E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1472-1488
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

Pengaruh Variasi Waktu Pre-Treatment Sampah Organik Pasar Terhadap Kecepatan Reduksi Berat Sampah Oleh Larva Maggot Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)

Risky Nur Fitriana

Program Studi Sanitasi Lingkungan, Politeknik Kesehatan Banjarmasin
fitrianaaa99@gmail.com

Abstrak

Sampah organik yang tidak dikelola dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Larva maggot Hermetia illucens dapat dimanfaatkan sebagai agen biodegradasi untuk mengurangi volume sampah organik secara cepat. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi waktu pre-treatment sampah organik terhadap kecepatan reduksi sampah organik oleh larva maggot. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan post test only design. Variasi waktu pre-treatment yang digunakan yaitu 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, dan 4 hari dengan 4 kali pengulangan pada setiap perlakuan. Data hasil reduksi berat sampah organik dianalisis menggunakan uji One Way ANOVA untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh variasi waktu pre-treatment terhadap kecepatan reduksi sampah organik oleh larva maggot. Persentase reduksi tertinggi diperoleh pada perlakuan pre-treatment 4 hari sebesar 82,68%, sedangkan terendah pada kontrol sebesar 59,53%. Perlakuan dengan waktu pre-treatment yang lebih lama menunjukkan kecenderungan peningkatan reduksi sampah. Masyarakat dapat memanfaatkan metode pelayuan sebelum diberikan ke maggot untuk meningkatkan efektivitas reduksi sampah. Penelitian selanjutnya disarankan meneliti pengaruh jenis substrat dan kandungan nutrisi terhadap aktivitas maggot. Pengelolaan sampah organik berbasis maggot diharapkan dapat menjadi alternatif pengurangan sampah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Pre-Treatment, Sampah Organik, Maggot BSF, Reduksi Sampah

Abstract

Organic waste generated from traditional markets can cause environmental pollution. Black Soldier Fly (Hermetia illucens) larvae can be utilized as bioconversion agents to reduce the volume of organic waste rapidly. This study aimed to determine the effect of varying pre-treatment durations of market organic waste on the waste weight reduction rate by maggot larvae.This study employed a true experimental design using a post-test only design. The pre-treatment durations applied were 0 days, 1 day, 2 days, 3 days, and 4 days, with four replications for each treatment. Data analysis was conducted using One-Way ANOVA to determine the effect of the treatments. The results showed that the duration of pre-treatment significantly affected the waste reduction rate by maggot larvae. The highest waste reduction percentage was observed in the 4-day pre-treatment treatment at 82.6%, while the lowest was found in the control treatment at 59.53%. The 4-day pre-treatment treatment also resulted in the highest increase in maggot weight. The community can utilize a 4-day pre-treatment method before feeding organic waste to maggots to improve waste reduction efficiency. Further studies are recommended to investigate the influence of substrate type and nutrient content on maggot activity. Organic waste management based on maggot

bioconversion is expected to be an effective and environmentally friendly solution for reducing organic waste.

Keywords : Pre-Treatment, Organic Waste, BSF Maggot, Waste Reduction Rate

LATAR BELAKANG

Sampah merupakan kasus lingkungan yang banyak ditemui di wilayah Indonesia. Sampah menjadi permasalahan baik di perkotaan serta perdesaan karena keterbatasan lahan dan kemampuan dalam menanggulanginya (Krisnani et al., 2017). Data Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Tahun 2024 menyebutkan bahwa sebanyak 65,83% sampah di Indonesia masih diangkut dan dibuang ke *landfill*. Oleh karena itu, pengolahan sampah organik yang berkelanjutan diperlukan agar sebagian besar sampah organik yang masuk ke *landfill* dikurangi dan biaya pengolahan lindi dan gas metana diminimalkan (Hartono et al., 2021).

Berdasarkan data (KLHK) juga, jumlah timbulan sampah di Indonesia komposisi sampah didominasi oleh sampah organik. Sampah organik adalah sampah yang berasal dari bahan-bahan hayati, contohnya: sisa makanan, sayuran, buah-buahan, kulit buah, daun. Selain itu, sampah organik juga merupakan kontributor terbesar dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca jika tidak terkelola dengan baik (Qowasmi, 2023).

Pasar adalah tempat terjadinya transaksi jual beli yang ada di suatu negara. Aktivitas jual beli ini menjadi salah satu penyebab terjadinya timbulan sampah yang cukup besar setiap harinya. Timbulan sampah akan menjadi masalah utama terjadinya penumpukkan di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) apabila sampah organik tersebut tidak dikelola. Sampah yang sudah menumpuk pada TPS akan menjadi semakin tertumpuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Menurut (Musfirah, 2019) harus ada upaya yang dilakukan untuk mengurangi atau mengantisipasi dampak dari timbulan sampah organik karena jika sampah organik dari hasil produksi atau aktivitas yang besar akan berdampak pada penumpukan sampah dan menjadi sumber polusi udara dan sumber penyakit. Sedangkan (Sharma et al., 2019) juga menyatakan salah satu upaya untuk mengatasi masalah ini yaitu diperlukan pendekatan yang efektif dan bernilai ekonomis. Pengelolaan dan daur ulang sampah organik yang efektif memiliki potensi yang signifikan untuk mengatasi masalah lingkungan. Dengan mengubah sampah organik menjadi sumber daya yang berharga karena dapat menciptakan peluang ekonomi (Lim et al., 2016).

Alternatif teknologi yang dikembangkan untuk mengolah sampah organik salah satunya yakni biokonversi dengan memakai maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Biokonversi bahan organik oleh larva maggot (*Black Soldier Fly*) adalah metode daur ulang yang sangat efektif dan menguntungkan. Pada prosesnya larva dari BSF ini mampu digunakan untuk mengolah sampah organik menjadi kasgot. Maggot adalah larva lalat tentara hitam atau *Black Soldier Fly* (BSF) yang memiliki peran sebagai agen degradasi sampah organik (Utami et al., 2020).

Studi lain menunjukkan bahwa larva maggot (*Black Soldier Fly*) baik digunakan untuk mengurangi sampah organik dalam volume besar dan mengurangi bau yang menyengat dari pembusukan sampah. Maggot secara aktif akan mengkonsumsi sampah organik selama 2-3 minggu untuk proses pertumbuhannya (bin Syofyan et al., 2022). Masa hidup larva cukup lama (± 4 minggu) dan mudah dibudidayakan (Kahar et al., 2020).

