

Transformasi Limbah Rumah Tangga menjadi Pupuk Organik Cair (POC): Upaya Edukasi dan Pemberdayaan Masyarakat Desa Karanglangit untuk Pertanian Berkelanjutan

Mimatun Nasihah*, Nur Lathifah Syakbana

Program Studi Kesehatan Lingkungan, Fakultas Ilmu Kesehatan.

Universitas Islam Lamongan, Jl. Veteran No 60 A Lamongan

*Penulis korespondensi: mima@unisla.ac.id

Dikirim : 17 September 2025

Direvisi : 29 Maret 2026

Diterima : 30 Maret 2026

Abstrak: Peningkatan ketergantungan pada pupuk kimia dalam sektor pertanian berdampak negatif terhadap kesehatan tanah, lingkungan, dan biaya produksi. Di sisi lain, limbah organik rumah tangga yang melimpah belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan pupuk organik cair (POC). Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan warga Desa Karanglangit, Kecamatan Lamongan, dalam mengolah limbah organik rumah tangga menjadi POC sebagai upaya mendukung pertanian berkelanjutan. Metode kegiatan meliputi ceramah, demonstrasi pembuatan POC, praktik langsung, pendampingan, serta evaluasi pengetahuan peserta melalui pre-test dan post-test. Sebanyak 24 peserta mengikuti pelatihan. Hasil evaluasi menunjukkan rata-rata skor pengetahuan meningkat dari $80,0 \pm 11,0$ pada pre-test menjadi $91,3 \pm 8,0$ pada post-test (kenaikan rata-rata 15,9%, $p < 0,000$, paired t-test). Mayoritas peserta (66,7%) mengalami peningkatan pemahaman setelah pelatihan. Kegiatan ini berhasil meningkatkan kesadaran pengelolaan limbah organik dan memberikan keterampilan praktis dalam pembuatan POC dengan teknologi sederhana. Ke depan, diharapkan kegiatan serupa dapat diperluas dengan membentuk kelompok kader lingkungan untuk mendukung keberlanjutan praktik ramah lingkungan di tingkat lokal.

Kata kunci: limbah rumah tangga, pelatihan, pengabdian masyarakat, pertanian berkelanjutan, Pupuk Organik Cair (POC)

Abstract: The increasing dependence on chemical fertilizers in agriculture has negatively affected soil health, the environment, and production costs. Meanwhile, household organic waste remains underutilized as a potential resource for liquid organic fertilizer (LOF). This community service program aimed to enhance the knowledge and skills of Karanglangit Village residents, Lamongan District, in processing household organic waste into LOF to support sustainable agriculture. The methods included lectures, demonstrations of LOF production, hands-on practice, mentoring, and evaluation using pre- and post-tests. A total of 24 participants attended the training. The evaluation results indicated that the average knowledge score increased from 80.0 ± 11.0 (pre-test) to 91.3 ± 8.0 (post-test), with an average improvement of 15.9% ($p < 0.001$, paired t-test). Most participants (66.7%) showed a significant improvement in understanding after the training. This program successfully increased community awareness of organic waste management and provided practical skills for producing LOF using simple technology. It is expected that future programs will form environmental cadres to ensure the sustainability of eco-friendly practices at the local level.

Keywords: community service, household waste, liquid organic fertilizer (LOF), sustainable agriculture, training

1. Pendahuluan

Penggunaan pupuk kimia telah meningkatkan hasil panen dengan menyediakan nutrisi penting (N, P, K) secara cepat dan seragam, sehingga mendukung pertumbuhan optimal tanaman seperti jagung, padi, dan gandum (Lin *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2024). Namun, penggunaan berlebihan dan jangka panjang dapat menurunkan kesuburan tanah, mencemari air, dan meninggalkan residu berbahaya (Devi *et al.*, 2025; Xu *et al.*, 2020). Dampak ini juga meningkatkan biaya produksi, terutama bagi petani kecil (Singh *et al.*, 2023), serta menurunkan rasio manfaat-biaya akibat degradasi lingkungan (Tiwari *et al.*, 2023). Oleh karena itu, diperlukan alternatif seperti pupuk organik cair (POC) atau manajemen nutrisi berkelanjutan untuk mengurangi biaya input, memperbaiki kesehatan tanah, dan menjaga keberlanjutan pertanian (Castillo-Díaz *et al.*, 2023).

