

TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN MEMANFAATKAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH DI DESA KOTA DARO II

Weri Herlin^{1*}, Napoleon², Oktaviani³, Andi Wijaya⁴, Siti Nurul A. F.^{1,2}, Sofia Sandi⁵, Lya Nailatul F.¹, Nabilah Amiros¹, Naura Tsabitha U.¹, Grace Enita Y. S.¹

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

²Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

³Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Sriwijaya

⁴Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

⁵Program Studi Teknologi dan Industri Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

* Penulis Korespondensi : weri.herlin@unsri.ac.id

Abstrak

Penerapan teknologi ramah lingkungan dilakukan di Desa Kota Daro II sebagai solusi praktis untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis dalam pengolahan lahan pertanian. Teknologi ramah lingkungan tersebut diterapkan melalui pengolahan limbah sayuran menjadi pupuk cair organik guna mendukung pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Limbah sayuran dikumpulkan dari rumah tangga dan pasar lokal, kemudian difermentasi menggunakan aktivator biologis untuk menghasilkan pupuk organik cair yang kaya nutrisi. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan para petani di Desa Kota Daro II dalam memproduksi dan menerapkan pupuk organik cair berbahan dasar limbah sayuran, sehingga mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi sosialisasi, pelatihan praktik langsung dalam produksi pupuk organik cair, pendampingan, dan evaluasi, yang dilaksanakan dengan partisipasi aktif dari 30 petani di desa tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan dengan pupuk organik cair berbahan dasar limbah sayuran meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani dalam pengelolaan limbah organik yang berkelanjutan. Disimpulkan bahwa penerapan teknologi ramah lingkungan dalam pengelolaan limbah sayuran merupakan pendekatan yang efektif dan berkelanjutan untuk mendukung pertanian yang ramah lingkungan serta memperkuat keterampilan bertani mandiri di kalangan warga Desa Kota Daro II.

Kata kunci: *Bahan Organik Cair, Limbah, Pupuk, dan Teknologi Ramah Lingkungan.*

Abstract

The application of green technology was implemented in Kota Daro II Village as a practical solution to reduce dependence on synthetic fertilizers in agricultural land cultivation. Green technology was applied through the processing of vegetable waste into liquid organic fertilizer to support environmentally friendly and sustainable agriculture. Vegetable waste was collected from households and local markets, and then fermented using biological activators to produce a nutrient-rich, organic liquid fertilizer. The objective of this community service activity was to enhance the knowledge and skills of farmers in Kota Daro II Village in producing and applying vegetable waste-based liquid organic fertilizer, thereby supporting sustainable agricultural practices. The methods of this activity included socialization, hands-on training in liquid organic fertilizer production, mentoring, and evaluation, which were conducted with the active participation of 30 farmers from the village. The results demonstrated that the application of vegetable waste-based liquid organic fertilizer increased soil fertility, improved plant growth, and enhanced farmers' understanding and skills in sustainable organic waste management. It was concluded that the application of green technology in vegetable waste management represents an effective and sustainable approach to supporting environmentally friendly agriculture and strengthening independent farming skills among the residents of Kota Daro II Village.

Keywords: *Waste, Liquid Organic, Fertilizer, and Green Technology.*

1. PENDAHULUAN

Desa Kota Daro II di Kecamatan Rantau Panjang, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan memiliki potensi pertanian di bidang komoditas hortikultura, karet, dan padi. Untuk meningkatkan produksi, para petani masih mengandalkan pupuk sintetis; namun, penggunaan jangka panjang pupuk tersebut terbukti menurunkan kualitas tanah melalui degradasi bahan organik dan penurunan aktivitas mikrobiologis. Kondisi tanah akibat penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dapat mengubah sifat fisikokimia dan mikrobiota tanah, mengurangi aktivitas mikroba pengurai, mengganggu struktur agregat, dan, dalam beberapa kasus, mengancam produktivitas jangka panjang serta keseimbangan ekosistem tanah (Howe *et al.*, 2024). Kondisi ini menuntut adanya alternatif pemupukan yang lebih berkelanjutan. Di desa ini, limbah sayuran tersedia melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini berpotensi diolah menjadi pupuk organik cair (POC) yang dapat menyediakan nutrisi, meningkatkan kesuburan tanah, dan mengurangi dampak lingkungan dibandingkan dengan pupuk sintetis.

