

The Effect of Maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) on Liquid Organic Fertilizer Production

Desak Made Devika Ratna Dewi¹, Baiq Farista^{1*}, Arben Virgota¹, Siti Raudhatul Kamali¹

¹Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat;

Article History

Received : October 10th, 2024

Revised : October 30th, 2024

Accepted : November 05th, 2024

*Corresponding Author:

Baiq Farista,

Program Studi Ilmu Lingkungan,
Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas
Mataram, Mataram, Nusa
Tenggara Barat;

Email: bfarista@unram.ac.id

Abstract: The problem of organic waste in the environment can be overcome by using organic waste bioconversion technology using maggots. This technology produces a by-product in the form of leachate that can be used as Liquid Organic Fertilizer (POC). On the other hand, research on the effect of maggots on the quality and quantity of POC produced has not been widely studied. This study aims to 1). determine the quality of POC based on the concentration of N, P and K; 2). Determine the quantity of POC based on the volume of POC. The method used is an experimental method with the treatment of organic waste conversion using maggots (M1) and without maggots (M0). Each treatment was repeated 4 times. Data were analyzed using the t-independent test with the help of the SPSS version 22 application. The time of this research was carried out in May 2024 - July 2024. The location of the research was carried out at the Lingsar Regional Integrated Waste Processing Site (TPSTR) and the Soil Chemistry Laboratory of the University of Mataram. The results of this study indicate that the quality of liquid organic fertilizer (POC) in M1 is better than M0. The content of N (nitrogen), P (phosphorus) and K (potassium) in M1 were 0.14%, 0.11%, and 0.17% respectively, while M0 was 0.11%, 0.06%, and 0.09% respectively. The t-independent test showed that there was a significant difference between M0 and M1. The content of N, P and K in this study was still below the standard quality values based on the Decree of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia Number 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 concerning Minimum Technical Requirements for Organic Fertilizers, Biological Fertilizers and Soil Improvers.

Keywords: Liquid Organic Fertilizer, Maggot, Organic Waste, Nitogen, Phosphor and Kalium Content

Pendahuluan

Data Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Regional (TPSTR) Lingsar menyebutkan bahwa timbulan sampah organik yang berasal dari Kota Mataram dan Lombok Barat pada tahun 2023 mencapai 259,786 ton. Timbulan sampah organik ini menyebabkan permasalahan lingkungan seperti permasalahan kesehatan, emisi gas rumah kaca dan pencemaran lingkungan (Nordahl *et al.*, 2020). Pengelolaan dan daur ulang sampah organik yang efektif memiliki potensi yang signifikan untuk mengatasi masalah lingkungan (Sharma *et al.*,

2019). Dengan mengubah sampah organik menjadi sumber daya yang berharga seperti kompos, biogas, dan biochar tersebut dapat meningkatkan kesehatan tanah, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan menciptakan peluang ekonomi (Lim *et al.*, 2016; Tashyrev *et al.*, 2022; Yuan *et al.*, 2021). Kemajuan teknologi dan model bisnis yang inovatif semakin meningkatkan kelayakan dan keberlanjutan dalam praktik pengelolaan sampah, menjadikan pengelolaan sampah organik sebagai solusi yang menjanjikan untuk tantangan lingkungan dan ekonomi (Paes *et al.*, 2019).

Teknologi pengolahan sampah organik

menggunakan maggot menjadi salah satu teknologi ramah lingkungan karena mampu mengatasi permasalahan sampah organik (Ichwanto *et al.*, 2023). Maggot adalah larva lalat tentara hitam *atau black soldier fly* (BSF) yang memiliki peran sebagai agen degradasi sampah organik (Utami *et al.*, 2020). Maggot BSF dapat secara efektif mendegradasi berbagai limbah organik, termasuk limbah makanan, limbah pertanian, dan bahkan beberapa jenis limbah industri, dengan tingkat degradasi yang tinggi pada material seperti beras, daging, dan buah-buahan (Putri *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Darwis *et al.* (2023) melaporkan bahwa dalam satu kilogram maggot mampu menghabiskan 2 sampai 5 kilogram sampah organik. Hasil degradasi sampah organik oleh maggot tersebut menghasilkan pupuk organik cair (POC) (Kusumawati *et al.*, 2020).