Kemudian penelitian (Saputra et al., 2025) mengatakan biokonversi sampah daun pisang dengan bantuan maggot serta sisa makanan, sayuran, dan buah- buahan memerlukan waktu sekitar 19 hari dan menekankan penggunaan maggot sebagai dekomposer utama terbukti signifikan mempercepat proses biokonversi limbah, baik dalam konteks rumah

tangga maupun skala industri. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kecepatan reduksi sampah oleh maggot mempunyai kontribusi terhadap penurunan volume sampah organik melalui proses biokonversi yang efisien.
Sementara itu penelitian yang dilakukan (Isibika et al., 2019) meneliti bagaimana *pre-treatment* kulit pisang dapat meningkatkan kualitas degradasi oleh larva BSF. Hasil menunjukkan bahwa *pre-treatment* secara signifikan meningkatkan efisiensi penguraian karena struktur serat yang terurai menjadi lebih mudah dicerna oleh maggot dibandingkan kulit pisang mentah. Meski fokusnya pada jerami jagung, penelitian (Gao et al., 2019) juga relevan karena menunjukkan bahwa substrat fermentasi mampu meningkatkan performa biokonversi oleh larva BSF, misalnya pertumbuhan lebih baik, waktu hidup lebih efisien, dan konversi nutrien lebih optimal.
Hal ini mendukung hipotesis bahwa *pre-treatment* dapat meningkatkan kualitas substrat serta percepatan penurunan sampah organik. Namun berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, belum banyak kajian mengenai variasi waktu *pre-treatment* sampah organik pasar dalam pemanfaatan maggot untuk melihat pengaruhnya terhadap kecepatan reduksi sampah oleh maggot. Hal inilah yang mendorong peneliti ingin meneliti topik ini guna mengembangkan inovasi dalam pengelolaan sampah organik yang sesuai dengan tujuan penulis yaitu kecepatan dalam mereduksi sampah organik, yang ramah lingkungan, bernilai ekonomis karena menghasilkan produk lain yang bernilai tambah dan lebih efisien karena proses penguraian diharapkan akan lebih cepat.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan rancangan True Experimental Design menggunakan Post-Test Only Control Group Design dan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh variasi waktu pre-treatment (pelayuan) sampah organik pasar terhadap kecepatan reduksi berat sampah oleh larva maggot Black Soldier Fly (Hermetia illucens).
Perlakuan terdiri atas lima kelompok, yaitu kontrol tanpa pre-treatment (0 hari) serta pre-treatment selama 1, 2, 3, dan 4 hari. Jumlah pengulangan ditentukan menggunakan rumus Federer sehingga diperoleh empat kali pengulangan pada setiap perlakuan, dengan total 20 unit percobaan.
Setiap unit percobaan menggunakan 1 kg sampah organik pasar yang terdiri dari campuran sampah buah dan sayur dengan perbandingan 1:1. Sampah yang telah mengalami pre-treatment kemudian diberikan kepada larva maggot berumur 7 hari sebanyak 20 gram. Proses biokonversi diamati selama 7 hari dengan pengukuran harian terhadap persentase reduksi sampah, suhu, pH, dan kelembapan media.
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi waktu pre-treatment sampah organik (0, 1, 2, 3, dan 4 hari), sedangkan variabel terikat adalah kecepatan reduksi berat sampah oleh maggot. Variabel pengganggu yang dikendalikan meliputi rasio C/N, suhu, pH, dan kelembapan media.
Data dikumpulkan melalui observasi dan pengukuran menggunakan timbangan digital, pH meter, soil thermometer, dan soil tester. Analisis data dilakukan secara univariat untuk menggambarkan karakteristik data, kemudian dilanjutkan dengan analisis bivariat menggunakan uji normalitas. Jika data berdistribusi normal digunakan uji One-Way ANOVA yang dilanjutkan dengan Post Hoc Test. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Sampah organik merupakan bahan yang secara alami akan mengalami degradasi atau penguraian yang disebabkan adanya mikroorganisme. Secara alami proses penguraian sampah organik membutuhkan waktu yang lama yaitu sekitar 7-60 hari secara alami tergantung jenis substrat sampah organik dan kondisi lingkungan, dan sekitar 3-20 hari apabila menggunakan organisme hidup larva magot (Monita *et a*l., 2017). Namun reduksi sampah ini dapat dipercepat lagi dengan bantuan *pre-treatment* atau pemberian perlakuan awal terlebih dahulu (Isbhika *et al.,* 2019). Dalam penelitian ini variasi waktu *pre-treatment* digunakan sebagai metode mempercepat proses reduksi, serta mempermudah larva dalam mengkonsumsi bahan organik.

Penelitian dilakukan dengan membandingkan variasi *pre-treatment*, dilakukan dengan metode pelayuan alami sampah organik pasar dengan variasi waktu yaitu 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, dan 4 hari. Proses pelayuan ini bertujuan untuk menurunkan kadar air, melunakkan struktur bahan, serta memulai proses dekomposisi awal oleh mikroorganisme. Penelitian ini menggunakan sampah organik berupa buah dan sayur yang diperoleh dari pasar dengan total 20 kg, terdiri dari 10 kg sampah buah dan 10 kg sampah sayur yang telah diberikan perlakuan sebelumnya. Perlakuan yang diberikan berupa pelayuan sampah dengan variasi waktu, yaitu 4 hari, 3 hari, 2 hari, dan 1 hari sesuai dengan rancangan pada proposal.

Gambaran Khusus

1. **Reduksi Berat Sampah Oleh Magot**

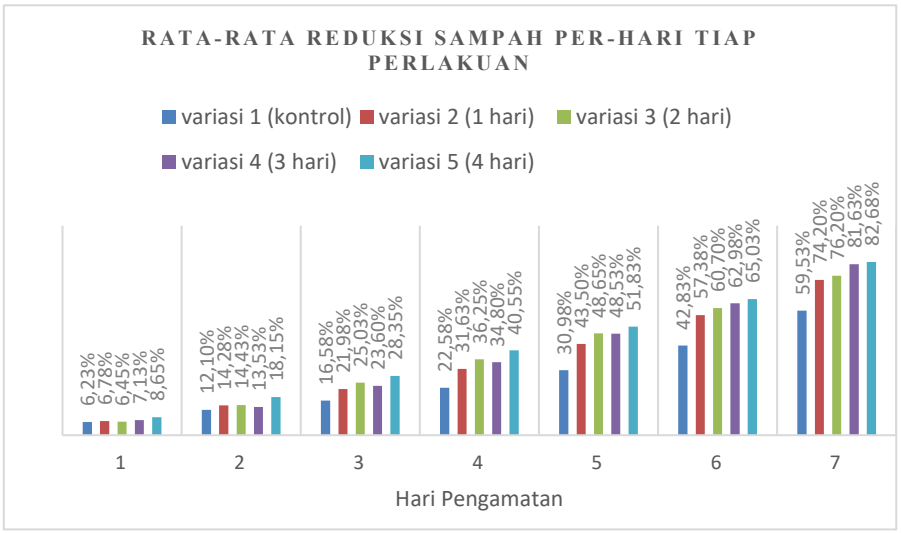
Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk persentase reduksi sampah organik karena variabel yang diamati adalah kemampuan larva maggot dalam mereduksi berat sampah selama proses biokonversi. Persentase reduksi digunakan untuk menunjukkan besarnya penurunan berat sampah dari berat awal hingga berat akhir pada setiap perlakuan sehingga perbedaan efektivitas reduksi antar kelompok perlakuan dapat dibandingkan secara lebih jelas.