Limbah sayuran yang diolah menjadi POC melalui proses fermentasi menggunakan bioaktivator EM4 dapat menghasilkan kandungan yang kaya nutrisi yang berfungsi sebagai sumber nutrisi esensial bagi tanaman (Yanti *et al.*, 2022). Penggunaan limbah organik untuk menghasilkan pupuk cair merupakan cara yang efektif untuk mendapatkan pupuk yang kaya akan mikroorganisme yang bermanfaat. Hal ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sekaligus mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis (Mahish *et al.*, 2024). Selain itu, penggunaan limbah sebagai pupuk cair dapat meningkatkan kualitas biologis tanah serta siklus nutrisi dalam agroekosistem (Bayisa *et al.*, 2025). Dengan demikian, penggunaan limbah sayuran sebagai bahan baku untuk produksi pupuk organik merupakan pilihan yang tepat untuk mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan di Desa Kota Daro II.

Kegiatan pelayanan masyarakat yang berkaitan dengan penggunaan limbah sayuran untuk menghasilkan pupuk organik cair telah banyak dilaporkan dalam berbagai jurnal tentang pelayanan masyarakat. Kegiatan ini ternyata memberikan dampak positif terhadap peningkatan kapasitas masyarakat setempat. Kegiatan pelayanan masyarakat yang dilakukan di wilayah Tangga Takat Palembang menunjukkan bahwa pendidikan dan pelatihan mengenai cara pembuatan pupuk organik cair dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam memproses limbah organik secara mandiri (Aminah *et al.*, 2023). Hasil yang serupa juga diperoleh oleh Bunari *et al.* (2022) di Desa Pangkalan Batang menyatakan bahwa bantuan dan pelatihan

praktis terkait produksi pupuk organik cair telah membantu kelompok petani dalam memanfaatkan limbah sayuran sebagai alternatif pupuk yang ramah lingkungan. Sama seperti kegiatan pelayanan masyarakat sebelumnya, kegiatan yang dilakukan di Desa Kota Daro II juga bertujuan untuk mencapai hasil yang serupa, khususnya dalam meningkatkan kemampuan kelompok petani dalam memproduksi dan menggunakan pupuk organik cair yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di Desa Kota Daro II, ditemukan bahwa sejumlah besar limbah masih belum diproses. Hal ini menunjukkan perlunya metode-metode alternatif dalam praktik pertanian yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat Desa Kota Daro II mengenai cara memanfaatkan limbah organik, terutama limbah sayuran, menjadi pupuk organik cair yang ramah lingkungan, melalui pendekatan teknologi hijau yang berbasis pada proses fermentasi mikroba lokal. Bantuan teknis dan pelatihan juga diberikan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan para petani, sehingga mereka dapat memproduksi dan menggunakan pupuk organik cair secara mandiri. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk mengurangi penggunaan pupuk sintetis oleh para petani, yang berdampak negatif terhadap kesehatan lingkungan. Kegiatan ini juga merupakan kesempatan belajar bagi para siswa untuk menerapkan pengetahuan yang telah mereka peroleh di kelas, sekaligus berinteraksi langsung dengan masyarakat di Desa Kota Daro II, Rantau Panjang, Ogan Ilir.

2. BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah sosialisasi dan pelatihan. Tahapan-tahapan program ini meliputi persiapan, pelaksanaan, evaluasi, bantuan, dan pemantauan. Sosialisasi dilakukan dengan cara menyampaikan informasi serta menjelaskan secara rinci cara pembuatan pupuk organik cair menggunakan limbah sayuran. Kegiatan ini diikuti oleh 30 petani dari kelompok petani di Desa Kota Daro II. Mereka ikut serta secara aktif sepanjang pelaksanaan program tersebut. Sosialisasi ini didukung pula dengan distribusi materi edukatif mengenai pupuk organik cair. Materi tersebut disampaikan oleh narasumber, diikuti dengan demonstrasi langsung cara pembuatan pupuk organik cair menggunakan limbah sayuran. Pelatihan dilakukan secara kolaboratif dengan masyarakat setempat, dengan memanfaatkan alat-alat dan bahan-bahan yang telah disiapkan sebelumnya, agar proses pembelajaran dan penerapan ilmu tersebut dapat berjalan dengan efektif. Pupuk cair merupakan pupuk yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan-bahan organik, termasuk limbah organik. Proses ini

menghasilkan larutan yang kaya akan nutrisi dan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman. Pupuk organik cair dapat diterapkan langsung ke tanah, sehingga nutrisi dapat diserap oleh tanaman dengan lebih mudah. Dengan demikian, sifat-sifat fisik, kimia, dan biologis tanah pun akan meningkat (Tanti *et al.*, 2019). Pupuk organik cair memiliki potensi untuk meningkatkan ketahanan ekosistem pertanian terhadap proses degradasi, sekaligus mengurangi ketergantungan pada pupuk sintesis (Fernández-Delgado *et al.*, 2022).

