diperoleh dapat lebih mudah diterapkan secara mandiri.

**a. Tahap Persiapan**

Pada tahap ini, pembentukan tim kerja dilakukan untuk menetapkan tugas dan tanggung jawab masing-masing anggota. Survei lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data dasar tentang kondisi Desa Kutarayat. Proses ini melibatkan analisis kebutuhan serta

perencanaan, termasuk pengurusan perizinan dengan pemerintah desa. Selain itu, materi pelatihan dan sosialisasi disiapkan untuk memperkenalkan program kepada mitra.

**b. Tahap Pelaksanaan**

Tahap pelaksanaan melibatkan beberapa kegiatan kunci. Pertama, Focus Group Discussion (FGD) dilakukan dengan aparat pemerintah dan 20 anggota mitra untuk menyampaikan rencana program limbah yang diterapkan melalui penyuluhan, pendampingan, dan pembinaan oleh dosen dan mahasiswa. Instalasi sarana prasarana dilakukan bersama mitra untuk memastikan pemahaman dan penguasaan teknologi. Selain itu, pelatihan diberikan kepada perwakilan perangkat desa untuk merancang eduwisata sains-techno, termasuk desain landscape dan animasi kawasan desa. Pembuatan platform media sosial juga dilakukan untuk mempromosikan produk organic farming sebagai ikon desa.

**c. Tahap Evaluasi dan Keberlanjutan**

Pada tahap ini, evaluasi dilakukan secara berkala untuk mengukur ketercapaian target kegiatan. Tim pengabdian bersama mahasiswa dan mitra melakukan pemantauan untuk menilai efektivitas program dan keberlanjutan hasil. Evaluasi meliputi penilaian terhadap implementasi teknologi pengolahan limbah, keberhasilan pelatihan, serta dampak dari pelaksanaan eduwisata sains-techno. Selain itu, keberlanjutan program diperhatikan dengan memastikan masyarakat desa dapat mengelola dan melanjutkan kegiatan secara mandiri serta menjadikan Desa Kutarayat sebagai model untuk pengabdian dan pembelajaran bagi akademisi dan desa-desa di Kecamatan Naman Teran.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan tujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam memanfaatkan limbah pertanian menjadi produk yang bernilai guna, khususnya pupuk organik padat menggunakan model komposter dan pelatihan kepada perwakilan perangkat

desa untuk merancang eduwisata sains-techno, termasuk desain landscape dan animasi kawasan desa. Pembuatan platform media sosial juga dilakukan untuk mempromosikan produk organic farming sebagai ikon desa. Kegiatan ini dirancang sebagai bentuk transfer ilmu dan teknologi sederhana yang dapat diterapkan secara langsung oleh masyarakat untuk mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan

**3.1. Temuan Ilmiah dari Kegiatan Pengabdian**

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di Desa Kutarakyat menghasilkan beberapa temuan ilmiah terkait penerapan teknologi pengolahan limbah dan penggunaan website untuk promosi desa. Temuan utama dari kegiatan ini meliputi:

a. Pengukuran **pengetahuan** dan **keterampilan** peserta dalam pembuatan pupuk organik padat.

Pengukuran pengetahuan dilakukan menggunakan (test/Quiz) sedangkan ketrampilan (praktik langsung) dinilai dari Persiapan bahan, Ketepatan proses pencampuran, Teknik fermentasi/pengomposan dan Kualitas produk akhir. Hasil pengukuran terhadap ke 20 peserta ditunjukkan pada tabel 1. Rekapitulasi nilai rata-rata pengetahuan dan ketrampilan peserta terkait dengan pembuatan pupuk organik padat (POC). Dimana Rata-rata **pengetahuan peserta = 77,8 (Baik)** dan Rata-rata **keterampilan peserta = 79,8 (Baik)**. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas peserta telah memahami konsep dan mampu mempraktikkan pembuatan pupuk organik padat dengan baik..

Tabel 1. Hasil pengukuran Pengetahuan dan Ketrampilan Pembuatan POC 20 peserta

N o	Nama Peserta	Nilai Pengetahuan	Kategori	Nilai Keterampilan	Kategori
1	Peserta 1	82	Baik	85	Sangat Baik
2	Peserta 2	75	Baik	80	Baik
3	Peserta 3	68	Cukup	72	Baik
4	Peserta 4	90	Sangat Baik	88	Sangat Baik
5	Peserta 5	77	Baik	75	Baik
6	Peserta 6	60	Cukup	65	Cukup
7	Peserta 7	85	Sangat Baik	90	Sangat Baik
8	Peserta 8	72	Baik	70	Baik
9	Peserta 9	66	Cukup	68	Cukup
10	Peserta 10	80	Baik	84	Baik
11	Peserta 11	88	Sangat Baik	86	Sangat Baik
12	Peserta 12	74	Baik	76	Baik
13	Peserta 13	58	Cukup	62	Cukup



penggunaan teknologi informasi dapat meningkatkan visibilitas dan aksesibilitas produk lokal (Sumber: DRPM, Dikti). Website desa juga berfungsi sebagai platform untuk berkomunikasi dan mengelola surat-menyurat, yang meningkatkan efisiensi administratif desa. Penggunaan teknologi digital ini menjawab tantangan desa dalam mengadaptasi era digital dan mengoptimalkan potensi lokal.



**Gambar 3.** Pengembangan website desa serta aplikasi untuk keperluan surat-menyurat.

### 3.2. Analisis dan Penjelasan Ilmiah

Temuan ilmiah dari kegiatan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi pengolahan limbah dengan platform digital dapat memperbaiki pengelolaan limbah dan meningkatkan promosi produk lokal. Proses pengolahan limbah, seperti yang diterapkan di Desa Kutarayay, tidak hanya efektif dalam mengurangi limbah tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang mendukung kesehatan tanah. Ini terjadi karena teknologi komposting memanfaatkan mikroorganisme untuk mengurai bahan organik, menghasilkan kompos yang kaya nutrisi (Sumber: DRPM, Dikti).



