

PENERAPAN TEKNOLOGI PEMBUATAN PUPUK CAIR RAMAH LINGKUNGAN DARI LIMBAH KULIT PISANG DAN NANAS MENGGUNAKAN AKTIVATOR EM4

Rony Marsyal Kunda*¹, Pieter Kakisina², Reinhard Salamor³, Fredrik Manuhutu⁴,
Milda Rianty Lakoan⁵

¹Program Studi Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura

²Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura

³Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura

⁴Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura

⁵Program Studi Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura

Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon, Indonesia

Submitted: February 11, 2025

Revised: May 16, 2025

Accepted: May 31, 2025

* Corresponding author's e-mail: rony.kunda@lecturer.unpatti.ac.id

Abstrak

Limbah organik rumah tangga seperti kulit pisang dan nanas seringkali tidak dimanfaatkan secara optimal, padahal memiliki kandungan nutrisi yang baik bagi tanaman. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan penyuluhan dan pelatihan mengenai pembuatan pupuk cair ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah kulit pisang dan nanas menggunakan aktivator EM4 kepada masyarakat di Desa Kamal, Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB), Provinsi Maluku. Melalui pendekatan partisipatif, kegiatan ini melibatkan masyarakat secara langsung dalam proses pembuatan pupuk cair, mulai dari persiapan bahan, fermentasi, hingga aplikasi pada tanaman melalui penyemprotan daun (foliar spray) dan penyiraman langsung ke media tanam dengan dosis terukur (50–100 ml pupuk cair / 1 liter air) setiap 7 hari sekali. Kegiatan ini dilakukan dalam 2 tahapan meliputi tahapan penyuluhan dan pelatihan, serta tahapan monitoring dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam mengelola limbah organik menjadi produk yang bermanfaat serta ramah lingkungan. Dengan adanya kegiatan ini, diharapkan masyarakat dapat menerapkan teknologi sederhana ini secara mandiri untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan mengurangi pencemaran lingkungan.

Kata kunci: pupuk cair; limbah organik; kulit pisang; kulit nanas; em4; ramah lingkungan

Abstract

Household organic waste such as banana and pineapple peels are often not optimally utilized, even though they contain nutrients that are good for plants. This community service activity aims to provide counseling and training on making environmentally friendly liquid fertilizer by utilizing banana and pineapple peel waste using EM4 activator to the community in Kamal Village, West Seram Regency (SBB), Maluku Province. Through a participatory approach, this activity involves the community directly in the process of making liquid fertilizer, starting from the preparation of ingredients, fermentation, to application to plants through foliar spraying and direct watering to the planting media with a measured dose (50-100 ml of liquid fertilizer / 1 liter of water) every 7 days. This activity was carried out in 2 stages including the extension and training stages, as well as the monitoring and evaluation stages. The results of the activity showed an increase in participants' knowledge and skills in managing organic waste into useful and environmentally friendly products. With this activity, it is hoped that the community can apply this simple technology independently to support sustainable agriculture and reduce environmental pollution.

Keyword: liquid fertilizer; organic waste; banana peel; pineapple peel; em4; environmentally friendly



1. PENDAHULUAN

Limbah biomassa mengandung unsur hara dan bahan organik dalam jumlah tinggi, sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik (Chew et al., 2019). Pupuk organik merupakan sumber nutrisi alami yang kaya akan mineral esensial bagi pertumbuhan tanaman. Bahan dasarnya dapat berasal dari berbagai sumber, seperti kotoran hewan ternak, sisa tanaman (kulit buah, jerami), limbah perikanan, dan olahan biji kapas (Shaji et al., 2021). Keunggulan pupuk organik tidak hanya terletak pada kemampuannya meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan aktivitas mikroba, kandungan bahan organik, kadar garam, dan pH tanah (Möller & Schultheiß, 2015), tetapi juga dalam menyediakan unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium untuk mendukung produktivitas pertanian (Oyetunde-Usman et al., 2021).