POC adalah pupuk cair dari bahan-bahan organik yang mudah didegradasi secara alami dan kaya akan nutrisi (Yazirin *et al.*, 2023). POC maggot didapatkan dari air lindi hasil ekskresi maggot dengan campuran air lindi sampah organik (Sari *et al.*, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan unsur hara NPK pada POC maggot menghasilkan nilai NPK yang tidak memenuhi standar baku mutu dari perlakuan pemberian sampah organik ke maggot dan perlakuan variasi waktu fermentasi POC maggot (Sari *et al.*, 2022; Yosilia *et al.*, 2023). Meskipun nilai NPK belum memenuhi standar baku mutu, akan tetapi POC maggot memiliki manfaat dalam aspek lingkungan, ekonomi dan sosial. Aspek lingkungan berupa manfaat POC maggot mampu mengurangi penggunaan pupuk kimia sebanyak 50% dan kaya akan nutrisi (Sari *et al.*, 2022; Suwirman *et al.*, 2022). POC maggot memiliki keunggulan di bidang ekonomi pertanian. Dalam satu hektar tanah petani tebu membutuhkan pupuk organik cair sebesar 60 liter dengan harga 600 ribu/hektar dibandingkan dengan menggunakan pupuk kimia yang membutuhkan biaya sebesar 1,4 juta/hektar (Dinas Pertanian & Pangan Kabupaten Demak, 2022). Manfaat dari aspek sosial juga dapat dilihat banyaknya pemberdayaan masyarakat dalam mengolah sampah organik menjadi pupuk organik cair dan peningkatan sanitasi di lingkup rumah tangga (Nalhadi *et al.*, 2020). Berdasarkan pernyataan diatas, penelitian ini penting dilakukan karena belum ada penelitian yang melihat pengaruh

pemberian maggot dalam menghasilkan kualitas POC dan kuantitas POC yang baik untuk menunjang produksi ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini pertama, untuk mengetahui kualitas pupuk organik cair berdasarkan nitrogen, fosfor dan kalium. Kedua, untuk mengetahui kuantitas pupuk organik cair. Penelitian diharapkan dapat mendukung program pertanian berkelanjutan, meningkatkan kualitas produk pupuk organik cair dan meminimalkan pencemaran lingkungan.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Alat-alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aplikasi SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*), mesin cacah, wadah cacah, ember penampungan POC, sarung tangan, timbangan, jerigen, alat tulis, gelas ukur dan alat lab. Bahan-bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampah organik, maggot, HCl.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan dua perlakuan dan empat pengulangan. Perlakuan pertama yaitu penguraian sampah organik tanpa maggot (M0) dan perlakuan kedua yaitu penguraian sampah organik dengan maggot (M1). Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Penelitian dilaksanakan di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Regional (TPSTR) Lingsar selama 14 hari (Gambar 1).



Gambar 1. Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Regional Lingsar

Selanjutnya, POC yang dihasilkan dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah, Universitas Mataram untuk mengetahui kualitas POC berdasarkan konsentrasi N, P dan K. Kuantitas POC diketahui dengan melakukan pengukuran volume POC yang dihasilkan pada saat pemanenan. Kegiatan analisis laboratorium

ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 – Juli 2024. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji t-independent dengan bantuan aplikasi Statistical Product and Service Solutions (SPSS ver 22). Uji t-independent adalah suatu metode pengujian hipotesis dengan menguji perbedaan rata-rata pada dua kelompok populasi yang berbeda (Independent) (Rosalina *et al.*, 2023). Jika hasil pengujian hipotesis memiliki nilai signifikansi (2-tailed) < 0.05, maka kedua perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan, sebaliknya jika nilai signifikansi (2-tailed) > 0.05 maka tidak ada perbedaan secara signifikan (Norfai, 2022; Payadnya & Jayantika, 2018; Rosalina *et al.*, 2023).

Hasil dan Pembahasan

Kualitas Pupuk Organik Cair

Analisis kandungan unsur hara nitrogen (N), fosfor (P) dan Kalium (K) ini dilakukan untuk mengetahui kualitas pupuk organik cair yang diteliti. Kandungan N, P dan K pada POC yang dihasilkan dari proses konversi sampah organik menggunakan maggot dan tanpa maggot. Hasil analisis kandungan N, P dan K POC dapat dilihat pada Tabel 1. M0 merupakan perlakuan konversi sampah organik tanpa maggot dan M1 adalah perlakuan konversi sampah organik menggunakan maggot. Angka dibelakang kode perlakuan merupakan simbol kode ulangan.

Tabel 1. Kandungan NPK Pada Pupuk Organik Cair

Kode Sampel	Parameter			
	N-Total (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O (%)
M01	0.11	0.05	0.09	0.25
M02	0.11	0.06	0.09	0.26
M03	0.10	0.07	0.10	0.27
M04	0.12	0.05	0.10	0.27
Rata-Rata M0	0.11	0.06	0.09	0.26
M11	0.14	0.12	0.17	0.43
M12	0.13	0.11	0.16	0.40
M13	0.16	0.11	0.17	0.44
M14	0.15	0.12	0.18	0.45
Rata-Rata M1	0.14	0.11	0.17	0.42