Rata rata reduksi berat sampah oleh magot setiap harinya pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rata-Rata Reduksi Berat Sampah Per-Hari Setiap Perlakuan

Variasi waktu pre-treatment	Persentase Reduksi Berat Sampah (%)						
	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	hari 5	hari 6	hari 7
0 hari/ kontrol	6,23%	12,10%	16,58%	22,58%	30,98%	42,83%	59,53%
1 hari	6,78%	14,28%	21,98%	31,63%	43,50%	57,38%	74,20%
2 hari	6,45%	14,43%	25,03%	36,25%	48,65%	60,70%	76,20%
3 hari	7,13%	13,53%	23,60%	34,80%	48,53%	62,98%	81,63%
4 hari	8,65%	18,15%	28,35%	40,55%	51,83%	65,03%	82,68%

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata persentase reduksi berat sampah organik oleh larva maggot mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama *pre-treatment* atau pelayuan sampah. Adapun rata-rata reduksi sampah per-hari untuk setiap perlakuan dapat dilihat dalam bentuk diagram pada gambar 1

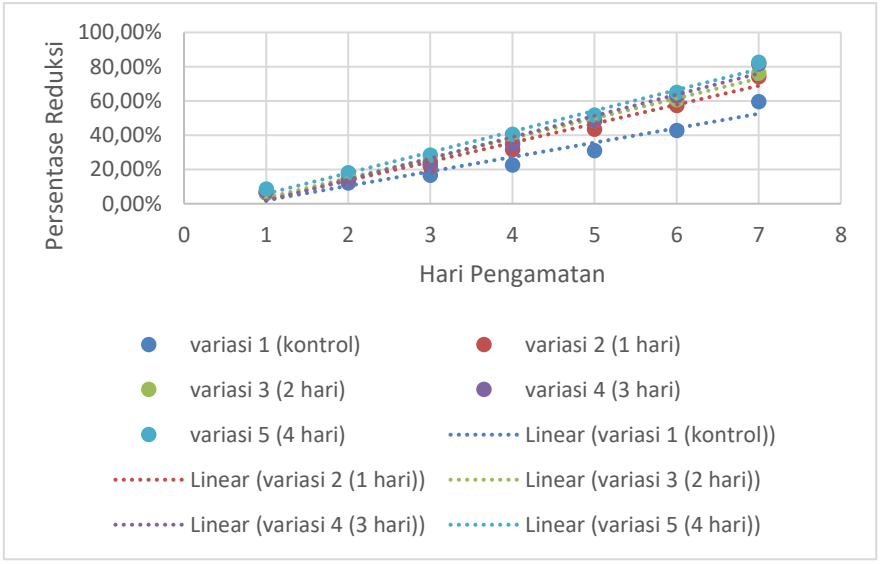


Gambar 1 Rata-Rata Reduksi Berat Sampah Per-Hari Setiap Perlakuan

Berdasarkan gambar 1 diketahui rata-rata persentase reduksi sampah per-hari setiap perlakuan mengalami peningkatan pada seluruh variasi perlakuan dari hari pertama hingga hari ketujuh. Variasi 1 tanpa pelayuan (kontrol) menunjukkan nilai reduksi paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan variasi dengan *pre-treatment* pelayuan memberikan hasil reduksi yang lebih tinggi.

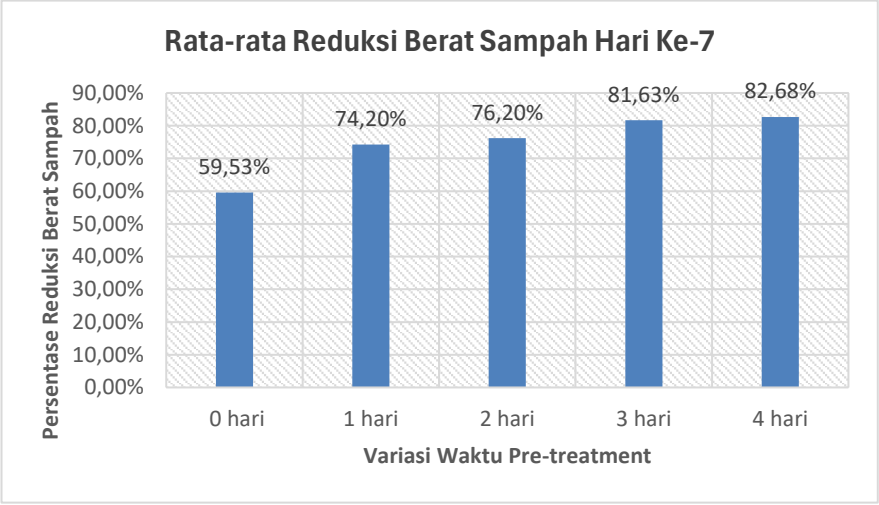
Waktu *Pre-treatment* Sampah Organik Paling Optimal

Berdasarkan hasil pengukuran reduksi berat sampah organik, didapatkan data hasil dan kemudian dibuat grafik reduksi tiap perlakuan setiap hari selama 7 hari waktu pengamatan pada gambar 2 sebagai berikut



Gambar 2 Rata-Rata Reduksi Berat Sampah Tiap Variasi *Pre-treatment*

Berdasarkan gambar 2 diatas garis pada grafik menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan persentase reduksi sampah organik pada seluruh perlakuan selama masa pengamatan. Kemiringan garis menunjukkan bahwa proses reduksi oleh larva maggot BSF mengalami peningkatan secara bertahap setiap harinya. Namun dapat dilihat garis pada variasi 5 menunjukan kenaikan yang lebih signifikan dibandingkan variasi lainnya. Adapun grafik rata-rata reduksi berat sampah oleh magot setiap perlakuan pada pengamatan hari ke-7 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rata-Rata Reduksi Berat Sampah Hari Ke-7

Grafik diatas merupakan rata-rata persentase reduksi berat sampah setiap perlakuan pada hari ke-7 pengamatan. Pada hari ke-7 Variasi 1 (0 hari tanpa *pre-treatment*/kontrol) menunjukkan rata-rata reduksi terendah sebesar 59,5%, sedangkan Variasi 2 (1 hari), Variasi 3 (2 hari), Variasi 4 (3 hari), dan Variasi 5 (4 hari) masing-masing mengalami peningkatan menjadi 74,2%, 76,2%, 81,6%, dan 82,6%. Sehingga berdasarkan grafik diatas, perlakuan *pre-treatment* 4 hari menunjukkan rata-rata reduksi tertinggi dan yang paling optimal dibandingkan perlakuan lainnya.