Limbah buah sebagai salah satu jenis sampah organik yang paling banyak dihasilkan, namun sering kali dibuang secara sembarangan tanpa pengolahan lebih lanjut (Hadiwiyono & Widono, 2012). Padahal, limbah tersebut dapat diubah menjadi produk bernilai tambah, seperti pupuk organik cair, melalui pendampingan dan pelatihan yang tepat bagi masyarakat. Selain bermanfaat bagi tanaman, penggunaan pupuk organik juga berkontribusi pada perlindungan iklim dengan meningkatkan penyerapan karbon (C) di dalam tanah. Proses ini tidak hanya mengurangi emisi CO₂ di atmosfer tetapi juga meminimalkan pelepasan gas metana (CH₄) dan nitrogen oksida (N₂O) melalui optimalisasi aktivitas mikroba tanah (Zhang et al., 2016). Berbagai penelitian juga membuktikan bahwa aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah serta mendongkrak hasil panen (Ma et al., 2023; Shang et al., 2020; Ye et al., 2022).

Pisang, sebagai buah yang mudah dijumpai di pasar tradisional maupun modern, memiliki banyak manfaat kesehatan dan sering diolah menjadi berbagai produk pangan seperti keripik, kolak, bolu, dan kue. Nuraini et al. (2014) melaporkan bahwa kulit pisang kaya akan nutrisi antara lain protein (9,55%), serat kasar (17,12%), lemak (4,94%), kalsium (0,36%), fosfor (0,10%), dan energi bruto (3.727 Kkal/kg) sering terbuang percuma dan menjadi sumber pencemaran lingkungan. Analisis pupuk organik padat dan cair dari kulit pisang kepek menunjukkan bahwa pupuk padat mengandung C-organik 6,19%, N-total 1,34%, P₂O₅ 0,05%, K₂O 1,478%, rasio C/N 4,62, dan pH 4,8. Sementara pupuk cair mengandung C-organik 0,55%, N-total 0,18%, P₂O₅ 0,043%, K₂O 1,137%, rasio C/N 3,06, dan pH 4,5 (Akbari et al., 2015). Sementara itu, nanas (*Ananas comosus*), termasuk famili Bromeliaceae, juga memiliki nilai ekonomi tinggi dengan berbagai olahan seperti sirup, cuka, wine, tepung, dan pakan ternak (Baidhe et al., 2021). Permintaannya terus meningkat berkat kandungan nutrisinya yang baik. Kulit nanas dengan kadar air (81,72%), karbohidrat (17,53%), protein (4,41%), dan gula pereduksi (13,65%) (Sutikarini et al., 2023), sangat potensial dijadikan pupuk organik karena kandungan senyawa organiknya yang tinggi (Suryani et al., 2022). Penelitian Alasa et al. (2021) membuktikan bahwa pupuk berbasis kulit nanas mampu meningkatkan kesuburan tanah, mempercepat pertumbuhan tanaman, serta memperbaiki parameter seperti tinggi tanaman, luas daun, dan jumlah daun per cabang.

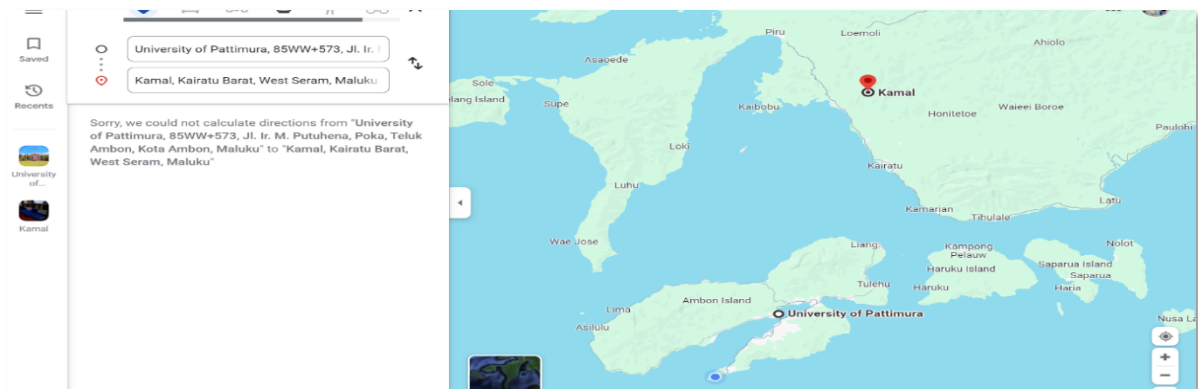
Kecamatan Kairatu Barat, terletak di Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) merupakan salah satu sentra penghasil pisang dan nanas. Data BPS Kabupaten SBB (BPS, 2024) menunjukkan potensi produksi kedua komoditas ini cukup besar. Produksi pisang mencapai 1,667, 64 kuintal per tahun, sedangkan produksi nanas tahun 2024 mencapai 105,64 kuintal per tahun. Namun limbah kulitnya belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini, limbah tersebut hanya dibuang atau dijadikan pakan ternak, sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan masyarakat khususnya petani dalam mengolah limbah kulit pisang dan nanas menjadi pupuk organik cair melalui fermentasi dengan bioaktivator EM4. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan untuk mengurangi pencemaran sekaligus meningkatkan nilai ekonomi limbah buah.