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kandungan N, P dan K (Tabel 1) pada

perlakuan M0 lebih rendah dibandingkan M1. Pada perlakuan M0 diperoleh rata-rata kandungan N, P dan K secara berturut turut adalah sebesar 0,11% N, 0,06% P dan 0,09% K. Pada perlakuan M1 kandungan N, P dan K yang diperoleh sebesar 0.14% N, 0,11% P dan 0,17% K. Pengolahan sampah organik dengan maggot lalat hitam (*Black Soldier Fly*) memiliki efisiensi penguraian sampah organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses pengomposan biasa (Fauzi *et al.*, 2022). Hal ini memungkinkan pelepasan unsur hara yang lebih optimal. Lebih lanjut Liu *et al.* (2020) menjelaskan bahwa pengomposan menggunakan maggot BSF dapat meningkatkan total nitrogen sebesar 23,15% dibandingkan pengomposan biasa.

Kandungan N, P dan K pada POC yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 0,26% pada perlakuan M0 dan 0,42% pada perlakuan M1. Nilai kandungan N, P dan K ini lebih rendah dari standar baku mutu pupuk organik cair yaitu sebesar sebesar $\geq 2\%$ (Menteri Pertanian RI, 2019). Rendahnya nilai kandungan N, P dan K pada penelitian ini disebabkan oleh tingginya kandungan air, yaitu sekitar 97 % pada M0 dan 94 % pada M1, sedangkan sisanya diperkirakan merupakan unsur hara lainnya yang terdapat di pupuk organik cair. Kandungan air yang tinggi mengurangi persentase unsur hara lain, termasuk NPK, yang ada dalam pupuk organik cair, meskipun M1 memiliki kandungan NPK lebih besar daripada M0. Hal ini terjadi karena pupuk organik cair terdiri dari campuran unsur hara dan air, sehingga semakin tinggi unsur hara, semakin rendah kandungan air (Kusuma & Kastalani, 2020). Dalam hal ini, untuk meningkatkan konsentrasi NPK perlu dilakukan penurunan kadar air. Salah satu metode yang memungkinkan adalah dengan melakukan proses penguapan (Fauziah Marintika *et al.*, 2023).

Rendahnya nilai NPK juga dipengaruhi waktu fermentasi yang kurang optimal. Proses dekomposisi bahan organik membutuhkan waktu yang cukup agar unsur hara dapat terurai sempurna (Ulfitri, 2021). Semakin lama waktu fermentasi, umumnya kandungan unsur hara seperti nitrogen cenderung meningkat (Achmad & Mansyur, 2012; Hastuti *et al.*, 2022). Secara umum, waktu fermentasi optimal untuk pengomposan berkisar antara 2-5 minggu, sedangkan penelitian ini pengomposan dilakukan selama 2 minggu. Oleh sebab itu, perlu dilakukan

proses fermentasi yang lebih lama agar kandungan N, P dan K dapat ditingkatkan dan memenuhi standar mutu yang berlaku.

Uji *t-independent* menunjukkan bahwa kandungan N, P dan K pada perlakuan M0 dan M1 adanya perbedaan signifikan (Tabel 2). Hal ini membuktikan maggot mempunyai peranan yang signifikan dalam meningkatkan kualitas pupuk organik cair dari aspek kandungan nitrogen, fosfor dan kalium. Maggot mampu mengurai sampah organik dengan sangat efisien (Agustin *et al.*, 2023). Proses dekomposisi yang cepat ini membantu melepaskan unsur hara lebih banyak ke dalam pupuk cair. Selain itu, Maggot mengandung protein tinggi serta fosfor dan kalsium (Ussolikhah *et al.*, 2023). Saat maggot mati dan terurai, nutrisi ini dilepaskan ke dalam pupuk, meningkatkan kandungan N, P, dan K. Lebih lanjut dijelaskan bahwa proses penguraian oleh maggot merangsang pertumbuhan mikroorganisme menguntungkan yang membantu melepaskan unsur hara. Pergerakan maggot dalam media pengomposan membantu mengaerasi bahan, menciptakan kondisi yang lebih baik untuk pertumbuhan mikroorganisme aerob (Hasaya *et al.*, 2024).

Tabel 2. Hasil Uji *T-independent* Nitrogen Fosfor Kalium

		Sig.	Sig. (2-tailed)
Nitrogen	Equal variances assumed	0.267	0.004
	Equal variances not assumed		0.006
Fosfor	Equal variances assumed	0.267	0.000
	Equal variances not assumed		0.000
Kalium	Equal variances assumed	1.00	0.000
	Equal variances not assumed		0.000

Keunggulan pemberian maggot dalam perlakuan M1 meningkatkan nilai N (nitrogen) di pupuk organik cair. Peningkatan nilai N dapat

disebabkan oleh adanya ekskreta maggot. Ekskreta maggot kaya akan mikroba seperti bakteri nitrifikasi dan fiksasi N yang menghasilkan N total (Susilo *et al.*, 2024). Pada saat pemanenan POC, sejumlah maggot yang masih hidup dan sebagian yang sudah mati jatuh ke dalam ember. Maggot yang masih hidup dapat menghasilkan ekskreta, yang berkontribusi pada tingginya nilai N pada M1. Peningkatan N di M1 disebabkan pemberian maggot di sampah organik yang menyebabkan rata-rata 37 °C. Hal ini terjadi karena maggot melakukan aktivitas metabolisme yang memecah bahan organik, menghasilkan panas, dan meningkatkan kadar amonia yang berpotensi melepaskan nitrogen (Čičková *et al.*, 2015).