Analisis Data

Statistik uji yang digunakan adalah uji *One Way Anova*. Namun sebelum dilakukan uji *One Way Anova*, dilakukan Uji normalitas untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji normalitas *Shapiro-Wilk* karena sampel < 30 (Dahlan, 2013). Hasil pengujian normalitas data penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 2 Hasil Uji Normalitas

Variasi Waktu Pre-Treatment		*Shapiro-Wilk*			Kesimpulan
		Statistic	*df*	Sig.	
Reduksi	Kontrol	.969	4	.837	H_0 diterima

Berat Sampah	1 hari	.806	4	.114	H_0 diterima
	2 hari	.958	4	.768	H_0 diterima
	3 hari	.903	4	.445	H_0 diterima
	4 hari	.885	4	.358	H_0 diterima

Berdasarkan hasil uji normalitas data pada tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa nilai signifikansinya > α (0,05) maka dapat disimpulkan data berdistribusi normal. Uji selanjutnya yang dilakukan adalah uji homogenitas variansi. Uji homogenitas variansi data bertujuan untuk menguji apakah setiap kelompok perlakuan mempunyai data yang homogen atau tidak. Data dikatakan homogen apabila nilai sig > α (0,05).

Berdasarkan hasil uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi α (0,082) sehingga data dinyatakan homogen dan dapat dilanjutkan dengan uji *One Way Anova*. Hasil pengujian *One Way Anova* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji *One Way Anova*

	Sum of Squares	**df**	***Mean Square***	**F**	**Sig.**
Between Groups	109768,414	4	27442,104	9,739	.001
Within Groups	39446,695	14	2817,621		
Total	149215,109	18			

Berdasarkan hasil uji *One Way Anova* pada tabel 3 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,001 (p < 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya terdapat pengaruh atau perbedaan yang signifikan dari variasi waktu *pre-treatment* sampah organik terhadap reduksi berat sampah oleh larva maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens*). Kemudian dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* untuk mengetahui kelompok perlakuan mana yang memiliki perbedaan signifikan terhadap reduksi berat sampah organik oleh larva maggot. Hasil *Post-Hoc* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil *Post-Hoc*

Multiple Comparisons						
(I) Variasi Waktu Pre-treatment	(J) Variasi Waktu Pre-treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	1 hari	89,25000*	40,54149	,045	2,2972	176,2028
	2 hari	164,75000*	40,54149	,001	77,7972	251,7028
	3 hari	190,87500*	40,54149	,000	103,9222	277,8278
	4 hari	223,47500*	40,54149	,000	136,5222	310,4278
1 hari	Kontrol	-89,25000*	40,54149	,045	-	-2,2972

					176,2028	
	2 hari	75,50000	37,53412	,064	-5,0027	156,0027
	3 hari	101,62500*	37,53412	,017	21,1223	182,1277
	4 hari	134,22500*	37,53412	,003	53,7223	214,7277
2 hari	Kontrol	-164,75000*	40,54149	,001	-251,7028	-77,7972
	1 hari	-75,50000	37,53412	,064	-156,0027	5,0027
	3 hari	26,12500	37,53412	,498	-54,3777	106,6277
	4 hari	58,72500	37,53412	,140	-21,7777	139,2277
3 hari	Kontrol	-190,87500*	40,54149	,000	-277,8278	-103,9222
	1 hari	-101,62500*	37,53412	,017	-182,1277	-21,1223
	2 hari	-26,12500	37,53412	,498	-106,6277	54,3777
	4 hari	32,60000	37,53412	,400	-47,9027	113,1027
4 hari	Kontrol	-223,47500*	40,54149	,000	-310,4278	-136,5222
	1 hari	-134,22500*	37,53412	,003	-214,7277	-53,7223
	2 hari	-58,72500	37,53412	,140	-139,2277	21,7777
	3 hari	-32,60000	37,53412	,400	-113,1027	47,9027
*The mean difference is significant at the 0.05 level						

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa hasil uji lanjut *Post Hoc* LSD diketahui bahwa terdapat perbedaan bermakna antara reduksi sampah organik dengan beberapa kelompok perlakuan. Kelompok kontrol menunjukkan perbedaan terhadap seluruh kelompok perlakuan, yang menunjukkan bahwa pemberian *pre-treatment* berpengaruh terhadap kemampuan larva maggot dalam mereduksi sampah organik. Perlakuan *pre-treatment* 1 hari menunjukkan perbedaan terhadap perlakuan kontrol, 3 hari dan 4 hari. Perlakuan *pre-treatment* 2 hari menunjukkan perbedaan terhadap perlakuan kontrol. Perlakuan 3 hari maupun 4 hari menunjukkan perbedaan terhadap perlakuan kontrol dan 1 hari.

Pembahasan Penelitian

1. Reduksi Sampah Oleh Larva Magot

Variasi 1 (Kontrol/0 hari)

Pada variasi 1 (kontrol), sampah organik diberikan kepada larva maggot tanpa dilakukan *pre-treatment* atau pelayuan terlebih dahulu. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan kontrol menunjukkan persentase reduksi paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 59,53% pada hari ke-7. Rendahnya persentase reduksi pada perlakuan kontrol disebabkan oleh kondisi sampah yang masih segar sehingga struktur bahan masih

keras, kadar air masih tinggi, dan proses dekomposisi awal oleh mikroorganisme belum berlangsung optimal. Kondisi tersebut menyebabkan larva maggot membutuhkan waktu lebih lama untuk mengonsumsi bahan organik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Isibika et al. 2019) yang menyatakan bahwa *pre-treatment* pada limbah organik dapat meningkatkan efisiensi penguraian karena struktur bahan menjadi lebih lunak dan mudah dicerna oleh larva *Black Soldier Fly*. Tanpa adanya perlakuan awal, bahan organik cenderung masih memiliki kandungan substrat yang lebih tinggi sehingga lebih sulit dicerna oleh enzim pencernaan larva. Kemudian untuk penambahan berat magot kontrol atau tanpa pelayuan, sampah organik masih dalam kondisi segar sehingga struktur jaringan bahan masih relatif utuh dan lebih sulit dicerna oleh larva. Akibatnya, sebagian energi yang diperoleh larva digunakan untuk proses pencernaan sehingga konversi nutrisi menjadi biomassa tubuh belum berlangsung secara maksimal. Hal ini menyebabkan pertambahan berat maggot pada perlakuan kontrol relatif lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Selama proses penelitian, suhu pada perlakuan kontrol berada pada kisaran 26–29°C, pH berkisar 6,1–7,0, dan kelembapan berada pada kisaran skala 7–8. Kondisi tersebut masih mendukung aktivitas larva maggot dalam proses biokonversi sampah organik. Menurut Wardhani et al. (2025), suhu optimal bagi aktivitas makan dan metabolisme larva berada pada kisaran 27–35°C. Suhu yang sesuai akan meningkatkan aktivitas enzim dan laju konsumsi pakan oleh larva sehingga proses reduksi sampah dapat berlangsung dengan baik. Selain itu, pH yang mendekati netral mendukung kerja enzim pencernaan larva, sedangkan kelembapan yang cukup membantu menjaga kondisi substrat tetap lunak dan mudah dikonsumsi. Oleh karena itu, meskipun persentase reduksi pada perlakuan kontrol merupakan yang terendah, kondisi suhu, pH, dan kelembapan selama penelitian tetap berperan dalam mendukung terjadinya proses reduksi sampah organik.