Kegiatan ini dirancang dalam bentuk penyuluhan, pelatihan, pendampingan, monitoring dan evaluasi. Penyuluhan dilaksanakan melalui workshop dan seminar yang membahas

pentingnya memanfaatkan limbah kulit pisang dan nanas sebagai pupuk organik cair yang ramah lingkungan. Pelatihan dan pendampingan dilakukan dengan menerapkan metode bioteknologi fermentasi untuk mengolah limbah kulit buah menjadi pupuk organik cair. Proses monitoring dan evaluasi dilakukan guna memastikan semua proses telah dilakukan sesuai proses dan mekanisme yang tepat. Seluruh rangkaian kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengelola sampah organik guna mendukung pertanian yang berkelanjutan. Hasil dari kegiatan ini diharapkan dapat mendorong praktik daur ulang atau pemanfaatan kembali limbah buah menjadi pupuk organik guna menjaga kelestarian lingkungan secara berkelanjutan.

2. METODE

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) ini dilakukan di desa Kamal, Kecamatan Kairatu Barat, Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) (Gambar 1), dengan memanfaatkan limbah kulit pisang dan nanas untuk pembuatan pupuk organik cair. Proses pembuatan pupuk cair ramah lingkungan dari limbah kulit pisang dan nanas dilakukan dalam beberapa tahapan antara lain: penyuluhan, pelatihan, monitoring, dan evaluasi.



Gambar 1. Peta Lokasi PkM di Desa Kamal Kabupaten Seram Bagian Barat

Kegiatan PkM diharapkan membantu masyarakat untuk memahami konsep serta proses pembuatan pupuk cair ramah lingkungan dari limbah kulit pisang dan nanas menggunakan aktivator EM-4, serta mampu mempraktekannya secara berkelanjutan. Tahapan kegiatan PkM yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. Kegiatan penyuluhan pembuatan pupuk cair dari limbah kulit pisang dan nanas menggunakan EM4 dilaksanakan melalui empat tahap utama: persiapan (analisis kebutuhan, penyusunan materi, dan penyediaan alat/bahan), pelaksanaan (sosialisasi teori, demonstrasi praktik fermentasi, dan pelatihan partisipatif), evaluasi (pengukuran pemahaman peserta dan pendampingan lanjutan), serta pelaporan (dokumentasi dan rekomendasi pengembangan). Metode ini menggabungkan edukasi lingkungan dengan pelatihan keterampilan praktis, sehingga masyarakat mampu mengolah limbah menjadi pupuk organik cair yang ramah lingkungan, sekaligus mendorong pertanian berkelanjutan dan pengurangan sampah organik.
- b. Pelaksanaan pelatihan dirancang secara menyeluruh dengan pendekatan praktis untuk meningkatkan kompetensi peserta, mendorong implementasi pertanian berkelanjutan, serta menciptakan dampak positif bagi ekosistem dan kesuburan tanah. Pelatihan ini memiliki dua tujuan utama: (1) Membekali peserta dengan kemampuan membuat pupuk cair organik berbahan dasar limbah kulit pisang dan nanas; serta (2) Mempromosikan adopsi sistem pertanian ekologis di kalangan petani dan masyarakat umum. Proses pelatihan mengikuti alur kerja terstruktur yang meliputi: Penyiapan Bahan Organik, Formulasi Larutan Gula, Proses Pencampuran Material, Penambahan Bioaktivator EM4, Tahap Fermentasi, Penyaringan Produk, hingga Teknik Penyimpanan dan Aplikasi.