Pemberian maggot terbukti efektif dalam meningkatkan kandungan fosfor (P) dan kalium (K) pada pupuk organik cair. Fosfor diperoleh dari tubuh maggot yang kaya akan fosfor. Salsabila *et al.* (2023) menyatakan bahwa tubuh maggot mengandung fosfor. Maggot yang berada di bak penampungan pupuk organik cair diduga melepaskan ekskreta berupa lindi yang kaya fosfor akibat proses metabolisme (Erlangga, 2023). Selain itu, maggot juga menghasilkan fosfor saat mengonsumsi sampah organik berprotein, seperti semangka (Fitriana *et al.*, 2021; Nadeem *et al.*, 2022). Pemberian maggot juga meningkatkan kadar kalium (K) pada pupuk organik cair. Saat maggot memakan sampah yang mengandung gula, seperti semangka, melon, pepaya, jeruk, dan anggur, mereka menghasilkan ekskreta yang kaya akan kalium (Susilo *et al.*, 2024). Penambahan maggot pada M1 juga berdampak pada cepatnya proses pelepasan unsur hara pada sampah organik. Sampah organik berupa kulit pisang merupakan bahan organik yang memiliki sumber kalium (Silmi *et al.*, 2023).

Kuantitas Pupuk Organik Cair

POC didapatkan dari degradasi sampah organik yang melepaskan kadar air pada sampah menjadi air lindi yang dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair (Siagian *et al.*, 2021). Proses dekomposisi bahan organik menggunakan maggot dan tanpa maggot menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam jumlah volume pupuk organik cair yang dihasilkan. Pada proses dekomposisi yang memanfaatkan maggot, diperoleh pupuk organik cair sebanyak 7.930

mL. Jumlah ini jauh lebih besar dibandingkan dengan proses dekomposisi tanpa menggunakan maggot, yang hanya menghasilkan 3.844 mL pupuk organik cair. Perbedaan volume ini menunjukkan bahwa penggunaan maggot dalam proses dekomposisi dapat meningkatkan produksi pupuk organik cair secara substansial. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa 10 kg sampah organik dapat menghasilkan 5,5 liter pupuk organik cair (POC) dengan bantuan pengurai EM4 (Rohmadi *et al.*, 2022). Hasil penelitian ini berbeda, di mana dari 18 kg sampah organik, POC M1 yang dihasilkan hanya 7,9 liter. Jika diukur untuk 10 kg sampah organik, jumlah POC yang dihasilkan adalah 4,4 liter. Ini menunjukkan bahwa jumlah POC yang dihasilkan dengan bantuan maggot lebih rendah dibandingkan dengan EM4 (Effective Microorganism 4). Hal ini disebabkan sekitar 40% sampah organik belum terurai oleh maggot, sehingga air lindi tidak keluar. Untuk meningkatkan jumlah POC ini, disarankan menambah jumlah maggot karena semakin banyak maggot yang digunakan, semakin besar pula air lindi yang dilepaskan maggot dari sampah organik.

Tabel 3. Kuantitas Volume POC

Kode Sampel	Volume POC (mL)
M01	4.066
M02	4.200
M03	3.354
M04	3.756
Rata-Rata	3.844
M11	7.953
M12	7.964
M13	7.929
M14	7.873
Rata-Rata	7.930

Peningkatan volume pupuk organik cair yang dihasilkan dengan menggunakan maggot dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, maggot memiliki kemampuan yang efisien dalam mengurai bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Lindawati *et al.* (2023) menjelaskan bahwa maggot BSF dapat meningkatkan dekomposisi sampah hingga 267%. Hal ini menunjukkan kemampuan maggot yang efisien dalam mengurai bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selain itu, maggot memiliki kemampuan untuk

mengurangi volume limbah secara signifikan. Indeks pengurangan limbah (*Waste Reduction Index/WRI*) yang tinggi menunjukkan efisiensi maggot dalam mengurangi substrat (Sihombing *et al.*, 2022). Kedua, aktivitas makan dan metabolisme maggot menghasilkan ekskreta yang kaya akan nutrisi dan mikroorganisme yang berkontribusi pada proses dekomposisi (Agustin *et al.*, 2023; Dinas Pertanian & Pangan Kabupaten Demak, 2022). Ketiga, pergerakan maggot dalam substrat dapat meningkatkan aerasi dan mempercepat proses penguraian (Fauzi & Muharram, 2019). Faktor-faktor ini secara kolektif berkontribusi pada peningkatan produksi cairan selama proses dekomposisi, yang pada akhirnya menghasilkan volume pupuk organik cair yang lebih besar dibandingkan dengan proses dekomposisi tanpa maggot. Adanya perbedaan kedua perlakuan ini dapat dibuktikan dengan uji t-independent untuk melihat perbedaan rata-rata volume antar perlakuan.