Variasi 2 (1 hari)

Pada variasi 2, sampah organik diberikan perlakuan *pre-treatment* selama 1 hari sebelum diberikan kepada larva maggot. Hasil penelitian menunjukkan persentase reduksi sebesar 74,20% pada hari ke-7, lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Peningkatan reduksi ini menunjukkan bahwa proses pelayuan membantu proses dekomposisi awal sehingga bahan organik menjadi lebih lunak dan lebih mudah dikonsumsi oleh larva maggot. Menurut Isibika et al. (2019), *pre-treatment* dapat meningkatkan efisiensi penguraian oleh larva BSF karena struktur bahan menjadi lebih mudah dicerna. Penambahan berat magot pada perlakuan *pre-treatment* 1 hari, lebih tinggi dibandingkan kontrol karena proses pelayuan mulai melunakkan struktur sampah organik sehingga lebih mudah dikonsumsi larva.

Selama penelitian, suhu berada pada kisaran 26–28°C, pH berkisar 6,6–7,0, dan kelembapan berada pada skala 6,5–7,8. pH yang mendekati netral dapat meningkatkan aktivitas enzim amilase, lipase, dan protease yang berfungsi dalam proses pencernaan bahan organik oleh larva. Selain itu, kelembapan yang cukup membantu menjaga tekstur media tetap sesuai untuk aktivitas makan larva. Dengan kondisi lingkungan yang mendukung tersebut, larva mampu memanfaatkan substrat hasil pelayuan 1 hari secara lebih efektif sehingga persentase reduksi meningkat dibandingkan perlakuan kontrol.

Variasi 3 (2 hari)

Pada variasi 3, sampah organik dilayukan selama 2 hari sebelum diberikan kepada larva maggot. Hasil penelitian menunjukkan persentase reduksi sebesar 76,20% pada hari ke-7. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu *pre-treatment*, proses reduksi sampah cenderung meningkat. Proses pelayuan membantu aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik sehingga tekstur sampah menjadi lebih mudah dikonsumsi oleh larva. Menurut Liu et al. (2025), kondisi bahan yang lebih terdegradasi dapat mempercepat proses reduksi oleh larva. Pada perlakuan *pre-treatment* 2 hari, penambahan berat maggot meningkat karena proses dekomposisi awal berlangsung lebih optimal dibandingkan perlakuan 1 hari. Substrat yang semakin lunak dan nutrisi yang lebih mudah tersedia memungkinkan larva mengonsumsi pakan dengan lebih efisien. Sehingga, lebih banyak nutrisi yang dapat dikonversi menjadi biomassa tubuh larva sehingga berat maggot meningkat.

Selama pengamatan, suhu berada pada kisaran 27–28°C, pH berkisar 6,6–7,0, dan kelembapan berada pada skala 7–8. Suhu yang relatif stabil dan mendekati suhu optimum pertumbuhan larva BSF memungkinkan aktivitas metabolisme berlangsung secara maksimal. Menurut Wardhani et al. (2025), peningkatan aktivitas metabolisme akan berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi pakan dan percepatan proses biokonversi. Selain itu, kelembapan yang cukup tinggi membantu mempertahankan kondisi substrat agar tidak terlalu kering sehingga lebih mudah dikonsumsi oleh larva. Kombinasi kondisi lingkungan yang mendukung tersebut diduga turut berkontribusi terhadap meningkatnya persentase reduksi sampah pada perlakuan ini dibandingkan perlakuan sebelumnya.

Variasi 4 (3 hari)

Pada variasi 4, sampah organik diberikan perlakuan p*re-treatment* selama 3 hari sebelum digunakan sebagai media pakan larva maggot. Hasil penelitian menunjukkan persentase reduksi sebesar 81,63% pada hari ke-7. Tingginya persentase reduksi menunjukkan bahwa proses pelayuan mampu meningkatkan kualitas substrat sehingga lebih mudah dikonsumsi oleh larva. Pada perlakuan *pre-treatment* 3 hari, penambahan berat maggot semakin tinggi karena bahan organik telah mengalami pelunakan yang lebih merata dan lebih mudah dicerna oleh larva. Proses pelayuan yang lebih lama meningkatkan ketersediaan nutrisi sehingga mendukung aktivitas makan dan metabolisme larva. Kondisi tersebut memungkinkan pertumbuhan biomassa larva berlangsung lebih optimal dibandingkan perlakuan sebelumnya.

Selama penelitian, suhu berada pada kisaran 26–29°C, pH berkisar 6,7–7,0, dan kelembapan berada pada skala 7–7,5. Kondisi tersebut masih mendukung aktivitas larva maggot dalam proses biokonversi sampah organik. Menurut Wardhani et al. (2025), kondisi pH yang sesuai dapat meningkatkan efisiensi konsumsi pakan dan pertumbuhan larva. Selain itu, kelembapan yang stabil membantu menjaga ketersediaan air dalam substrat tanpa menyebabkan kondisi terlalu basah yang dapat mengurangi oksigen dalam media. Oleh karena itu, selain karena pengaruh pelayuan selama 3 hari yang memperbaiki kualitas substrat, kondisi suhu, pH, dan kelembapan yang mendukung juga berperan dalam menghasilkan persentase reduksi yang tinggi pada perlakuan ini.

Variasi 5 (4 hari)

Pada variasi 5, sampah organik dilayukan selama 4 hari sebelum diberikan kepada larva maggot. Hasil penelitian menunjukkan persentase reduksi tertinggi, yaitu sebesar 82,68% pada hari ke-7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi *pre-treatment* 4 hari merupakan perlakuan paling optimal dalam meningkatkan reduksi sampah organik oleh larva maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*. Semakin lama proses pelayuan, bahan organik menjadi lebih lunak dan lebih mudah terurai sehingga proses konsumsi oleh larva berlangsung lebih efektif. Menurut Gao et al. (2019), perlakuan awal pada substrat dapat meningkatkan performa biokonversi oleh larva BSF. Pada perlakuan *pre-treatment* 4 hari diperoleh penambahan berat maggot tertinggi karena substrat telah mengalami dekomposisi awal yang lebih sempurna sehingga lebih mudah dikonsumsi dan dimanfaatkan oleh larva. Ketersediaan nutrisi yang lebih tinggi meningkatkan efisiensi konversi pakan menjadi biomassa tubuh. Oleh karena itu, perlakuan ini menghasilkan penambahan berat maggot paling besar dibandingkan seluruh perlakuan lainnya.