- c. Tim pelaksana program PkM melaksanakan pendampingan intensif melalui program monitoring berkelanjutan untuk memfasilitasi masyarakat Desa Kamal dalam mengadopsi inovasi bioteknologi yang diperkenalkan. Bentuk pendampingan mencakup aktivitas lapangan rutin, penyediaan layanan konsultasi teknis, serta berbagai bentuk asistensi praktis lainnya guna memastikan keberhasilan implementasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sosialisasi dan Pelatihan

Kegiatan sosialisasi diawali dengan pemaparan komprehensif mengenai konsep dasar pengolahan limbah organik, dengan fokus pada potensi kulit pisang dan nanas sebagai bahan baku pupuk cair. Peserta diberikan penjelasan ilmiah tentang kandungan nutrisi dalam kedua limbah tersebut, seperti kalium, fosfor, dan nitrogen yang esensial bagi tanaman, serta senyawa organik lain yang bermanfaat dalam memperbaiki struktur tanah. Tim penyuluhan kemudian memperkenalkan prinsip fermentasi anaerob menggunakan EM4, termasuk mekanisme kerja mikroorganisme dalam EM4 (seperti bakteri fotosintetik, *Lactobacillus*, dan ragi) yang berperan dalam mempercepat dekomposisi bahan organik sekaligus menghambat patogen (Fitria & Yulya, 2013). Dibahas pula perbandingan keunggulan pupuk organik cair dengan pupuk kimia, terutama dari aspek keberlanjutan lingkungan, seperti peningkatan biodiversitas tanah, penurunan ketergantungan bahan kimia sintetik, dan mitigasi pencemaran limbah buah. Untuk memastikan pemahaman peserta, sesi dilengkapi dengan contoh kasus keberhasilan aplikasi pupuk serupa di lokasi lain, serta tanya jawab interaktif untuk mengklarifikasi konsep-konsep teknis seperti pH optimal fermentasi (5-6), suhu ideal (25-30°C), dan tanda-tanda fermentasi berhasil (aroma fermentatif, larutan berwarna kecoklatan jernih). Materi disampaikan menggunakan media visual (powerpoint dan poster) yang menampilkan diagram alur proses, tabel komposisi nutrisi, dan foto hasil pupuk jadi untuk memudahkan pemahaman peserta dari berbagai latar belakang Pendidikan (Gambar 2).

Kegiatan pelatihan pembuatan pupuk organik cair ini diikuti oleh 25 peserta yang terdiri dari perangkat desa dan warga lokal Desa Kamal. Acara dibuka secara resmi oleh Kepala Urusan Pemerintahan setempat, kemudian dilanjutkan dengan penyampaian materi oleh tim pengabdian. Antusiasme peserta tampak jelas selama sesi diskusi, dimana banyak pertanyaan diajukan mengenai berbagai aspek pemanfaatan pupuk cair organik. Pada bagian praktik, tim pengabdian mendemonstrasikan seluruh tahapan pembuatan pupuk, mulai dari memperkenalkan peralatan dan bahan-bahan yang diperlukan, hingga mempraktikkan langsung proses pengolahan limbah kulit pisang dan nanas menjadi pupuk cair dengan bantuan bioaktivator EM4.



Gambar 2. Pemberian Materi dan Kegiatan Tanya Jawab

Ada beberapa hal disampaikan masyarakat dan menjadi temuan tim pada sesi ini yaitu, (1) Selama ini program pemberdayaan yang diturunkan kepada masyarakat desa Kamal hanya berupa pemberian anakan tanaman perkebunan, tanpa ada sosialisasi cara perkembangbiakan; dan (2) Untuk pertama kalinya masyarakat mendapatkan pelatihan cara pembuatan pupuk yang ramah lingkungan, karena selama ini hanya menggunakan pupuk kimia sintetik. Oleh karena itu,

kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini terasa sangat bermanfaat bagi masyarakat di Desa Kamal.



Gambar 3. Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pada bagian ini, dijelaskan secara terperinci komposisi bahan untuk pembuatan pupuk organik cair. Komposisi yang dijelaskan sesuai dengan kapasitas wadah yang disediakan. Pada kegiatan ini, komposisi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Komposisi Penggunaan Bahan

No.	Bahan	Ukuran
1	Kulit pisang, kulit nanas, dan sayuran	6 Kg
2	Molase dan EM4 yang telah diaktifkan	25 Ml
3	Air Bersih	3 L

