



Penerapan Teknologi Mesin Pengolah Pupuk Organik Granular untuk Meningkatkan Nilai Tambah Produk Kelompok Tani Sumber Rejeki Purwosari

Timotius Anggit Kristiawan^{1*}, Rafiq Afrizal Bastian¹, Trio Setiyawan², Iman Mujiarto¹, Nanang Budi Sriyanto², Nur Hidayati², Hery Tristijanto¹, Arif Pambekti², Avicenna An-Nizhami², Elfrida Rizky Riadini¹

¹⁾ Sarjaan Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, 50271, Indonesia

²⁾ D3 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, 50271, Indonesia

**Email: anggit.kristiawan@polines.ac.id*

Dikirim: 1 Juni 2026; Diterima: 28 Juni 2026; Diterbitkan: 30 Juni 2026

Abstrak

The utilization of livestock manure as organic fertilizer has considerable potential to support sustainable agriculture. However, the partner community, Sumber Rejeki Farmer Group in Purwosari Village, Semarang City, still marketed organic fertilizer in bulk form due to the absence of granulation technology, resulting in limited product quality and added value. This community service program aimed to implement a granular organic fertilizer processing machine developed through previous research and to facilitate technology transfer to improve the partner's production capacity. The program was conducted from May to August 2025 using the Participatory Rural Appraisal (PRA) approach, involving problem identification, community education, technology implementation, and program evaluation. The implementation included introducing the granulation machine, operational assistance, and guidance on machine operation. The results demonstrated that the partner successfully adopted the introduced technology, was able to operate the machine independently, and produced granular organic fertilizer with more uniform particle size, offering advantages in packaging, storage, distribution, and field application compared with bulk organic fertilizer. The technology transfer also enhanced the partner's technical capacity and supported the sustainable utilization of research outputs. This program demonstrates that integrating research outcomes into community service through appropriate technology effectively promotes innovation adoption while increasing the added value of local agricultural products.

Keyword: *Appropriate technology; Community service; Granular organic fertilizer; Participatory Rural Appraisal; Technology transfer.*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk kimia secara intensif dalam jangka panjang telah menjadi salah satu penyebab menurunnya kualitas lahan pertanian [1], [2]. Aplikasi pupuk anorganik yang tidak seimbang dapat mengganggu keseimbangan unsur hara, menurunkan kandungan bahan organik tanah, serta menyebabkan degradasi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Kondisi tersebut tidak hanya berdampak pada penurunan produktivitas lahan, tetapi juga meningkatkan ketergantungan petani terhadap penggunaan pupuk kimia. Oleh karena itu, penerapan sistem budidaya yang lebih berkelanjutan melalui pemanfaatan pupuk organik menjadi salah satu alternatif yang terus dikembangkan untuk



mendukung pengelolaan limbah organik yang ramah lingkungan sekaligus meningkatkan nilai tambah hasil pertanian [3].

Salah satu bentuk pupuk organik yang memiliki prospek pengembangan cukup baik adalah pupuk organik granular. Dibandingkan pupuk organik curah, pupuk granular memiliki beberapa keunggulan, antara lain ukuran butiran yang seragam, lebih mudah diaplikasikan, tidak mudah menimbulkan debu, lebih praktis dalam penyimpanan dan distribusi, serta memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Bentuk granular juga meningkatkan daya tarik produk sehingga lebih mudah dipasarkan kepada konsumen. Oleh karena itu, proses granulasi menjadi tahapan penting dalam meningkatkan nilai tambah limbah organik, khususnya limbah peternakan yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal [4], [5].

Kelompok Tani Sumber Rejeki yang berlokasi di Kelurahan Purwosari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang merupakan kelompok masyarakat yang memiliki potensi besar dalam pengolahan limbah peternakan sapi menjadi pupuk organik. Ketersediaan bahan baku berupa kotoran sapi cukup melimpah, namun sebagian besar masih dimanfaatkan sebagai pupuk curah dengan nilai jual yang relatif rendah. Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan mitra, permasalahan utama yang dihadapi adalah belum tersedianya teknologi yang mampu mengolah pupuk organik menjadi bentuk granular sehingga produk yang dihasilkan belum memiliki nilai tambah yang optimal. Selain itu, mitra juga belum memiliki pengetahuan dan keterampilan mengenai pengoperasian maupun perawatan mesin pengolah pupuk organik granular. Kondisi tersebut menyebabkan potensi ekonomi dari limbah peternakan belum dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Sebagai upaya menjawab permasalahan tersebut, tim pengabdian sebelumnya telah berhasil mengembangkan mesin pengolah pupuk organik granular menggunakan sistem rotary dan penyemprotan otomatis melalui kegiatan penelitian. Mesin tersebut memiliki kapasitas produksi sebesar 10 kg/jam dan telah melalui tahapan pengujian performa sehingga diperoleh parameter operasi optimum berupa sudut kemiringan 45° , celah scrub 9 mm, serta waktu penyemprotan perekat selama 6 menit yang menghasilkan ukuran granul rata-rata 9 mm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi yang dikembangkan telah memenuhi aspek fungsional sehingga layak untuk diimplementasikan kepada masyarakat sebagai teknologi tepat guna [6].