Tabel 4. Hasil Uji *T-independent* Kuantitas Volume POC

		Sig.	Sig. (2-tailed)
Volume POC	Equal variances assumed	0.024	0.000
	Equal variances not assumed		0.000

Uji signifikan 2-tailed (Tabel 4) pada banyaknya POC yang diperoleh menunjukkan nilai 0.000, nilai ini bermakna adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan M0 dan M1. Perlakuan M0 dan M1 sama-sama mengalami penguraian sampah organik dikarenakan adanya mikroorganisme pengurai di sampah organik. Menurut Gold *et al.* (2018) Mikroorganisme tersebut adalah *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* dan *Proteobacteria* yang mengurai sampah organik secara alami sehingga melepaskan air lindi. Perlakuan M1 menghasilkan volume POC lebih baik dibandingkan M0. Hal ini dikarenakan perlakuan M1 memiliki penambahan organisme berupa maggot dalam proses penguraian sampah organik sementara M0 tidak diberikan penambahan

maggot. Pemberian maggot berperan dalam mempercepat pelepasan kadar air dari sampah organik melalui produktivitasnya mendegradasi sampah organik (Kartika Dewi *et al.*, 2023; Siagian *et al.*, 2021).

Dalam aspek ekonomi, produksi POC dalam M1 memiliki nilai ekonomi yang lebih besar dibandingkan M0. Menurut penelitian Saleh (2016) harga POC di pasaran senilai Rp. 10.000/L dengan mengambil keuntungan sebesar Rp. 4.043/L. Hasil produksi POC pada M1 diperkirakan mendapatkan penjualan senilai Rp. 79.300 dengan keuntungan Rp. 32.048 dan penjualan POC di M0 senilai Rp. 38.400 dengan keuntungan Rp. 15.541. Peluang ekonomi dalam penanganan sampah organik mampu menyelesaikan masalah lingkungan dan masalah sosial. Menurut Paes *et al.* (2019), Pengelolaan sampah organik melalui prinsip ekonomi sirkular dapat berkontribusi pada perbaikan lingkungan, pengurangan emisi gas rumah kaca, pengurangan biaya, serta penciptaan lapangan kerja dan peluang investasi baru. Produksi POC dalam skala besar memungkinkan petani memperoleh pupuk berkualitas dengan biaya lebih rendah, sehingga meningkatkan hasil panen (Nurdin *et al.*, 2023). Dari aspek sosial, terdapat pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sampah organik menjadi POC untuk menciptakan lapangan pekerjaan (Aulia *et al.*, 2024; Yustini *et al.*, 2022). Aspek ekonomi dan sosial tersebut mampu mengatasi pencemaran lingkungan akibat sampah organik dan meningkatkan sanitasi lingkungan (Aulia *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini adalah; 1) Kualitas POC yang dihasilkan dari penguraian sampah organik dengan penambahan maggot (M1) lebih baik dibandingkan dengan tanpa penambahan maggot. Kandungan N, P dan K pada M1 lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan maggot (M0). 2) Volume POC yang dihasilkan dari penguraian sampah organik dengan penambahan Maggot (M0) lebih banyak dibandingkan tanpa penambahan maggot (M0). Volume POC yang dihasilkan pada perlakuan M1 sebanyak 7.930 mL dan pada M0 sebanyak 3.844 mL.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang memberikan dukungan dan membantu dalam proses pelaksanaan penelitian.