Semua bahan dicampur dalam wadah, ditutup rapat, dan di biarkan selama 2 minggu (maksimal 16 hari). Pada saat proses fermentasi, secara berkala, dalam waktu 3 atau 4 hari tutup wadah dibuka dan diaduk secara merata dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Berdasarkan komposisi bahan yang digunakan, yakni campuran 6 kg limbah organik berupa kulit pisang, kulit nanas, dan sisa sayuran, dengan penambahan 25 mL larutan aktivator berupa molase dan EM4 yang telah diaktifkan, serta 3 liter air bersih, dapat diprediksi bahwa proses fermentasi akan menghasilkan sekitar 15 liter pupuk organik cair (POC) siap pakai. Volume akhir pupuk cair sangat dipengaruhi oleh efisiensi fermentasi, tingkat degradasi bahan organik, serta kondisi suhu dan aerasi selama proses fermentasi berlangsung (Arif et al., 2022). Dengan proporsi bahan tersebut, POC yang dihasilkan diperkirakan memiliki kandungan unsur hara mikro dan makro yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman, terutama jika digunakan pada skala pekarangan atau kebun warga.

3.1 Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi di lakukan setelah 16 hari proses fermentasi. Hal ini penting untuk memastikan bahwa teknik yang diajarkan diterapkan dengan baik dan memberikan hasil yang diharapkan. Pupuk organik yang dihasilkan akan dibagikan kepada masyarakat untuk diaplikasikan ke tanaman perkebunan maupun pekarangan bunga.



Gambar 4. Monitoring dan Evaluasi Hasil Fermentasi

Kegiatan Monitoring dan evaluasi dihadiri oleh Raja dan Sekretaris Negeri Kamal. Pupuk yang dihasilkan dalam kegiatan Monitoring dan evaluasi sesuai dengan harapan dan sudah dapat diimplementasikan. Hasil fermentasi selama 16 hari dengan komposisi yang telah ditetapkan

berjalan dengan baik. Setelah 16 hari, pupuk yang dihasilkan berwarna coklat dengan aroma (bau) khas fermentasi (Baidhe et al., 2021; Hariyanto et al., 2023). Pupuk cair yang dihasilkan selanjutnya dibagikan kepada masyarakat desa Kamal untuk dapat diaplikasikan pada tanaman perkebunan mereka, sehingga berpotensi meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus mendukung praktik pertanian yang ramah lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan berhasil dilaksanakan secara optimal dan mendapatkan antusiasme yang tinggi dari masyarakat di Desa Kamal. Peserta pelatihan tidak hanya memperoleh pengetahuan mendalam mengenai nilai strategis pengelolaan limbah organik, tetapi juga menguasai teknik pembuatan pupuk cair berbasis bioaktivator EM4 secara komprehensif. Lebih lanjut, masyarakat telah menunjukkan kemampuan praktis dalam mengaplikasikan seluruh tahapan produksi pupuk organik cair secara independen, meliputi: (1) seleksi dan preparasi bahan baku, (2) proses fermentasi dengan EM4.

Sebagai rekomendasi, yaitu (1) diharapkan masyarakat desa Kamal dapat menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh di lahan pertanian masing-masing; (2) rencana untuk membentuk kelompok tani yang fokus pada produksi dan distribusi pupuk organik cair akan segera direalisasikan; dan (3) pelatihan serupa dapat dilaksanakan secara berkala untuk terus mendorong praktik pertanian ramah lingkungan di desa Kamal dan sekitarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini, dengan penghargaan khusus kepada (1) Pimpinan Universitas Pattimura atas dukungan pendanaan yang diberikan untuk kegiatan ini, (2) Kepala Desa Kamal atas fasilitasi berupa perizinan dan dukungan sarana/prasarana yang memungkinkan kelancaran pelaksanaan program.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, K., & Parawansa, D. A. (2019). Pengaruh Role Ambiguity, Role Conflict Dan Role Overload Terhadap Kinerja Pegawai Dimediasi Perilaku Cyberloafing Pada Biro Akademik Dan Umum Universitas Sulawesi Barat. *Hasanuddin Journal of Business Strategy (HJBS)*, 1(1).
- Alasa, J. J., Bashir, A. U., Mustapha, M., & Mohammed, B. (2021). Experimental study on the use of banana and pineapple peel waste as biofertilizers, tested on hibiscus sabdariffa plant: promoting sustainable agriculture and environmental sanitation. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology & Environment*, 17(4), 547-554. <https://azojete.com.ng/index.php/azojete/article/view/537>.
- Akbari, W. A., Fitrianiingsih, Y., & Jati, D.R. (2015). Pemanfaatan limbah kulit pisang dan tanaman *Mucuna bracteata* sebagai pupuk kompos. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 3(1). DOI: <https://doi.org/10.26418/jtlb.v3i1.11424>.
- Arif, Z.U., Khalid, M., Ahmed, W., Arshad, H., & Ullah, S. (2022). Recycling of the glass/carbon fibre reinforced polymer composites: A step towards the circular economy. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 61, 761 - 788.
- Baidhe, E., Kigozi, J., Mukisa, I., Muyanja, C., Namubiru, L. and Kitarikawe, B. (2021). Unearthing the potential of solid waste generated along the pineapple drying process line in Uganda: a