Meskipun teknologi telah tersedia, keberhasilan pemanfaatannya tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan mesin, tetapi juga oleh kemampuan masyarakat dalam mengoperasikan, merawat, dan mengoptimalkan teknologi tersebut dalam kegiatan produksi sehari-hari. Berbagai kegiatan pengabdian yang berkaitan dengan pengolahan pupuk organik umumnya masih berfokus pada penyuluhan atau pelatihan pembuatan pupuk, sedangkan implementasi hasil penelitian berupa introduksi teknologi yang telah tervalidasi masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan suatu

kegiatan pengabdian yang tidak hanya melakukan penyerahan alat, tetapi juga melaksanakan alih teknologi melalui pelatihan operasional, pendampingan produksi, serta penyusunan prosedur perawatan mesin sehingga teknologi dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan oleh mitra [7], [8].

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mengimplementasikan hasil penelitian berupa mesin pengolah pupuk organik granular kepada Kelompok Tani Sumber Rejeki Purwosari melalui introduksi teknologi tepat guna, pelatihan pengoperasian mesin, pendampingan proses produksi, dan pelatihan perawatan alat. Luaran yang diharapkan dari kegiatan ini adalah meningkatnya pengetahuan dan keterampilan mitra dalam mengolah pupuk organik granular, tersedianya teknologi yang siap digunakan secara mandiri, serta meningkatnya nilai tambah produk pupuk organik yang dihasilkan sehingga berpotensi meningkatkan pendapatan kelompok tani secara berkelanjutan.

2. PELAKSAAN DAN METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada bulan Mei–Agustus 2025 di Kelompok Tani Sumber Rejeki, Kelurahan Purwosari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Mitra kegiatan merupakan kelompok tani yang memanfaatkan limbah kotoran sapi sebagai pupuk organik, namun belum memiliki teknologi untuk mengolah pupuk organik curah menjadi pupuk organik granular yang memiliki nilai tambah lebih tinggi. Metode pengabdian menggunakan pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA) yang melibatkan mitra secara aktif sejak tahap identifikasi permasalahan, perencanaan program, pelaksanaan kegiatan, hingga evaluasi sehingga teknologi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan mitra [9], [10]. Keberhasilan implementasi teknologi dievaluasi melalui observasi terhadap kemampuan mitra dalam memahami prinsip kerja mesin, mengoperasikan teknologi yang diterapkan, serta menghasilkan pupuk organik granular. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Permasalahan Mitra

Tahap awal kegiatan pengabdian diawali dengan observasi lapangan dan diskusi bersama Kelompok Tani Sumber Rejeki di Kelurahan Purwosari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting mitra, potensi yang dimiliki, serta permasalahan yang dihadapi dalam pengolahan pupuk organik. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa kelompok tani memiliki ketersediaan limbah kotoran sapi yang melimpah dan telah dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk kebutuhan pertanian. Namun, pupuk yang dihasilkan masih dipasarkan dalam bentuk curah sehingga memiliki nilai tambah yang relatif rendah. Selain itu, mitra belum memiliki teknologi yang mampu mengolah pupuk organik menjadi bentuk granular yang lebih mudah dikemas, disimpan, dan dipasarkan. Kondisi tersebut menyebabkan potensi ekonomi dari limbah peternakan belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Dokumentasi kegiatan identifikasi kebutuhan mitra ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diskusi bersama mitra dalam kegiatan identifikasi permasalahan dan kebutuhan teknologi pengolah pupuk organik granular.