Limbah organik rumah tangga, terutama sisa makanan, kulit buah, dan sayuran, menyumbang 30–50% dari total sampah padat di banyak daerah (Firstyaline *et al.*, 2025). Pertumbuhan penduduk dan konsumsi rumah tangga meningkatkan volumenya, dan tanpa pengolahan tepat, limbah ini menumpuk di TPA serta mencemari lingkungan. Padahal, kandungan nutrisinya tinggi dan berpotensi diolah menjadi pupuk organik cair, kompos, biogas, atau produk bernilai lainnya (Kumar *et al.*, 2020).

Pengolahan sampah organik menjadi pupuk organik cair (POC) di tingkat rumah tangga atau masyarakat dapat mengurangi beban TPA sekaligus menyediakan input produktif bagi pertanian (Doughmi *et al.*, 2024). POC dikenal efektif untuk pertanian organik skala kecil dan hortikultura karena nutrisinya mudah diserap tanaman melalui akar atau daun, sehingga mempercepat pertumbuhan, meningkatkan kesehatan, dan hasil panen (Suripto *et al.*, 2024). Diproduksi dari bahan lokal seperti sisa makanan dan kulit buah-sayur, POC hemat biaya, mengandung unsur hara makro-mikro, dan mudah diaplikasikan melalui penyemprotan daun, irigasi tetes, atau pencampuran tanah (Fikri *et al.*, 2024; Sara *et al.*, 2023).

Tingkat pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengolah limbah organik menjadi POC masih rendah (Muthoharoh *et al.*, 2022). Minimnya pemahaman manfaat POC, teknik fermentasi yang tepat, dan akses informasi menjadi kendala utama. Sistem pengumpulan sampah organik belum optimal, terutama di perkotaan, di mana sampah organik tercampur dengan sampah umum. Faktor pendidikan, pendapatan, kemauan berpartisipasi, serta persepsi ketidaknyamanan dan biaya turut memengaruhi rendahnya adopsi praktik pemilahan dan pengolahan sampah organik. Dengan demikian, diperlukan upaya edukatif yang sistematis

melalui workshop dan pelatihan langsung, agar masyarakat tidak hanya memahami teori tetapi juga mampu mempraktikkan pembuatan pupuk secara mandiri. Program ini menjadi solusi terhadap tingginya ketergantungan pada pupuk kimia dan belum optimalnya pengelolaan limbah organik rumah tangga. Dengan pendekatan partisipatif, kegiatan ini diharapkan meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan sampah organik serta mendorong pertanian berkelanjutan berbasis kearifan lokal dan teknologi sederhana. Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pengelolaan limbah organik dalam mendukung pertanian berkelanjutan, sekaligus membekali mereka dengan keterampilan praktis dalam pembuatan pupuk organik cair (POC) yang sederhana, ekonomis, dan efektif. Selain itu, kegiatan ini juga diarahkan untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat dalam mengurangi sampah organik melalui proses daur ulang, mendorong kemandirian dalam penyediaan pupuk tanpa ketergantungan pada pupuk kimia, serta membentuk kader lingkungan yang dapat berperan sebagai agen perubahan di tingkat lokal.

2. Metode

Jenis pengabdian masyarakat ini menggunakan pendekatan edukatif dan aplikatif melalui kegiatan pelatihan, demonstrasi praktik, dan evaluasi hasil, yang dilaksanakan secara partisipatif bersama masyarakat Desa Karanglangit. Pengabdian Masyarakat ini dilaksanakan di Desa Karanglangit Kecamatan Lamongan Kabupaten Lamongan, pada Bulan Juli hingga Agustus 2025. Data yang digunakan dalam kegiatan ini merupakan data primer yang diperoleh secara langsung dari peserta *workshop*. Data utama berupa hasil pre-test dan post-test yang diberikan sebelum dan sesudah pelatihan digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta terhadap materi pembuatan pupuk organik cair. Selain itu, dokumentasi kegiatan dalam bentuk foto, serta observasi selama kegiatan berlangsung juga dijadikan sebagai data pendukung untuk mengevaluasi partisipasi dan respons peserta secara kualitatif. Sumber data berasal dari para peserta *workshop* yang merupakan warga Desa Karanglangit, Kecamatan Turi, Kabupaten Lamongan.