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik cair antara lain limbah sayuran rumah tangga, air, EM4, gula pasir, tong plastik, alat aduk, masker, dan sarung tangan. Pertama, limbah sayuran dipotong menjadi potongan-potongan kecil berukuran 2-3 cm. Potongan-potongan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam ember dan dicampur dengan 10 liter air. Selanjutnya, ditambahkan 1 kg gula pasir dan dicampur dengan EM4. EM4 merupakan campuran mikroorganisme yang berfungsi untuk mendekomposisi bahan organik, mempercepat proses fermentasi, dan meningkatkan kesuburan tanah (Maryudi *et al.*, 2024). Selain itu, larutan tersebut dibiarkan mengalami proses fermentasi selama sekitar 1-2 bulan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rosada *et al.* (2025), Kematangan pupuk organik cair dapat dilihat dari perubahan warnanya menjadi cokelat, tidak adanya bau yang tidak menyenangkan, serta minimnya produksi gas. Hal ini menandakan bahwa proses fermentasi telah selesai dan pupuk tersebut siap digunakan untuk tanaman. Akhir dari proses fermentasi ditandai dengan adanya gas, pembengkakan wadah tempat penyimpanan pupuk, tetesan air, larutan yang keruh, serta lapisan putih di permukaan larutan dan dinding wadah fermentasi. Setelah tanda-tanda ini muncul, pupuk tersebut siap digunakan setelah melalui proses penyaringan dan pengolahan lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persiapan Pengabdian

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi mengenai permasalahan dan kebutuhan masyarakat dengan survei awal ke Desa Kota Daro II untuk melakukan observasi dan komunikasi dengan pihak terkait. Tahap selanjutnya dilakukan penyusunan rencana kegiatan, termasuk tujuan, jadwal, dan pembagian tugas tim. Selain itu, dilakukan koordinasi dan perizinan dengan pemerintah setempat, serta menyiapkan bahan, peralatan, dan anggaran yang dibutuhkan.

2. Sosialisasi Tahap Pertama

Pelaksanaan sosialisasi tahap pertama dilaksanakan di Desa Kota Daro II, Rantau Panjang,

Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Pada tahap ini, kegiatan sosialisasi dan pelatihan dilakukan dengan mengundang anggota pemimpin masyarakat dan kelompok petani Desa Kota Daro II. Pada sosialisasi tahap pertama disampaikan terkait rencana dan susunan kegiatan pengabdian yang akan dilakukan.



Gambar 1. Pelaksanaan Survei ke Desa Kota Daro II.



Gambar 2. Sosialisasi Tahap Pertama

3. Sosialisasi Tahap Kedua

Pelaksanaan sosialisasi tahap kedua di Desa Kota Daro II, Rantau Panjang, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Pada tahap ini dilakukan kegiatan pemaparan materi mengenai pemanfaatan teknologi hijau berbasis limbah organik yaitu limbah sayur-sayuran yang dapat digunakan sebagai pembuatan pupuk organik cair. Para anggota pemimpin dan kelompok tani Desa Kota Daro II memberikan pertanyaan dan melakukan sesi diskusi bersama dengan pemateri. Dalam sesi pemaparan materi, dijelaskan faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan adopsi teknologi pembuatan pupuk organik cair oleh petani, antara lain:

- a. Kemudahan produksi, yaitu proses pembuatan pupuk organik cair yang sederhana dan tidak memerlukan keahlian teknis khusus, sehingga dapat dipraktikkan langsung oleh petani dengan menggunakan peralatan sederhana yang tersedia di lingkungan sekitar.
- b. Biaya rendah, yaitu teknologi ini tidak membutuhkan biaya produksi yang besar karena memanfaatkan

limbah sayur-sayuran yang selama ini tidak digunakan, sehingga dapat menekan pengeluaran petani dalam pemenuhan kebutuhan pupuk.

- c. Ketersediaan bahan baku, yaitu limbah sayur-sayuran sebagai bahan utama pembuatan pupuk organik cair mudah diperoleh di lingkungan sekitar, baik dari sisa hasil panen maupun pasar tradisional, sehingga ketersediaan bahan baku tidak menjadi hambatan dalam keberlanjutan produksi.