Hasil diskusi bersama mitra menunjukkan bahwa kebutuhan utama kelompok tani tidak hanya terbatas pada penyediaan mesin pengolah pupuk organik granular, tetapi juga pada transfer pengetahuan mengenai proses granulasi, pengoperasian, dan perawatan teknologi yang akan diterapkan. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, disepakati bahwa solusi yang paling sesuai adalah penerapan teknologi tepat guna berupa mesin pengolah pupuk organik granular yang merupakan hasil penelitian tim pengabdian. Melalui penerapan teknologi tersebut diharapkan kelompok tani mampu mengolah pupuk organik curah menjadi pupuk organik granular yang memiliki kualitas produk lebih

baik, nilai tambah lebih tinggi, serta berpotensi meningkatkan pendapatan kelompok secara berkelanjutan.

3.2 Implementasi Teknologi Tepat Guna

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan mitra, tim pengabdian menerapkan teknologi tepat guna berupa mesin pengolah pupuk organik granular yang merupakan hasil penelitian sebelumnya. Penerapan teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah pupuk organik curah yang dihasilkan kelompok tani melalui proses granulasi sehingga diperoleh produk dengan kualitas yang lebih baik dan memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Teknologi yang diintroduksi memiliki kapasitas produksi 10 kg/jam dan telah melalui tahap pengujian performa sebelum diterapkan kepada masyarakat, sehingga siap dimanfaatkan sebagai sarana produksi pada kelompok tani [6].

Implementasi teknologi dilakukan melalui pendampingan proses pengolahan pupuk organik mulai dari persiapan bahan baku, pengenalan prinsip kerja mesin, hingga proses granulasi. Bahan baku berupa pupuk organik kering yang telah dihaluskan dicampurkan dengan cairan perekat, kemudian diproses menggunakan mesin hingga terbentuk butiran pupuk organik granular. Hasil penerapan teknologi menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan pupuk organik berbentuk granular dengan ukuran butiran yang relatif seragam sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Selama kegiatan berlangsung, tim pengabdian juga memberikan pendampingan mengenai parameter operasi serta prosedur pengoperasian dan perawatan mesin agar teknologi dapat dimanfaatkan secara optimal oleh mitra.



Gambar 3. Produk pupuk organik granular yang dihasilkan melalui implementasi mesin pengolah pupuk organik granular.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa pupuk organik berbentuk granular memiliki bentuk butiran yang lebih seragam dibandingkan pupuk organik curah sehingga lebih mudah dikemas, disimpan, dan diaplikasikan di lahan pertanian. Selain meningkatkan kualitas tampilan produk, proses granulasi juga memberikan nilai tambah karena menghasilkan produk yang lebih praktis dalam proses

distribusi dan penggunaan [11]. Keberhasilan menghasilkan pupuk organik granular menunjukkan bahwa teknologi yang diintroduksi dapat diterapkan dengan baik pada Kelompok Tani Sumber Rejeki serta berpotensi meningkatkan daya saing produk yang dihasilkan. Hasil tersebut sekaligus menunjukkan bahwa inovasi yang sebelumnya berada pada tahap penelitian telah berhasil dihilirisasikan menjadi teknologi tepat guna yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat [6].

3.3 Evaluasi Keberhasilan Implementasi

Evaluasi dilakukan untuk menilai ketercapaian tujuan pengabdian setelah penerapan teknologi tepat guna pada Kelompok Tani Sumber Rejeki. Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan berlangsung, implementasi teknologi mampu meningkatkan kapasitas mitra dalam pengolahan pupuk organik. Mitra tidak hanya memperoleh akses terhadap mesin pengolah pupuk organik granular, tetapi juga memahami prinsip kerja mesin, prosedur pengoperasian, serta mampu menghasilkan pupuk organik granular sebagai produk yang memiliki nilai tambah lebih tinggi dibandingkan pupuk organik curah.

Perubahan kondisi mitra sebelum dan sesudah implementasi teknologi disajikan pada Tabel 1. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa program berhasil meningkatkan aspek teknologi, pengetahuan, dan keterampilan mitra. Ketersediaan mesin pengolah pupuk organik granular memungkinkan proses produksi dilakukan secara lebih efektif, sedangkan transfer teknologi yang diberikan selama kegiatan mendukung kemampuan mitra dalam mengoperasikan teknologi secara mandiri [12].