Selama penelitian, suhu berada pada kisaran 27–29°C, pH berkisar 6,4–7,0, dan kelembapan berada pada skala 7–7,8. Kondisi tersebut masih termasuk dalam rentang optimal bagi aktivitas larva BSF. Menurut Surendra et al. (2016), kelembapan yang optimal dapat meningkatkan aktivitas makan dan metabolisme larva sehingga proses penguraian bahan organik berlangsung lebih efisien. Sementara itu, suhu yang mendekati kisaran optimum membantu mempercepat proses metabolisme dan konsumsi substrat oleh larva. pH yang relatif netral juga mendukung aktivitas enzim pencernaan dalam menguraikan bahan organik. Dengan adanya kondisi lingkungan yang mendukung tersebut, ditambah kualitas substrat yang telah mengalami pelayuan selama 4 hari, larva mampu mereduksi sampah organik secara lebih efektif sehingga menghasilkan persentase reduksi tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

2. Waktu *Pre-treatment* Sampah Organik Paling Optimal

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa perlakuan dengan waktu *pre-treatment* (pelayuan) selama 4 hari menghasilkan persentase reduksi berat sampah organik paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada hari ke-7 pengamatan, pelayuan 4 hari mencapai rata-rata reduksi sebesar 82,68%, sementara perlakuan tanpa *pre-treatment* (kontrol) hanya mencapai 59,53%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pelayuan, maka efektivitas maggot dalam mereduksi sampah cenderung meningkat.

Kondisi ini terjadi karena proses pelayuan alami selama 4 hari memberikan waktu yang cukup bagi mikroorganisme yang terdapat pada sampah mulai mendegradasi struktur bahan organik. Proses awal ini melunakkan tekstur sampah yang berasal dari sayuran dan buah-buahan, memecah senyawa kompleks seperti karbohidrat dan serat kasar menjadi bentuk yang lebih sederhana, serta menurunkan kadar air. Sehingga, ketika sampah diberikan kepada larva *Black Soldier Fly* (BSF), energi yang seharusnya dikeluarkan untuk mencerna bahan mentah menjadi lebih kecil, sehingga larva dapat mengkonsumsi sampah dalam jumlah lebih banyak dan lebih cepat, yang pada akhirnya meningkatkan persentase reduksi.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Isibika et al. 2019) mengenai *pre-treatment* kulit pisang. Dalam penelitian tersebut dinyatakan bahwa perlakuan awal secara signifikan meningkatkan efisiensi konversi substrat menjadi biomassa larva BSF. Penelitian (Isibika et al. 2019) menemukan bahwa masa *pre-treatment* selama 14 hari memberikan

waktu optimum bagi mikroorganisme untuk mencapai degradasi substrat maksimum, sehingga memfasilitasi asimilasi nutrisi yang dilepaskan oleh larva. Meskipun durasi dalam penelitian ini berbeda (4 hari dengan 14 hari) karena perbedaan jenis substrat dan metode *pre-treatment* (alami vs mikroba murni), prinsip dasarnya tetap sama: memberikan waktu bagi proses dekomposisi awal akan meningkatkan kualitas substrat dan memudahkan kerja larva BSF.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Gao pada tahun 2019 tentang pengolahan jerami jagung yang difermentasi juga mendukung hasil ini. Penelitian tersebut menemukan bahwa sampah yang sudah melalui perlakuan awal berupa fermentasi lebih mudah diurai oleh maggot BSF. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa waktu *pre-treatment* 4 hari merupakan titik optimal dalam penelitian ini karena memberikan hasil terbaik antara tingkat pelunakan substrat oleh mikroba alami dan ketersediaan nutrisi bagi larva, tanpa menyebabkan pembusukan lanjutan.

3. Analisis Reduksi Sampah Oleh Larva Magot

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji *One-way ANOVA* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,001 ($p < 0,05$), sehingga menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari variasi waktu *pre-treatment* terhadap kecepatan reduksi sampah organik oleh larva maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens*). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan waktu pelayuan sampah organik memberikan pengaruh nyata terhadap kemampuan larva dalam mereduksi sampah organik.

Hasil uji lanjut *Post Hoc LSD* menunjukkan bahwa variasi perlakuan *pre-treatment* pelayuan memiliki perbedaan terhadap reduksi sampah organik. Perlakuan dengan waktu *pre-treatment* yang lebih lama cenderung menghasilkan persentase reduksi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa *pre-treatment*. Perbedaan signifikan terlihat antara kelompok kontrol dengan semua kelompok perlakuan (*pre-treatment* 1, 2, 3, dan 4 hari). Ini menegaskan bahwa pemberian *pre-treatment* dalam bentuk apapun bahkan hanya 1 hari sudah memberikan dampak yang berbeda secara statistik dibandingkan tanpa perlakuan awal.

Secara kuantitatif perlakuan pelayuan 4 hari secara konsisten memberikan nilai rata-rata reduksi tertinggi. Dengan demikian, variasi waktu *pre-treatment* berpengaruh terhadap efektivitas reduksi sampah organik oleh larva maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens*).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi waktu pre-treatment sampah organik pasar terhadap kecepatan reduksi berat sampah oleh larva maggot Black Soldier Fly (Hermetia illucens), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Reduksi berat sampah oleh larva maggot mengalami peningkatan dari hari pertama hingga hari ketujuh pada seluruh perlakuan.
   a. Pada perlakuan 0 hari, persentase reduksi pada hari ke-7 sebesar 59,53%.
   b. Pada perlakuan 1 hari, persentase reduksi pada hari ke-7 sebesar 74,20%.
   c. Pada perlakuan 2 hari, persentase reduksi pada hari ke-7 sebesar 76,20%.
   d. Pada perlakuan 3 hari, persentase reduksi pada hari ke-7 sebesar 81,63%.

e. Sedangkan pada perlakuan 4 hari, persentase reduksi pada hari ke-7 sebesar 82,68%.

Hal tersebut menunjukkan bahwa reduksi sampah organik mengalami peningkatan secara bertahap selama masa pengamatan dan cenderung lebih tinggi pada perlakuan dengan waktu *pre-treatment* yang lebih lama.

2. Variasi waktu *pre-treatment* sampah organik yang paling optimal dalam mempercepat reduksi berat sampah oleh larva maggot adalah variasi *pre-treatment* 4 hari dengan persentase reduksi sebesar 82,68% pada hari ke-7.
3. Berdasarkan hasil penelitian dan uji statistik, diketahui bahwa variasi waktu *pre-treatment* sampah organik memiliki pengaruh terhadap reduksi berat sampah organik oleh larva maggot.