Ketiga faktor tersebut menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan teknologi yang disosialisasikan kepada kelompok tani Desa Kota Daro II, dengan harapan teknologi ini dapat diadopsi secara berkelanjutan oleh masyarakat.

Dalam pemaparan materi, dijelaskan pula mengapa pupuk organik cair yang berasal dari limbah sayur-sayuran memiliki potensi besar dalam meningkatkan kesuburan tanah. Limbah sayuran mengandung bahan organik yang kaya akan unsur hara makro, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang merupakan unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen berperan penting dalam pembentukan protein, klorofil, dan asam nukleat sehingga mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman seperti pembentukan daun dan batang (Farhan *et al.*, 2024). Fosfor berperan dalam proses pembelahan sel, perkembangan akar, serta mempercepat pembungaan dan pematangan (Mallhotra *et al.*, 2018). Sedangkan, kalium berfungsi dalam mengatur tekanan osmotik sel, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit, serta mengoptimalkan proses fotosintesis dan translokasi hasil asimilat (Rawat *et al.*, 2022).



Gambar 3. Sosialisasi Tahap Kedua

Selain kandungan N, P, dan K, pupuk organik cair dari limbah sayur juga mengandung unsur hara mikro seperti kalsium, magnesium, dan besi, serta senyawa organik aktif yang dapat memperbaiki struktur tanah secara fisik maupun biologi. Secara fisik, bahan organik dari limbah sayur meningkatkan porositas dan kemampuan tanah dalam mengikat air, sehingga akar tanaman dapat berkembang lebih optimal. Secara biologi, pupuk organik cair menyediakan substrat bagi aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam siklus hara,

sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman semakin meningkat. Dengan demikian, penggunaan pupuk organik cair berbasis limbah sayur secara konsisten dapat memperbaiki kesuburan tanah secara berkelanjutan sekaligus mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia sintetis.

Setelah dilakukan pemaparan, dilanjutkan dengan pelatihan pembuatan pupuk organik cair bersama masyarakat Desa Kota Daro II. Pada pelatihan ini diharapkan masyarakat Desa Kota Daro II terutama kelompok tani sudah memiliki keterampilan dalam pengelolaan limbah menjadi pupuk organik cair. Antusiasme peserta selama sosialisasi cukup tinggi, namun ditemukan beberapa kendala awal dalam implementasi, terutama terkait pemahaman petani mengenai takaran bahan baku dan pentingnya kebersihan wadah fermentasi. Sebagian petani yang tergolong usia lanjut juga mengalami kesulitan dalam memahami prosedur teknis secara tertulis, sehingga pendekatan demonstrasi langsung menjadi strategi utama yang dipilih oleh tim pelaksana. Hal ini sejalan dengan temuan Endrawati *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa adopsi teknologi pertanian oleh petani di perdesaan lebih efektif dilakukan melalui metode pembelajaran berbasis praktik (*learning by doing*) dibandingkan penyampaian materi secara teoritis.



Gambar 4. Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair

4. Evaluasi

Keterampilan yang telah dimiliki oleh masyarakat dan kelompok tani di Desa Kota Daro II di praktikan langsung pada tempat penanaman yang telah disiapkan. Para kelompok tani di Desa Kota Daro II, Rantau Panjang, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan diarahkan untuk melakukan praktek pembuatan pupuk organik cair secara mandiri. Semua kegiatan yang dilakukan pendampingan, monitoring, dan evaluasi secara berkala.

Kendala yang dijumpai pada tahap evaluasi meliputi inkonsistensi proses fermentasi yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan variasi komposisi bahan baku limbah sayuran yang digunakan. Beberapa kelompok tani melaporkan bahwa aroma produk fermentasi yang menyengat sempat menurunkan motivasi

mereka dalam melanjutkan proses produksi secara mandiri. Selain itu, partisipasi petani yang tidak merata di mana sebagian anggota kelompok tani hanya hadir pada sesi awal dan tidak konsisten mengikuti sesi lanjutan menjadi tantangan tersendiri dalam memastikan transfer pengetahuan berjalan optimal. Untuk mengatasi kendala ini, tim pelaksana melakukan pendampingan tambahan secara berkala dan menyederhanakan prosedur menjadi lembar panduan bergambar yang lebih mudah dipahami.