Referensi

- Achmad, F., & Mansyur, M. H. (2012). The Effect of The Old Fermentation of Liquid Organic Fertilizer with Rice Waste On Nitrogen Content, Phosphorus, And Potassium With The Addition Of Human Urine. *International Journal of Science and Environment*, 30–35. <https://ijsenet.com>
- Af'idah, N., Wijayadi, A. W., Hayati, N., Fitriyah, L. A., & Rochim, R. A. (2024). Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik dengan Metode Ember Tumpuk Untuk Budidaya Tanaman Karangkitri di Desa. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.33379/icom.v4i1.3620>
- Agustin, H., Warid, W., & Musadik, I. M. (2023). Kandungan Nutrisi Kasgot Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucensi*) Sebagai Pupuk Organik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 12–18. <https://doi.org/10.31186/jipi.25.1.12-18>
- Aulia, R. V., Pratiwi, S. A., Putra, C. A., Rasyid, H. F. Al, & Barrulanda, R. J. (2024). Pemanfaatan Limbah Organik Pertanian Menjadi Pupuk Organik Cair di Desa Musir Lor Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia*, 2(3), 383–390. <https://doi.org/10.54082/jpmii.472>
- Darwis, A. M., Ainul Febriyanti, N., Khaerunnisa, F., Diniarti, A., Annisa Wulan Yaksa, B., Juniarti, R., Suharto, T., Muhammad Ariefky Aulia Rosyada, L., & Baadilla, A. (2023). Pengelolaan Sampah Organik Rumah Tangga Berbasis Biokonversi Menggunakan Maggot BSF. *Prosiding Seminar Nasional Gelar Wicara*, 1(1), 506–506. <https://proceeding.unram.ac.id/index.php/wicara>
- Dinas Pertanian & Pangan Kabupaten Demak. (2022). *Pupuk Organik Cair Dari Maggot*.