DAFTAR PUSTAKA

Ameen, A., Ahmad, J., & Raza, S. (2016). Pengaruh pH dan kadar air terhadap pengomposan limbah padat perkotaan. *Jurnal Internasional Publikasi Ilmiah dan Penelitian* , *6* (5), 35-37.

Amin Lasaiba, M. (2024). GEOFORUM Jurnal Geografi dan Pendidikan Geografi Strategi Inovatif untuk Pengelolaan Sampah Perkotaan: Integrasi Teknologi dan Partisipasi Masyarakat. 3(1), 1–19. https://doi.org/10.30598/geoforumvol3iss1pp1-19

babil, P. P., Irlianda, R., Isnaini, L. F., & Naufal, M. (2024). Penerapan Teknik Participatory Rural Appraisal (PRA) dalam Menangani Permasalahan Sampah di Desa Margamekar Bandung. *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora*, *4*(3), 1920-1928.

Banks, I. J., Gibson, W. T., & Cameron, M. M. (2014). Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Tropical medicine & international health*, *19*(1), 14-22.

Barragán-Fonseca, K. B., Cortés-Urquijo, J., Pineda-Mejía, J., Lagos-Sierra, D., & Dicke, M. (2023). Small-scale Black Soldier Fly-fish farming: a model with socioeconomic benefits. *Animal Frontiers*, *13*(4), 91-101.

Batubara, R., Mardiansyah, R., & AM, A. S. (2022). Pengadaan Tong Sampah Organik Dan Anorganik Dikelurahan Indro Kecamatan Kebomas Gresik. DedikasiMU: *Journal of Community Service*, 4(1), 101-107.

Beesigamukama, D., Subramanian, S., & Tanga, C. M. (2022). Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. *Scientific Reports*, *12*(1), 7182.

Burhan, A., Yani, S., & Yani, S. (2025). Biokonversi Limbah Organik Melalui Budidaya Maggot BSF (Black Soldier Fly) Menuju Zero Waste. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *14*(1), 153-166

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications

Damanik, N. F., Putra, R. E., Kinasih, I., & Permana, A. D. (2024). Growth and development performance of Hermetia illucens L.(Diptera: stratiomyidae) larvae on fermented palm kernel meal (PKM) substrate. *HAYATI Journal of Biosciences*, *31*(2), 317-327.

Diener, S., Studt Solano, N. M., Roa Gutiérrez, F., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. Waste and biomass valorization, 2(4), 357-363.

Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research, 29*(5), 603–610. https://doi.org/10.1177/0734242X11413376

Dinas Lingkungan Hidup Kota Pekalongan. (2020). *Buku manual pengembangan maggot.* Pekalongan, Indonesia: DLH Kota Pekalongan.

Gao, Z., Wang, W., Lu, X., Zhu, F., Liu, W., Wang, X., & Lei, C. (2019). Bioconversion performance and life table of black soldier fly (Hermetia illucens) on fermented maize straw. *Journal of cleaner production*, *230*, 974-980.

Harimurti, S. M., Rahayu, E. D., Yuriandala, Y., Koeswandana, N. A., Sugiyanto, R. A. L., Perdana, M. P. G. P., & Sari, C. G. (2020). Pengolahan Sampah Anorganik: Pengabdian Masyarakat Mahasiswa pada Era Tatanan Kehidupan Baru. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR*), 3, 565-572.

Hartono, R., Anggrainy, AD, & Bagastyo, AY (2021). Pengaruh komposisi sampah dan feeding rate terhadap proses biokonversi sampah organik oleh larva Black Soldier Fly (BSF). *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan* , *5* (2), 181-193.

Haug, R. (2018). *Buku pegangan praktis rekayasa kompos* . Routledge

Hossan, D., Dato' Mansor, Z., & Jaharuddin, N. S. (2023). Research Population and Sampling in Quantitative Study. *International Journal of Business and Technopreneurship (IJBT)*, *13*(3), 209–222. https://doi.org/10.58915/ijbt.v13i3.263

Hutapea, A. R., & Siregar, D. J. S. (2023). Quality of cow manure compost using effective microorganism (em4) and black soldier fly (BSF) Fly Larvae (Maggot). *International Journal of Research and Review*, *10*(2), 271-276.

Ichwanto, M. A., Musthofa, M., Ansyorie, A., Yulistyorini, 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

Isibika, A., Vinnerås, B., Kibazohi, O., Zurbrügg, C., & Lalander, C. (2019). Pre-treatment of banana peel to improve composting by black soldier fly (Hermetia illucens (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae. *Waste Management*, *100*, 151-160.

Ismail, G., Sidik, S., Adriana, A., & Nugraha, I. F. (2023). Identifikasi Sumber, Jenis dan Kuantitas Sampah Domestik (Studi Kasus Perusahaan Jasa Kecil). *Jurnal Syntax Admiration*, *4*(10), 2092-2103.

Kabenge, I., Omulo, G., Banadda, N., Seay, J., Zziwa, A., & Kiggundu, N. (2018). Characterization of banana peels wastes as potential slow pyrolysis feedstock.

Kahar, A., Busyairi, M., Sariyadi, S., Hermanto, A., & Ristanti, A. (2020). Bioconversion of municipal organic waste using black soldier fly larvae into compost and liquid organic fertilizer. *Konversi*, *9*(2).

Kim, W., Bae, S., Park, K., Lee, S., Choi, Y., Han, S., & Koh, Y. (2011). Biochemical characterization of digestive enzymes in the black soldier fly, Hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *14*(1), 11-14.

KLHK. (2024). 11,3 Juta Ton Sampah di Indonesia Tidak Terkelola dengan Baik. *BRIN*. https://brin.go.id/drid/posts/kabar/113-juta-ton-sampah-di-indonesia-tidak-terkelola-dengan-baik

Krisnani, H., Humaedi, S., Ferdryansyah, M., Asiah, D.H. S., Kamil, G. G., Basar, S.S.,&Mulyana, N. (2017). Perubahan Pola Pikir Masyarakat Mengenai Sampah Melalui Pengolahan Sampah Organik Dan Non Organik Di Desa Genteng, Kecamatan Sukasari, Kab. Sumedang. Prosiding Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat,4(2). ISSN Online 2581-1126. http://jurnal.unpad.ac.id/prosiding/article/view/14345

Kuncoro Sejati (2009). Pengelohan Sampah Terpadu Dengan Sistem Node, Sub Point, Center Point (Kanisius: Yogyakarta, 2009), h. 12

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. *Journal of cleaner production*, *111*, 262-278. Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08. 083

Liu, Q., Wu, P., Guo, X., Qu, Y., Zheng, J., Xing, Y., & Zhang, X. (2025). Impact of Particle Size on the Aerobic Decomposition and Fertilizer Efficiency of Corn Cobs: A Sustainable Waste-to-Resource Approach. *Biology*, 14(11), 1610.