Tabel 1. Hasil observasi terhadap kondisi mitra sebelum dan sesudah implementasi teknologi

Aspek	Sebelum Program	Sesudah Program
Teknologi produksi	Belum tersedia mesin pengolah pupuk organik granular	Tersedia mesin pengolah pupuk organik granular
Bentuk produk	Pupuk organik curah	Pupuk organik granular
Pengetahuan	Terbatas pada pengolahan pupuk curah	Memahami prinsip granulasi dan pengoperasian mesin
Keterampilan	Belum mampu mengoperasikan mesin	Mampu mengoperasikan mesin secara mandiri
Nilai tambah produk	Relatif rendah	Berpotensi meningkat melalui produk granular

Keberhasilan implementasi teknologi menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian tidak hanya menghasilkan luaran berupa penyediaan teknologi tepat guna, tetapi juga meningkatkan kapasitas mitra dalam mengadopsi inovasi hasil penelitian. Peningkatan kapasitas tersebut menjadi faktor penting dalam mendukung keberlanjutan adopsi teknologi serta pengembangan produksi pupuk organik granular yang berorientasi pada peningkatan nilai tambah dan kemandirian kelompok tani.

3.4 Keberlanjutan Program

Keberlanjutan program menjadi aspek penting untuk memastikan bahwa teknologi yang telah diterapkan dapat dimanfaatkan secara optimal setelah kegiatan pengabdian selesai. Sebagai tahap akhir program, mesin pengolah pupuk organik granular diserahkan kepada Kelompok Tani Sumber Rejeki sebagai aset produksi yang dapat digunakan secara mandiri dalam pengolahan pupuk organik. Penyerahan mesin ini merupakan bentuk hilirisasi hasil penelitian melalui transfer teknologi kepada masyarakat sehingga inovasi yang telah dikembangkan tidak berhenti pada tahap penelitian, tetapi berlanjut pada pemanfaatan nyata di tingkat pengguna. Dokumentasi kegiatan serah terima mesin kepada mitra ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Serah terima mesin pengolah pupuk organik granular kepada Kelompok Tani Sumber Rejeki.

Penerapan teknologi tepat guna memberikan peluang bagi kelompok tani untuk menghasilkan pupuk organik granular dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan produk sebelumnya. Produk berbentuk granular memiliki keunggulan dalam proses pengemasan, penyimpanan, distribusi, dan aplikasi di lahan pertanian sehingga berpotensi meningkatkan nilai tambah produk. Selain itu, transfer teknologi yang telah dilakukan selama kegiatan pengabdian memperkuat kapasitas mitra dalam

mengoperasikan teknologi secara mandiri sehingga mendukung keberlanjutan pemanfaatan mesin dalam kegiatan produksi [13].

Program pengabdian ini menunjukkan bahwa hilirisasi hasil penelitian melalui penerapan teknologi tepat guna mampu menjembatani pemanfaatan inovasi dari lingkungan akademik ke masyarakat. Integrasi antara penelitian dan pengabdian tidak hanya menghasilkan penyediaan sarana produksi, tetapi juga memperkuat kemampuan mitra dalam mengembangkan produk pupuk organik yang bernilai tambah serta mendorong keberlanjutan usaha kelompok tani.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berhasil mengimplementasikan hasil penelitian berupa mesin pengolah pupuk organik granular kepada Kelompok Tani Sumber Rejeki melalui pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA). Penerapan teknologi tepat guna yang disertai dengan proses transfer teknologi dan pendampingan mampu meningkatkan kapasitas mitra dalam memahami prinsip kerja mesin, mengoperasikan teknologi, serta menghasilkan pupuk organik granular yang memiliki nilai tambah lebih tinggi dibandingkan pupuk organik curah. Program ini menunjukkan bahwa hilirisasi hasil penelitian melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan pemanfaatan inovasi teknologi sekaligus mendukung pengembangan usaha berbasis potensi lokal.