Data *pre-test* dan *post-test* dianalisis secara kuantitatif menggunakan uji *Paired Sample t-Test* dengan bantuan SPSS untuk mengetahui perbedaan signifikan tingkat pengetahuan sebelum dan sesudah pelatihan. Perbedaan dinyatakan signifikan jika $p\text{-value} < 0,05$. Analisis deskriptif digunakan untuk menghitung persentase peningkatan pemahaman peserta

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Profil Peserta dan Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Karanglangit Kecamatan Lamongan Kabupaten Lamongan pada tanggal 24 Juli 2025, dengan jumlah peserta sebanyak 24 orang dari tim penggerak PKK. Seluruh peserta belum pernah mengikuti pelatihan serupa sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan memiliki target sasaran yang tepat dan relevan.

Materi pelatihan disusun ke dalam dua sesi utama yang saling melengkapi. Sesi pertama berfokus pada aspek teori dan edukasi, yang mencakup pengenalan konsep pertanian berkelanjutan, dampak negatif penggunaan pupuk kimia, serta pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai bahan dasar pembuatan pupuk. Sesi kedua menitikberatkan pada praktik langsung, di mana peserta diberikan demonstrasi pembuatan pupuk organik cair dengan memanfaatkan limbah dapur seperti kulit buah, sisa sayuran, dan air cucian beras, yang kemudian diproses dengan tambahan bahan pendukung seperti EM4 dan molase. Dokumentasi kegiatan diperlihatkan dalam Gambar 1. Hasil observasi menunjukkan antusiasme tinggi dari peserta, ditandai dengan keterlibatan aktif dalam diskusi dan praktik pembuatan pupuk. Semua peserta berhasil mengikuti seluruh rangkaian kegiatan dengan baik.



Gambar 1. Foto kegiatan *Workshop* dan Pelatihan Pengolahan Limbah Rumah Tangga

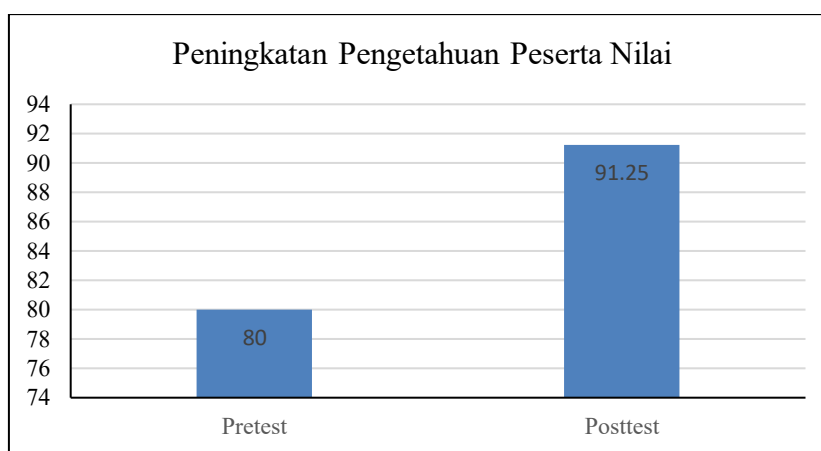
3.2 Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan

Untuk mengukur efektivitas kegiatan, dilakukan *pre-test* dan *post-test* dengan 10 soal pilihan ganda terkait pemahaman tentang POC dan pengelolaan limbah organik. Hasilnya ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test* Pengetahuan Peserta *Workshop*

Variabel	Mean	SD	Min	Max
Pre-Test	80,0	12,1	60	100
Post-Test	91,25	8,8	70	100

Berdasarkan hasil statistik deskriptif pada Tabel 1, terjadi peningkatan skor rata-rata peserta dari *pre-test* sebesar 80,0 (SD = 12,1) menjadi 91,25 (SD = 8,8) pada *post-test*. Selain itu, rentang nilai minimum dan maksimum juga menunjukkan perbaikan, di mana nilai minimum meningkat dari 60 menjadi 70. Penurunan standar deviasi mengindikasikan bahwa pengetahuan peserta menjadi lebih seragam setelah mengikuti pelatihan.