- <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/ekno-lingkungan/19308-Pupuk-Organik-Cair-dari-Maggot>
- Erlangga, M. F. (2023). *Analisis Kualitas Pupuk Kasgot Cair Berdasarkan Variasi Bahan Organik* [UIN Raden Intan Lampung]. <http://repository.radenintan.ac.id/23623/>
- Fauzi, M., & Muharram, L. H. (2019). Karakteristik Bioreduksi Sampah Organik oleh Maggot BSF (Black Soldier Fly) pada Berbagai Level Instar: Review. *Journal of Science, Technology and Entrepreneurship*, 1(2), 134–139. <http://www.ejournal.umbandung.ac.id/index.php/JSTEM>
- Fauzi, M., Hastiani, L. M., Atur Suhada, Q. R., & Hernahadini, N. (2022). Pengaruh Pupuk Kasgot (Bekas Maggot) Magotsuka terhadap Tinggi, Jumlah Daun, Luas Permukaan Daun dan Bobot Basah Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 20(1), 20–30. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/>
- Fauziah Marintika, G., Cundari, L., & Kurniawan, F. H. (2023). Proses Pengeringan NPK Berdasarkan Evaluasi Rotary Dryer dan Kadar Air NPK di PT. Petrokimia Gresik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(1), 273–289. <https://doi.org/10.21776/jrm.v14i1.1279>
- Fitriana, I., Putri, S. K., & Sari, A. R. (2021). Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Fruit Leather Semangka Kuning (*Citrullus Lanatus*) Dengan Variasi Konsentrasi CMC. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v16i1.3498>
- Gold, M., Tomberlin, J. K., Diener, S., Zurbrugg, C., & Mathys, A. (2018). Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review. In *Waste Management* (Vol. 82, pp. 302–318). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.022>
- Hasaya, H., Navanti, D., Rizki Ramadhan, L., Susanto, I., Kartika, W., Shanti Meilani, S., Kustiyah, E., & Warningsih. (2024). Perbandingan Kompos Produk Pemanfaatan Limbah Maggot Black Soldier Fly (Bsf) Dengan Kompos Sampah Organik. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 24(1), 1–11.
- Hastuti, B., Astuti, R. K., & Hadi, S. (2022). Effect of Fermentation Time and Sugar Concentration on the Quality Characteristic of Organic Fertilizer from Cattle and Rabbit Manure Using Vinnase Media. *Moroccan Journal of Chemistry*, 10(3), 387–395. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v10i3.32666>
- Ichwanto, M. A., Musthofa, M., Ansyorie, A., Yulistiyorini, A., Septia, M., Dewi, S., Widiastuti, F. I., & Debytiantama, G. B. (2023). Pengolahan Sampah Ramah Lingkungan menggunakan Maggot-Aerob untuk Kesejahteraan Tanah. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 3(2), 56–61. <https://doi.org/10.17977/um067v3i2p56-61>
- Kartika Dewi, M., Widiatningrum í, T., Subekti, N., Setiati, N., Biologi, J., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, F. (2023). *Efektivitas Jenis dan Frekuensi Pemberian Sampah Organik terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Biokonversi Maggot BSF (Hermetia illucens)*. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci>
- Kusuma, M. E., & Kastalani. (2020). Efektifitas Berbagai Sumber Air Sebagai Pelarut Terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah RPH. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 9(2).
- Kusumawati, P. E., Dewi, Y. S., & Sunaryanto, R. (2020). Pemanfaatan Larva Lalat Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Untuk Pembuatan Pupuk Kompos Padat dan Pupuk Kompos Cair. *Jurnal Techlink*, 4(1), 5–7.
- Lim, S. L., Lee, L. H., & Wu, T. Y. (2016). Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: Recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 111, pp. 262–278). Elsevier Ltd.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.083>
- Lindawati, L., Gameli, C. R., Wijayantono, W., Firwandri Marza, R., Afridon, A., Terapan, S., Lingkungan, S., Lingkungan, J. K., & Padang, K. (2023). *Efektivitas Maggot Black Soldier Fly Sebagai Pengurai Sampah Sayur-sayuran, Sampah Buah-Buahan dan Sisa Makanan Tahun 2023* (Vol. 33, Issue 1).
- Liu, T., Awasthi, M. K., Awasthi, S. K., Duan, Y., & Zhang, Z. (2020). Effects of black soldier fly larvae (Diptera: Stratiomyidae) on food waste and sewage sludge composting. *Journal of Environmental Management*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.10.9967>
- Menteri Pertanian RI. (2019). *Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310//M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah*. 5. <https://psp.pertanian.go.id/layanan-publik/keputusan-menteri-pertanian-nomor-261-kpts-sr-310-m-4-2019-tentang-persyaratan-teknis-minimal-pupuk-organik-pupuk-hayati-dan-pembenh-tanah>
- Nadeem, M., Navida, M., Ameer, K., Siddique, F., Iqbal, A., Malik, F., Ranjha, M. M. A. N., Yasmin, Z., Kanwal, R., & Javaria, S. (2022). Watermelon nutrition profile, antioxidant activity, and processing. In *Korean Journal of Food Preservation* (Vol. 29, Issue 4, pp. 531–545). Korean Society of Food Preservation. <https://doi.org/10.11002/KJFP.2022.29.4.531>
- Nalhadi, A., Syarifudin, S., Habibi, F., Fatah, A., & Supriyadi, S. (2020). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga menjadi Pupuk Organik Cair. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 43–46. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v4i1.2134>
- Nordahl, S. L., Devkota, J. P., Amirebrahimi, J., Smith, S. J., Breunig, H. M., Preble, C. V., Satchwell, A. J., Jin, L., Brown, N. J., Kirchstetter, T. W., & Scown, C. D. (2020). Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions and Human Health Trade-Offs of Organic Waste Management Strategies. *Environmental Science and Technology*, 54(15), 9200–9209. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00364>
- Norfai. (2022). *Analisis Data Penelitian (Analisis Univariat, Bivariat dan Multivariat)*. Qiara Media.
- Nurdin, N., Moonti, A., Taha, S. R., Adam, E., & Rahman, R. (2023). Potensi Pasar Pupuk Organik Masyarakat Perkotaan di Gorontalo: Tinjauan Aspek Pengetahuan dan Perilaku. *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis): Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 8(3), 199–206. <https://doi.org/10.37149/jia.v8i3.611>
- Paes, L. A. B., Bezerra, B. S., Deus, R. M., Jugend, D., & Battistelle, R. A. G. (2019). Organic solid waste management in a circular economy perspective – A systematic review and SWOT analysis. *Journal of Cleaner Production*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086>
- Payadnya, P. A. A., & Jayantika, I. G. A. N. T. (2018). *Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik Dengan SPSS*. Deepublish.
- Putri, M. S. A. P., Dahlan, M., Fadlilah, A., Rusminah, S., Chusnul Khitam, M., Putri Yani, Y., Ahsan, E., & Haqiqi, R. (2023). Effectiveness of Organic Waste Degradation Level using the Black Soldier Fly Maggot. *Journal of Health Science and Prevention*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.29080/jhsp.v7i1.882>
- Rohmadi, M., Septiana, N., & Astuti, P. A. P. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Kompos dari Limbah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 880–886. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.880-886>
- Rosalina, L., Oktarina, R., Rahmiati, & Saputra, I. (2023). *BUKU AJAR STATISTIKA*. CV. Muharika Rumah Ilmiah. www.muharikarumahilmiah.com
- Saleh, W. (2016). Analisis Usaha Pembuatan Pupuk Organik Cair di Desa Sriwangi Kabupaten Oku Timur. *Jurnal Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Belitang*, 1(1), 1–6.