Hasil kegiatan pengabdian ini secara umum sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu. Rindiani *et al.*, (2025), melaporkan bahwa pupuk organik cair berbasis limbah sayuran mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan dan memperbaiki struktur tanah apabila diaplikasikan secara konsisten. Sementara itu, kajian Hidayati *et al.*, (2025) mengenai adopsi teknologi hijau di tingkat petani menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi sangat bergantung pada dukungan kelembagaan lokal dan kontinuitas pendampingan dari pihak pengabdian. Temuan ini mengonfirmasi pentingnya pendekatan yang dilakukan dalam kegiatan ini, yakni mengintegrasikan sosialisasi, pelatihan langsung, dan evaluasi berkelanjutan sebagai satu rangkaian program yang tidak terpisahkan. Selain itu, Zendrato *et al.* (2024) menegaskan bahwa pupuk organik cair dari bahan alami tidak hanya berperan dalam menyediakan unsur hara, tetapi juga berkontribusi terhadap keberlanjutan ekosistem pertanian melalui pengurangan ketergantungan pada pupuk kimia sintetis.



Gambar 5. Tempat Aplikasi Pupuk Organik Cair

Evaluasi dilakukan untuk mengamati respons tanaman terhadap pemberian pupuk organik cair dari limbah sayur yang telah dibuat oleh kelompok tani. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman yang diberi perlakuan pupuk organik cair memperlihatkan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dibandingkan tanaman kontrol, yang tercermin dari warna daun yang lebih hijau segar sebagai indikasi kecukupan nitrogen, serta perkembangan akar yang lebih lebat sebagai tanda ketersediaan fosfor yang memadai. Hal ini

mengkonfirmasi bahwa kandungan unsur hara N, P, dan K dalam pupuk organik cair berbasis limbah sayur secara nyata berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman. Selain itu, tanah pada lahan yang diberi pupuk organik cair terlihat lebih gembur dan lembap, mengindikasikan perbaikan struktur dan kapasitas simpan air tanah akibat penambahan bahan organik.

5. KESIMPULAN

Kegiatan pelayanan masyarakat yang dilaksanakan di Desa Kota Daro II, Rantau Panjang, Ogan Ilir, Sumatra Selatan, berjalan sesuai rencana yang telah ditetapkan. Kegiatan-kegiatan tersebut mencakup pelatihan terkait persiapan, pelaksanaan, evaluasi, bantuan, dan pemantauan. Kegiatan ini diikuti oleh anggota komunitas dan kelompok petani di Desa Kota Daro II, yang turut berpartisipasi dengan baik. Para peserta memahami materi yang disampaikan oleh para narasumber, dan mampu menerapkannya sesuai dengan pelatihan yang diberikan. Hasil dari kegiatan pelayanan masyarakat ini bagi anggota kelompok petani di Desa Kota Daro II adalah sebagai berikut: 1) Terjadinya peningkatan pengetahuan dan keterampilan para petani dalam pembuatan pupuk organik dari limbah sayuran, sehingga mereka dapat memproduksi pupuk yang ramah lingkungan; 2) Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya limbah rumah tangga atau pasar, khususnya limbah sayuran, sebagai bahan untuk pembuatan pupuk organik. 3) Masyarakat setempat menjadi mahir dalam memproduksi pupuk organik cair menggunakan limbah organik dari sayuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, R. I. S., Rosmiah, R., Palmasari, B., Amir, N., & Paridawati, I. (2023). Penyuluhan Pemanfaatan Limbah Sayuran Menjadi Pupuk Organik Cair Di Kelurahan Tangga Takat, Kecamatan Seberang Ulu Ii, Kota Palembang. *Suluh Abdi*, 5(2), 87. <https://doi.org/10.32502/sa.v5i2.7092>
- Bayisa, Y. M., Bullo, T. A., Demissie, T. A., Sime, C. H., Fante, K. A., Gebryu, A. T., Dagne, D. T., & Jiru, E. B. (2025). Sustainable production of liquid organic fertilizer from solid waste composting via microwave-assisted for smart irrigation. *Discover Agriculture*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00403-4>
- Bunari, Sari, R. P., Putri, D. A., Oktafiani, D., Puspita, D., Triananda, W., Putri, P. D., Istiqomah, Wildana, A., Reihan, M., & Aziz, M. (2022). Pemanfaatan Limbah Sayuran dan Buah-buahan Sebagai Bahan Pupuk Organik Cair di Desa Pangkalan Batang Melalui Program KUKERTA Universitas Riau. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA: Jurnal Hasil Pengabdian & Pemberdayaan Kepada Masyarakat*, 3(3), 428–235.
- Endrawati, T., Winurdana, A. S., & Saputra, G. S. (2025).