Gambar 2. Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat dalam pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

Dari Gambar 2 terlihat bahwa terjadi peningkatan pemahaman peserta workshop pembuatan pupuk organik cair. Nilai rata-rata sebelum pelatihan (*Pre-Test*) adalah $80,0 \pm 12,1$ poin, sedangkan setelah pelatihan (*Post-Test*) meningkat menjadi $91,25 \pm 8,8$ poin. Kenaikan rata-rata sebesar +11,25 poin setara dengan peningkatan pengetahuan sekitar 14% dibandingkan nilai awal.

Tabel 2. Hasil Uji *Paired Sample t-test* antara *Pre-test* dan *Post-test* Pengetahuan Peserta

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	CI 95% (Lower)	CI 95% (Upper)	t	Df	Sig. (2-tailed)
Pretest -	-	11.90999	2.43112	-	-6.22085	-	23	0.000
Posttest	11.25000			16.27915		4.628		

Hasil uji t berpasangan (Tabel 2) menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik ($t(23) = 4,628$; $p < 0,0000$), menandakan bahwa pelatihan efektif meningkatkan pengetahuan peserta. Temuan ini sejalan dengan Wahyuni *et al.* (2022) dan Putri dkk. (2024) yang menegaskan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung mampu meningkatkan keterampilan, kemandirian, dan pemahaman peserta dalam pembuatan POC, mulai dari persiapan bahan hingga pengemasan. Setelah pelatihan, 80–90% peserta mampu menjelaskan kembali prosedur pembuatan POC dan berkomitmen untuk menerapkannya secara mandiri. Selain itu, terjadi perubahan sikap positif, antusiasme tinggi, dan peningkatan partisipasi aktif dalam pengelolaan limbah organik serta penggunaan pupuk organik pada tanaman.

Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan edukatif berbasis praktik langsung efektif memberdayakan masyarakat. Melalui pelatihan aplikatif dan partisipatif, peserta memperoleh pengetahuan sekaligus keterampilan praktis untuk mendukung pertanian berkelanjutan rumah tangga (De Witte *et al.*, 2023). Peningkatan pengetahuan ini mencerminkan antusiasme dan kesiapan mengadopsi praktik ramah lingkungan, sekaligus berkontribusi pada SDGs, khususnya tujuan ke-12 dan ke-13.

3.3 Kualitas dan Hasil Fermentasi Pupuk

Sebanyak 24 peserta membuat POC dengan fermentasi 7–14 hari, menghasilkan pH akhir 3,8–4,2, warna coklat gelap, aroma fermentasi khas, dan tanpa endapan berlebih yang merupakan indikasi proses optimal (Napoleon *et al.*, 2023). Beberapa peserta mengaplikasikannya pada bayam, cabai dan tanaman hias pekarangan rumah, dan dalam 7–10 hari terlihat pertumbuhan daun lebih baik dan warna lebih hijau. Kegiatan tersebut didokumentasikan dalam Gambar 3. Temuan ini sejalan dengan penelitian Gunawan *et al.*, (2024) yang melaporkan POC limbah organik meningkatkan pertumbuhan tanaman hingga 70% pada konsentrasi optimal (8–12%) dibandingkan kontrol.



Gambar 3. Proses Aplikasi Pupuk Organik Cair (POC) pada Tanaman Pekarangan Rumah

3.4 Dampak Sosial dan Lingkungan

Pelatihan POC berdampak pada pengurangan sampah dapur ± 1 kg/rumah tangga/minggu, peningkatan kesadaran pengelolaan limbah, dan terbentuknya Kelompok Pengelola Limbah beranggotakan 24 orang untuk memfasilitasi kegiatan serupa. Dampak ini menunjukkan transformasi perilaku dan pemberdayaan masyarakat, sejalan dengan temuan (Nadia dkk., 2024) tentang pentingnya keberlanjutan pasca-intervensi. Selain manfaat ekologis, pelatihan memunculkan inisiatif usaha baru, menekan biaya pupuk kimia, meningkatkan hasil panen, dan mendorong pertanian berkelanjutan berbasis sumber daya lokal (Siska dkk., 2024).