**Gambar 4.** Pengujian website untuk media promosi.

Penggunaan website desa sebagai alat promosi mengilustrasikan bagaimana teknologi informasi dapat menjembatani kesenjangan informasi antara masyarakat lokal dan pasar. Dengan meningkatkan aksesibilitas informasi dan memfasilitasi promosi produk, desa dapat menarik lebih banyak wisatawan dan pembeli, sehingga meningkatkan perekonomian lokal. Hal ini

konsisten dengan teori bahwa teknologi digital dapat memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan efisiensi operasional (Sumber: DRPM, Dikti).

### 3.3. Perbandingan dengan Pengabdian Sebelumnya

Perbandingan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh dari PKM ini konsisten dengan temuan yang ada di literatur terkait teknologi pengolahan limbah dan penggunaan platform digital. Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi komposting dapat meningkatkan kesehatan tanah dan mengurangi pencemaran. Selain itu, penggunaan teknologi informasi untuk promosi produk lokal telah terbukti efektif dalam meningkatkan visibilitas dan aksesibilitas produk (Sumber: DRPM, Dikti).

Temuan ini menjawab hipotesis penelitian yang diajukan dalam bagian pendahuluan, yaitu bahwa penerapan teknologi pengolahan limbah dan platform digital dapat meningkatkan pengelolaan limbah dan promosi produk lokal. Dengan demikian, kegiatan PKM ini tidak hanya berhasil dalam implementasi teknologinya tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap perekonomian dan kesejahteraan masyarakat Desa Kutarayay.

## 4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di Desa Kutarayay berhasil mencapai tujuan yang diharapkan dengan memvalidasi hipotesis bahwa teknologi pengolahan limbah dan digitalisasi dapat meningkatkan pengelolaan limbah dan promosi produk lokal. Teknologi komposting dan biogas telah terbukti efektif dalam mengolah limbah pertanian dan peternakan, memperbaiki kualitas tanah, dan menghasilkan pupuk organik yang bermanfaat. Selain itu, pelatihan penggunaan website desa meningkatkan promosi produk lokal serta memperluas akses informasi mengenai potensi eduwisata dan sentra organic farming. Keseluruhan kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi tepat guna dan digital dapat memperbaiki pengelolaan limbah serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Untuk langkah selanjutnya, fokus pada pengembangan lebih lanjut dari sistem pengolahan limbah dan platform digital serta penelitian dampak jangka panjang akan memperkuat keberlanjutan proyek ini dan memberikan manfaat yang lebih luas bagi desa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang mendalam kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti) atas dukungan dana yang sangat berarti dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di Desa Kutarayay. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Pemerintah Desa

Kutarayat dan seluruh warga desa yang telah memberikan kerjasama yang luar biasa dan dukungan aktif sepanjang proses kegiatan ini. Apresiasi yang tinggi kami berikan kepada tim dosen dan mahasiswa Universitas Negeri Medan (UNIMED) yang telah bekerja dengan penuh dedikasi dalam setiap aspek kegiatan, mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan dan evaluasi. Kontribusi dan kerja keras mereka telah menjadi faktor kunci dalam keberhasilan kegiatan ini. Penulis berharap bahwa kerjasama ini dapat berlanjut di masa depan dan memberikan dampak positif yang berkelanjutan bagi masyarakat Desa Kutarayat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dedy, & Evizal. (2021). Pembuatan dan upaya peningkatan kualitas pupuk organik cair. *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 68–80.
- Giri, D., & Pokhrel, S. (2022). Organic farming for sustainable agriculture: A review. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 10(130), 23–32.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2006). Peraturan Menteri Pertanian Nomor 02/Pert/Hk.060/2/2006 tentang Pupuk Organik dan Pembenah Tanah. Diakses dari [http://perundangan.pertanian.go.id/admin/p\\_mentan/Permentan-02-06.pdf](http://perundangan.pertanian.go.id/admin/p_mentan/Permentan-02-06.pdf)
- Kutarayat Website. (2024, Januari 10). Jalan usaha tani, penataan lingkungan, sanitasi jadi prioritas pembangunan desa Kutarayat 2024. Diakses dari <https://kutarayat.web.id/index.php/first>.
- Kutarayat Website. (2024, Januari 10). Kutarayat. Diakses dari <https://kutarayat.web.id/index.php/first>
- Mertani. (2024, Januari 11). Pupuk berbasis limbah: Potensi dan manfaatnya. Diakses dari <https://www.mertani.co.id/post/pupuk-berbasis-limbah-potensi-dan-manfaatnya>
- Pulungan, A. H., Sutiani, A., Sihombing, J. L., Nasution, H. I., & Munzirwan, R. (2022). PKM pengolahan limbah peternakan dan pertanian menjadi pupuk organik di Desa Wonosari. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Tabikpun*, 3(2). <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v3i2.81>
- Tim Penyusun DRPM KEMENRISTEKDIKTI. (2018). Panduan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat edisi XII revisi 2019 (p. 67).
- Tim Penyusun DRTPM Dikti. (2023). Panduan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.
- Wihardjaka, A., & Harsanti, E. S. (2021). Dukungan pupuk organik untuk memperbaiki kualitas tanah pada pengelolaan padi sawah ramah lingkungan. *Pangan*, 30(1), 53–64.
- Wikipedia. (2024, Januari 10). Naman Teran, Karo. Diakses dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Naman\\_Teran,\\_Karo](https://id.wikipedia.org/wiki/Naman_Teran,_Karo)