Lu, Y., Zhang, S., Sun, S., Wu, M., Bao, Y., Tong, H., ... & Xu, W. (2021). Effects of different nitrogen sources and ratios to carbon on larval development and bioconversion efficiency in food waste treatment by black soldier fly larvae (Hermetia illucens). *Insects*, *12*(6), 507.

Mabsuti, M., Saiful Putra, A., Jubaedah, I., & Putri, P. (2024). Analisis Pencemaran Lingkungan pada Sungai Ciujung Serang Banten Berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008. *Jurnal Ilmu Hukum Dan Sosial,* 2(2), 14–23. https://doi.org/10.51903/hakim.v2i2.1708

Manea, EE, Bumbac, C., Dinu, LR, Bumbac, M., & Nicolescu, CM (2024). Pengomposan sebagai Solusi Berkelanjutan untuk Pengelolaan LimbahPadat Organik: Praktik Saat Ini dan Potensi Perbaikan. *Keberlanjutan* , *16* (15), 6329. https://doi.org/10.3390/su16156329

Meneguz, M., Schiavone, A., Gai, F., Dama, A., Lussiana, C., Renna, M., & Gasco, L. (2018). Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* *98*(15), 5776–5784. https://doi.org/10.1002/jsfa.9127

Monita, L., Sutjahjo, S. H., Amin, A. A., & Fahmi, M. R. (2017). Pengolahan sampah organik perkotaan menggunakan larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, *7*(3), 227-234.

Musa, A. M., Ishak, C. F., Karam, D. S., & Md Jaafar, N. (2020). Effects of fruit and vegetable wastes and biodegradable municipal wastes co-mixed composts on nitrogen dynamics in an Oxisol. *Agronomy*, *10*(10), 1609.

Musfirah. (2019). Pemanfaatan limbah kulit pisang kepok (musa acuiminata) dengan penambahan trichhoderam sp. sebagai kompos terhadap pertumbuhan tanaman cabe rawit (Capsicum Frustences. L), Skripsi.

Niswati, A., Putri, F., Miftah, D., & Nur, M. (2024). Dampak Limbah Domestik Terhadap Kualitas Air Sungai di Desa Kriyan Kecamatan Kalinyamatan Kabupaten Jepara. *Jurnal Sosial Dan Humaniora*, *1*(4), 378-384.

Notoatmodjo, S. (2018). Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta.

Nugroho, LP, & Imanue, S. (2024). Peningkatan Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Larva Black Soldier Fly Dengan Penambahan Bahan EM4 dan Molase

Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. (2016). Pembuatan pupuk organik cair dari sampah organikrumah tangga dengan penambahan bioaktivator EM4 (Effective Microorganisms). Konversi,5 (2), 5–12.

Putra, R. E., Yuwono, T., & Suprihatin. (2020). Potensi frass larva *Hermetia illucens* sebagai pupuk organik dan pengendali hayati. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 10*(2), 251–260. https://doi.org/10.29244/jpsl.10.2.251-260

Putra, Y., & Ariesmayana, A. (2020). Efektifitas penguraian sampah organik menggunakan Maggot (BSF) di pasar Rau Trade Center. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, *3*(1), 11-24.

Qowasmi, F. N., Sudarti, & Yushardi. (2023). Efektivitas Larva Black Soldier Fly (Maggot) sebagai Metode Alternatif Penguraian Sampah Organik. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran* | E-ISSN : 3026-6629, 1(2), 179 184. https://jurnal.kopusindo.com/index.php/jtpp/article/view/32

Ranncak, G. T., Alawiyah, T., & Hadi, T. (2017). KAJIAN PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGANBSF (Black Soldier Fly) di TPA Kebon Kongok. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, *4*(2), 122-132.

Rofi, D. Y., Auvaria, S. W., Nengse, S., Oktorina, S., & Yusrianti, Y. (2021). Modifikasi Pakan Larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens) sebagai upaya percepatan reduksi sampah buah dan sayuran. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, *22*(1).

Saputra, M. W. E., Fikrinda, W., Anggraini, S. P. A., & Sa'diyah, A. A. (2025). PENGOMPOSAN LIMBAH DAUN PISANG DENGAN MENGGUNAKAN MAGGOT SEBAGAI DEKOMPOSER. *Jurnal Abditani*, *8*(1), 33-40.

Sharma, B., Vaish, B., Monika, Singh, U. K., Singh, P., & Singh, R. P. (2019). Recycling of organic wastes in agriculture: an environmental perspective. *International journal of environmental research*, *13*(2), 409-429.

Shukor, J. A., Omar, M. F., Kasim, M. M., Jamaludin, M. H., & Naim, M. A. (2018). Assessment of composting technologies for organic waste management J. *Assessment*, *9*(8), 1579-1587.

Sugiyono, D. (2013). Metode penelitian kuantitatif. *Kualitatif, dan Tindakan*, 189-190.

Sunar, NM, Stentiford, EI, Stewart, DI, & Fletcher, LA (2014). Proses dan perilaku patogen dalam pengomposan: sebuah tinjauan. *arXiv preprint arXiv:1404.5210* .

Surendra, K. C., Olivier, R., Tomberlin, J. K., Jha, R., & Khanal, S. K. (2016). Bioconversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming. *Renewable Energy, 98*, 197–202. https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.022

Syofyan, P., Sundari, E., & Munzir, A. (2022). Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Larva Black Soldier Fly Atau Maggot. *Jurnal Implementasi Riset,* 2(1), 44-54.

Tchobanoglous, Hillary Theisen, Samuel, and Vigit. (1993). Integrated Solid Waste Management: International Edition.

Teshome, Z. T. (2022). Effects of banana peel compost rates on Swiss chard growth performance and yield in Shirka district, Oromia, Ethiopia. Heliyon, 8(8), e10097. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10097

Tomberlin, J. K., Sheppard, D. C., & Joyce, J. A. (2002). Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Annals of the Entomological Society of America*, *95*(3), 379-386.

Ursada, R., Zuhdi, A., Bagastyo, A. Y., & Febrianto, A (2025). Black Soldier Fly Larval Bioconversion of Fruit and Vegetable Waste: Carbon-Nitrogen Conversion and Estimation of Greenhouse Gas Emissions. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *23*(5), 1412-1422.

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

Vuković, A., Velki, M., Ečimović, S., Vuković, R., Štolfa Čamagajevac, I., & Lončarić, Z. (2021). Vermicomposting—Facts, Benefits and Knowledge Gaps. *Agronomy*, *11*(10), 1952. https://doi.org/10.3390/agronomy11101952

Wardhani, HAK, Ratnasari, D., & Kurnianto, AA (2025). Biokonversi Sampah Organik Menjadi Maggot (Hermetia illucens) Sebagai Sumber Protein pada Pakan Ikan dan Unggas. *Jurnal Biologi Tropis* , *25* (1), 922-9