4. Kesimpulan

Kegiatan ini berhasil meningkatkan pengetahuan (+11,25 poin) dan keterampilan masyarakat dalam mengolah limbah rumah tangga menjadi POC melalui pelatihan praktik langsung. Fermentasi menghasilkan POC berkualitas dengan pH, warna, dan aroma sesuai standar, serta memberi respons positif pada tanaman hortikultura skala pekarangan. Program ini juga memicu perubahan perilaku pengelolaan sampah organik, mengurangi ketergantungan pupuk kimia, dan melahirkan kelompok pengelola limbah berbasis komunitas yang berpotensi direplikasi secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian, Pengembangan dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Lamongan yang telah membantu pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini serta kepada Pemerintah Desa Karang Langit Kecamatan Lamongan Kabupaten Lamongan yang telah memberikan dukungan terhadap lancarnya kegiatan.

Daftar Referensi

- Castillo-Díaz, F.J., Belmonte-Ureña, L.J., Batlles-delaFuente, A., & Camacho-Ferre, F. 2023. Impact of Soil Biodisinfection Techniques in Horticultural Crops on Profitability within the Framework of the Circular Economy. *Horticulturae*, 9(8), 859. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9080859>
- Chen, H., Levavasseur, F., & Houot, S. 2024. Substitution of mineral N fertilizers with organic wastes in two long-term field experiments: Dynamics and drivers of crop yields. *Soil Use and Management*, 40(2), e13079. <https://doi.org/10.1111/sum.13079>
- De Witte, R., Janssen, D., Sayadi Gmada, S., & García-García, C. 2023. Best Practices for Training in Sustainable Greenhouse Horticulture. *Sustainability*, 15(7), 5816. <https://doi.org/10.3390/su15075816>
- Devi, N.T., Devi, A.S. & Singh, K.R. 2025. Impact of chemical fertilizer and composts application on growth and yield of rice in Northeast India. *Sci Rep* 15, 8575. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-93684-0>
- Doughmi, A., Cherkaoui, E., Khamar, M., & Nounah, A. 2024. Organic Waste Valorization through Composting as Part of a Circular Economy. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, 29, 210-218. <https://doi.org/10.55549/epstem.1566173>
- Fikri, A.R., Taufiq, I.I., Lestari, C.R., Juliana, I., Azkiyak, M., & Rifqi, L.H. 2024. Transformation of Household Waste: Effective Ways to Convert It into Liquid Organic Fertilizer. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Manajemen Kewirausahaan dan Bisnis* 30 Juni 2024, 405–407. <https://doi.org/10.61132/prosemmasimkb.v1i1.32>
- Firstyaline, J.A.B., Oktaviananda, C., Sriyana, H.Y., & Rahayu, L.H. 2025. The Effect of Variation in Waste Types and Amount of BSF (Black Soldier Fly) Larvae on the Decomposition of Household Organic Waste. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 7(1), 96-102. <https://doi.org/10.35970/jppl.v7i1.2641>
- Gunawan, B., Huda, N., & Mulyono, A. 2024. Supplying Liquid Organic Fertilizer (POC) With Organic Waste Materials On The Growth And Product of Lettuce (*Lactuca Sativa* L.). *Agricultural Science*, 4(2), 104-112.
- Kumar, H., Bhardwaj, K., Sharma, R., Nepovimova, E., Kuča, K., Dhanjal, D. S., Verma, R.,