4.2 Rekomendasi

Keberlanjutan program perlu didukung melalui pendampingan secara berkala untuk memastikan pemanfaatan mesin tetap optimal serta meningkatkan kemampuan mitra dalam pengelolaan produksi dan pemasaran pupuk organik granular. Selain itu, pengembangan kegiatan selanjutnya dapat diarahkan pada peningkatan kapasitas produksi, perbaikan pengemasan dan pelabelan produk, serta pendampingan perizinan usaha dan sertifikasi produk sehingga nilai tambah yang dihasilkan dari penerapan teknologi dapat memberikan manfaat ekonomi yang lebih luas bagi kelompok tani.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Semarang atas dukungan pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat Pratama melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Politeknik Negeri Semarang Tahun Anggaran 2025 Nomor 163/PL4.7.4.2/PM/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Azzahra, G. O. Subagya, and I. Cintami, “Pelatihan Pengolahan Bahan Alami Menjadi Pupuk Organik Ramah Lingkungan untuk Kemandirian Petani,” *Journal Of Education And Community Service*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, Oct. 2025.
- [2] I. Irmayanti, T. A. Achmadi, and A. M. Khoiron, “Penerapan Inovasi Teknologi Mesin Organic Fertilizer untuk Mewujudkan Konservasi Lingkungan, Kemandirian Petani, dan Pencapaian SDGs Kelompok Tani di Kota Semarang,” *Bakti Sekawan : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 108–117, Jun. 2025, doi: 10.35746/bakwan.v5i1.807.
- [3] S. Darnoto *et al.*, “Enhancing Community Knowledge in Managing Waste into Economically Valuable Organic Fertilizer in Manjung Village, Wonogiri,” *Journal of Community Services and Engagement: Voice of Community (VOC)*, vol. 5, no. 1, pp. 31–43, Apr. 2025, doi: doi.org/10.23917/voc.v5i1.10487.
- [4] A. M. Santoso *et al.*, “Technology Transfer-Based Capacity Building for Organic Fertilizer Production Using Non-Symbiotic Microbial Consortium,” *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, vol. 7, no. 2, pp. 410–421, May 2026, doi: 10.33394/jpu.v7i2.19766.
- [5] C. N. Maghfiroh, K. Fadhli, W. Mahendri, R. Annafi, U. F. Istaftihul, and S. M. Isna, “Peningkatan Efisiensi Pemupukan Melalui Pelatihan Pembuatan Aplikator Pupuk Granuler Sederhana Pada Lahan Kering,” *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 3, pp. 2774–7921, Dec. 2021.
- [6] K. V. Putranto *et al.*, “Rancang Bangun Mesin Pengolah Pupuk Organik Granular Menggunakan Sistem Rotary Dan Penyemprotan Otomatis Dengan Kapasitas 10 kg/Jam,” *Journal of Mechanical Engineering and Applied Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 19–24, Mar. 2025, doi: https://doi.org/10.32497/jmeat.v3i1.6488.
- [7] N. Apriandi *et al.*, “Desiminasi Teknologi Tepat Guna Pada Kelompok Tani Sumber Rejeki Purwosari Guna Menambah Nilai Manfaat Buah Sukun,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, vol. 1, no. 10, pp. 2659–2666, 2023, doi: https://doi.org/10.59837/jpmbs.v1i10.575.
- [8] T. A. Kristiawan *et al.*, “Penerapan Teknologi Pengaduk Slurry Pada Bak Pengaduk Masuk Digester Tipe Kontinyu Di Kelompok Tani Sumber Rejeki Sebagai Penunjang Produksi Biogas,” *Jurnal Hilirisasi Technology Pengabdian Masyarakat SITECHMAS*, vol. 6, no. 1, pp. 81–87, Apr. 2025, doi: https://doi.org/10.32497/sitechmas.v6i1.6025.
- [9] M. Alkadafi, F. Rachmad, and M. April, “Digitalisasi Administrasi Pemerintahan Desa: Upaya Meningkatkan Pelayanan Publik di Desa Sungai Pinang,” *Jurnal SOLMA*, vol. 14, no. 3, pp. 3279–3291, Dec. 2025, doi: 10.22236/solma.v14i3.19881.

- [10] K. Hamdy *et al.*, “Implementasi Teknik Participatory Rural Appraisal (PRA) Dalam Analisis Sumber Daya Manusia Di Desa Sakambang, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat BUDIMAS*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, Apr. 2024.
- [11] M. Hatta, H. Aziz, D. Permana, E. S. Rohaeni, and S. N. Ahmad, “Bioindustry Development of Environment Friendly Organic Granular Fertilizer at Farming Groups in West Kalimantan Indonesia,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics, 2024. doi: 10.1088/1755-1315/1297/1/012074.
- [12] W. Amilia, A. S. Rusdianto, and M. Choiron, “Empowerment of the Tirtobakti II Farmer Group to improve production capacity of frass organic fertilizer,” *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, vol. 9, no. 2, pp. 338–349, May 2024, doi: doi.org/10.26905/abdimas.v9i2.12423.
- [13] Yuriansyah *et al.*, “Transfer Teknologi Dekomposer Untuk Meningkatkan Produktivitas Dan Efisiensi Pengolahan Limbah Pertanian Di Kelompok Tani Tunas Jaya Desa Kalirejo,” *Jurnal Pepadu*, vol. 6, no. 4, pp. 691–698, Dec. 2025, doi: 10.29303/pepadu.v6i4.8546.