- review. *Environmental Challenges*, 2, 100012.
<https://doi.org/10.1016/j.envc.2020.100012>.
- BPS. (2024). Statistik Pertanian Hortikultura SPH/*BPS-Statistics Indonesia, Agricultural Statistic for Horticulture SPH*. <https://sbbkab.bps.go.id/en>.
- Chew, K. W., Chia, S. R., Yen, H. W., Nomanbhay, S., Ho, Y. C., & Show, P. L. (2019). Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. *Sustainability (Switzerland)*, 11(8).
<https://doi.org/10.3390/su11082266>.
- Fitria & Yulya. (2013). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (Effective microorganisme 4). Pp 72. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hariyanto, B., Mayura, E., Muas, I., Jumjunidang, & Octrina, L. (2023). Effects of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer on Yield of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 7(2), 172–185.
- Hadiwiyono, Widono S. (2012). Endophytic Bacillus: the potentiality of antagonism to wilt pathogen and promoting growth to micro-plantlet of banana in vitro. *Biomirror* 3 (6): 1-4.
- Ma, G., Cheng, S., He, W., Dong, Y., Qi, S., Tu, N., & Tao, W. (2023). Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Nutrient Conditions in Rice Fields with Varying Soil Fertility. *Land*, 12(5).
<https://doi.org/10.3390/land12051026>.
- Möller, K., & Schultheiß, U. (2015). Chemical characterization of commercial organic fertilizers. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(7), 989–1012.
<https://doi.org/10.1080/03650340.2014.978763>.
- Nuraini, N., Mahata, M.E., & Djulardi, A. (2014). Peningkatan Kualitas Campuran Kulit Pisang dengan Ampas Tahu melalui Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Peternakan*, vol 11 (1): 22-28.
- Oyetunde-Usman, Z., Ogunpaimo, O. R., Olagunju, K. O., Ambali, O. I., & Ashagidigbi, W. M. (2021). Welfare Impact of Organic Fertilizer Adoption: Empirical Evidence from Nigeria. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(July), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.691667>.
- Puteri, A., Purisky Redaputri, A., & Rinova, D. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Pupuk Menuju Ekonomi Sirkular (UMKM Olahan Pisang di Indonesia). *Jurnal Pengabdian UMKM*, Vol 1 (2) :104-109.
- Sutikarini, S., Masulili, A., Suryani, R., Setiawan, S., & Mulyadi, M. (2023). Characteristics of Pineapple Waste as Liquid Organic Fertilizer and Its Effect on Ultisol Soil Fertility. *International Journal of Multi Discipline Science (IJ-MDS)*, 6(1), 38.
<https://doi.org/10.26737/ij-mds.v6i1.3754>.
- Suryani, R., Masulili, A., Sutikarini, S., & Tamtomo, F. (2022). Utilization of Liquid Organic Fertilizer of Pineapple Waste to Improving Growth of Sweet Corn Plant in Red Yellow Podsollic Soil. *International Journal of Multi Discipline Science (IJ-MDS)*, 5(1), 30.
<https://doi.org/10.26737/ij-mds.v5i1.3160>.
- Shaji, H., Chandran, V., & Mathew, L. (2021). Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients. In *Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture*. Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819555-0.00013-3>.
- Shang, L., Wan, L., Zhou, X., Li, S., & Li, X. (2020). Effects of organic fertilizer on soil nutrient status, enzyme activity, and bacterial community diversity in *Leymus chinensis* steppe in Inner Mongolia, China. *PLoS ONE*, 15(10 October), 1–18.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240559>.

- Ye, S., Peng, B., & Liu, T. (2022). Effects of organic fertilizers on growth characteristics and fruit quality in Pear-jujube in the Loess Plateau. *Scientific Reports*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17342-5>.
- Zhang, M., Li, B., & Xiong, Z. Q. (2016). Effects of organic fertilizer on net global warming potential under an intensively managed vegetable field in southeastern China: A three-year field study. *Atmospheric Environment*, 145, 92–103. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.09.024>