- Salsabila, A. A., Suryani, D., Yuliati, N., Ardiansyah, R., Veteran, U. ", & Timur, J. (2023). Budidaya Telur Maggot Lalat Black Soldier Flies (BSF) Skala Rumah Tangga Sebagai Pakan Ikan. In *Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian* (Vol. 1, Issue 2).
- Sari, D. A. P., Taniwiryono, D., Andreina, R., Nursetyowati, P., & Irawan, D. S. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Hasil Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bantuan Larva Black Soldier Fly (BSF). *Agro Bali : Agricultural Journal*, 5(1), 102–112. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i1.848>
- Sharma, B., Vaish, B., Monika, Singh, U. K., Singh, P., & Singh, R. P. (2019). Recycling of Organic Wastes in Agriculture: An Environmental Perspective. In *International Journal of Environmental Research* (Vol. 13, Issue 2, pp. 409–429). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s41742-019-00175-y>
- Siagian, S. W., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2021). Analisis Suhu, pH, dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi Dari Sampah Sisa Makanan dan Sampah Buah. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 13(2), 166–176.
- Sihombing, S. M., Yunilas, & E. Mirwandhono. (2022). Maggot Production in Various Organic Wastes (Vegetables, Fruits, Food Processing Industries): Potential as Alternative Feed Substitutes for Fish Meal. *Jurnal Peternakan Integratif*, 10(2), 111–116. <https://doi.org/10.32734/jpi.v10i2.9231>
- Silmi, F. F., Shintawati, & Variyana, Y. (2023). Ekstraksi Kalium Pada Abu Kulit Pisang Dengan Variasi Rasio Solvent Dan Media Pemanas. *Journal Applied of Science and Chemical Engineering*, 1(1), 7–10. <https://jurnal.polinela.ac.id/joasce>
- Susilo, H., Nurmayulis, N., Syahbana, M. A., & Sodik, A. H. (2024). The Potential of Frass BSF as an Organic Fertilizer for Making Sustainable Agriculture a Reality. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 209–215. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2.6782>
- Suwirman, S., Noli, Z. A., Rahayu, R., & Yuda, Y. P. (2022). Pengaruh Air Lindi Sisa Pakan Maggot (*Hermetia illucens*) terhadap Pertumbuhan Sawi Pagoda (*Brassica rapa* var. *narinosa* L.) dengan Sistem Hidroponik. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 5(2), 240–250. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i2.867>
- Tashyrev, O., Hovorukha, V., Havryliuk, O., Sioma, I., Gladka, G., Kalinichenko, O., Włodarczyk, P., Suszanowicz, D., Zhuk, H., & Ivanov, Y. (2022). Spatial Succession for Degradation of Solid Multicomponent Food Waste and Purification of Toxic Leachate with the Obtaining of Biohydrogen and Biomethane. *Energies*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/en15030911>
- Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Regional Lingsar. (2023). *Data Sampah TPSTR Lingsar*.
- Ulfritri, N. (2021). Analisis Kadar Unsur Hara Makro Pupuk Cair Organik Rumput Laut Merah (*Gracilaria* Sp.) Melalui Proses Pengomposan. In *Doktoral Disertation UIN Ar-raniry*.
- Ussolikhah, N., Sukarnoto, T., Maula, F., Dwi Tamara, A., Nurmala Sari, C., Ak, E., Ana Rosa, M., Adita, R., Ratnasari, N., & Adi Kurniawan, F. (2023). Pengolahan Sampah Organik Budidaya Maggot Berpotensi untuk Meningkatkan Kesejahteraan Desa Adidharma. *Jurnal Community of Urban Development*, 1(2), 56–61.
- Utami, I., Luqmana, I., Putra, I., Khotimah, K., Pangestu, R. G., Program,), Biologi, S., Sains, F., Terapan, T., & Dahlan, U. A. (2020). Maggot Black Soldier Fly Sebagai Agen Degradasi Sampah Organik dan Pakan Ternak Warga Mergangsan Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2). <http://logista.fateta.unand.ac.id>
- Yazirin, C., Basjir, M., Syaaban, A. S., Nur Azizah, Y., Alwan Al Ariqy, M., Mahar Dika, A., Cahyani, F., Arimurtri, A., Maulida, A., Arsono Sholehudin, M., Fariz, A., Lailatul Farida, M., Fadhil, S., & Artikel, R. (2023). Inovasi pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dengan memanfaatkan limbah pertanian. *Jurnal*

- Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 656(3), 656–663.
<https://doi.org/10.33474/jp2m.v4i3.20640>
- Yosilia, R., Hoya, A. L., Erlangga, M. F., Kamelia, M., & Alkausar, T. (2023). NPK Concentration In Liquid Maggot Fertilizer Made From Different Organic Resources Analyzed. *Al Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(3), 96–102.
<https://doi.org/10.31602/jst.v9i3.11922>
- Yuan, X., Dissanayake, P. D., Gao, B., Liu, W. J., Lee, K. B., & Ok, Y. S. (2021). Review on upgrading organic waste to value-added carbon materials for energy and environmental applications. *Journal of Environmental Management*, 296.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113128>
- Yustini, R., Mujanah, S., Muchip M, C., Desi, D., & Susilo, R. H. (2022). Peningkatan Kuantitas Dan Kualitas Produk Umkm Pupuk Cair Organik Di Desa Banyurip Kabupaten Gresik. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 4(4), 708–717.
<https://doi.org/10.36312/sasambo.v4i4.929>