- Bhardwaj, P., Sharma, S., & Kumar, D. 2020. Fruit and Vegetable Peels: Utilization of High Value Horticultural Waste in Novel Industrial Applications. *Molecules*, 25(12), 2812. <https://doi.org/10.3390/molecules25122812>
- Lin, S., Pi, Y., Long, D., Duan, J., Zhu, X., Wang, X., He, J., & Zhu, Y. 2022. Impact of Organic and Chemical Nitrogen Fertilizers on the Crop Yield and Fertilizer Use Efficiency of Soybean–Maize Intercropping Systems. *Agriculture* 12, 1428. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091428>
- Muthoharoh, L., Sari, R.P., Pamungkas, M.P., & Komarudin, A. 2022. Damen (Rice Straw) Waste and Eggshell as Liquid Organic Fertilizer: An Effort for New Business Opportunities. *Smart Society: Community Service and Empowerment Journal*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.58524/smartsociety.v2i1.81>
- Nadia, H., Nisak, F., Kumalasari, H., Aulia, H., Maulinda, D., Fillard, N.I., Aradea, B., Ardiyanto, B., Satmoko, S.E., Suhendy, A.A.Y.P. & Noormansyah, R. 2024. Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani Melalui Program Pengabdian Pelatihan Kompos Mendukung Sustainable Agriculture. *Mikroba: Jurnal Ilmu Tanaman Sains Dan Teknologi Pertanian*, 1(2), 37-471. <https://doi.org/10.62951/mikroba.v1i2.98>
- Napoleon, A., Sulistiyani, D.P., Bakri, & Warsito. 2023. Quality of Physical and Chemical Properties of Liquid Organic Fertilizer from Tofu Liquid Waste with Banana Hump Mol Decomposer. *Sriwijaya Journal of Environment*, 8(1), 58-63. <https://doi.org/10.22135/sje.2023.8.1.58-63>
- Putri, F.A., Hasbiadi, H., Aryadwipa, G.A., Aulya, F., Harlisa, H., Lusina, L., Yusrianto, Y., Sucikam L, M.R., Juminarti, J., Gita, B., Utama, A., & Zezaria, R.G. 2024. Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair Berbasis Pemanfaatan Limbah Air Kelapa di Desa Landoula Kecamatan Iwoimendaa Kabupaten Kolaka. *JDISTIRA*, 4(2), 262–267. <https://doi.org/10.58794/jdt.v4i2.1103>
- Sara, D.S., Sofyan, E.T., & Joy, B. 2023. Application of Liquid Organic Fertilizer (LOF) From Vegetable Waste and NPK on the Growth and Results of Corn (*Zea Mays* L.). *International Journal of Life Science and Agriculture Research* 02. <https://doi.org/10.55677/ijlsar/v02i08y2023-05>
- Singh, T., Rajan, R., Vamsi, T., Kumar, A., Ramprasad, R.R., Gopichand, G.B., & Chundurwar, K. 2023. A Review on the Impact of Organic and Biofertilizer Amendments on Growth, Yield, and Quality of Strawberry. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(14), 147-158. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i143030>
- Siska, A.S., Sylvia, A., Archadea, C., Desilva, M.P., Putri, M.A., & Rizkiyah, N. 2024. Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Kulit Pepaya dan Hama Keong Mas (Kul) Sebagai Upaya Minimize Cost Pada Petani Di Desa Gading, Kabupaten Pasuruan. *As-Syirkah: Islamic Economics & Finacial Journal*, 3(3), 1462-1468. <https://doi.org/10.56672/syirkah.v3i3.281>
- Suripto, Hidayati, N., & Ashiddiqi, M.A. 2024. Techniques for Manufacture and Utilizing

Liquid Organic Fertilizer (LOF) in Student Field Work Practices at the Gemilang Indah Tunas Utama Institute East Lombok. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(2), 611–617. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v7i2.8087>

Tiwari, A., Kumar, A., Pathak, R.K., Sharma, S., Pandey, H.P., Sachan, R., Singh, V., & Pandey, S. 2023. Impact of Organic Manure, Inorganic Fertilizers and Bioinoculants on Production and Economics of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int. Journal of Environment and Climate Change*, 13(9), 3534-3544. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i92643>

Xu, Q., Ling, N., Chen, H., Duan, Y., Wang, S., Shen, Q., Vandenkoornhuyse, P., & Kent, A.D. 2020. Long-Term Chemical-Only Fertilization Induces a Diversity Decline and Deep Selection on the Soil Bacteria. *mSystems* 5(4), e00337-20. <https://doi.org/10.1128/mSystems.00337-20>