- Optimalisasi Limbah Pertanian Sebagai Pakan Fermentasi Untuk Meningkatkan Keberlanjutan Peternakan Rakyat Di Kelompok Tani Lestari. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 4(4). <https://doi.org/10.59025/be708h53>
- Farhan, M., Sathish, M., Kiran, R., Mushtaq, A., Baazeem, A., Hasnain, A., Hakim, F., Naqvi, S. A. H., Mubeen, M., Iftikhar, Y., Abbas, A., Hassan, M. Z., & Moustafa, M. (2024). Plant Nitrogen Metabolism: Balancing Resilience to Nutritional Stress and Abiotic Challenges. In *Phyton-International Journal of Experimental Botany* (Vol. 93, Issue 3). <https://doi.org/10.32604/phyton.2024.046857>
- Fernández-Delgado, M., del Amo-Mateos, E., Lucas, S., García-Cubero, M. T., & Coca, M. (2022). Liquid fertilizer production from organic waste by conventional and microwave-assisted extraction technologies: Techno-economic and environmental assessment. *Science of the Total Environment*, 806. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150904>
- Hidayati, F. F., Syahni, R., Suliansyah, I., & Tanjung, H. B. (2025). Adoption Of Agricultural Technology Innovation In Indonesia: Challenges And Alternative Solutions. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 12(1). <https://doi.org/10.37676/agritepa.v12i1.8646>
- Howe, J. A., McDonald, M. D., Burke, J., Robertson, I., Coker, H., Gentry, T. J., & Lewis, K. L. (2024). Influence of fertilizer and manure inputs on soil health: A review. *Soil Security*, 16(April), 100155. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2024.100155>
- Mahish, P. K., Verma, D. K., Ghritlahare, A., Arora, C., & Otero, P. (2024). Microbial bioconversion of food waste to bio-fertilizers. *Sustainable Food Technology*, 2(3), 689–708. <https://doi.org/10.1039/d3fb00041a>
- Malhotra, H., Vandana, Sharma, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: Plant growth in response to deficiency and excess. In *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*. https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_7
- Maryudi, M., Kurniawan, L., Astuti, E., & Yahya, A. (2024). Optimization of Liquid Organic Fertilizer Production from Tofu Liquid Waste Using EM-4 Activator and Additional Ingredients of Rice Washing Water and Goat Urine. *Indonesian Journal of Chemical Engineering*, 2(2), 45–55. <https://doi.org/10.26555/ijce.v2i2.707>
- Rawat, J., Pandey, N., & Saxena, J. (2022). Role of Potassium in Plant Photosynthesis, Transport, Growth and Yield. In *Role of Potassium in Abiotic Stress*. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4461-0_1
- Rindiani, A., Ramadhani, G. S., Sidabutar, J., Liliana, N., Sari Pane, N. M., Nasution, R. K., Batubara, Z. Z., Idramsa, I., & Febriyossa, A. (2025). Efektivitas POC Berbasis Limbah Sayuran dan EM4 Terhadap Pertumbuhan Sawi (*Brassica Juncea L.*). *Jurnal Sains Agro*, 10(1). <https://doi.org/10.36355/jsa.v10i1.1749>
- Rosada, A. N., Santoso, S. A., Kiswara, M. A., Wangsa, A. S. K., Sumilir, F. E., Jadidah, Q. Q. R., Handoyo, D. S., Valentino, A., Prasetyo, B. D., & Setyanto, V. M. C. (2025). Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Organik untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan di Desa Blungun. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(6), 1043–1047.
- Tanti, N., Nurjannah, & Kalla, R. (2019). PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN CARA AEROB 1) Nidya Tanti, 2) Nurjannah, 3) Ruslan Kalla. *ILTEK*, 14.
- Yanti, S., Ibrahim, I., & Kurniawan, E. (2022). PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH SAYURAN DENGAN MENGGUNAKAN BIOAKTIVATOR EM4. In *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* (Vol. 11, Issue 2).
- Zendrato, M. W., Gulo, A., Heppy, L., Nazara, K., Waruwu, J., Gulo, S., Gulo, R. R., Zebua, P., Agroteknologi,), Sains, F., & Teknologi, D. (2024). KAJIAN PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK DAN DAMPAKNYA TERHADAP PERTANIAN BERKELANJUTAN. *PENARIK: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2).