



Analisis Kualitas Kasgot dari Larva Black Soldier Fly (BSF) dengan Menggunakan Sampah Organik Sayur dan Buah di TPS 3R Pasar Segiri, Kota Samarinda

Analysis of Frass Derived from Black Soldier Fly (BSF) Larvae Using Organic Vegetable and Fruit Waste at TPS 3R Segiri Market, Samarinda City

YUNianto SETIAWAN^{1*}, EDHI SARWONO², ACHMAD TAUFAN FATAHILLAH ASGHAF²

¹Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung Kampus Gumung Kelua Samarinda, 75119, Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung Kampus Gumung Kelua Samarinda, 75119, Indonesia

*wawanturi@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 February 2024

Accepted 22 July 2024

Published 31 July 2024

Keywords:

Trash

Maggot

Black Soldier Fly Larvae

Frass

ABSTRACT

Organic waste can be used as feed for cultivating Black Soldier Fly (BSF) larvae, one of which is frass. In this research, maggot breeding was carried out at Solid Waste Processing Station System Reduce, Reuse, and Recycle (TPS 3R) Segiri Market. The waste used to feed maggots was mango and apple waste, as well as Chinese cabbage and carrot vegetable waste with three variations of waste used for maggots, namely (1) a combination of 50% vegetable and 50% fruit, (2) a combination of 75% vegetable and 25% fruit, and (3) a combination of 25% vegetable and 75% fruit. This research was carried out for 18 days with 100 grams of feed per day. The results of this research are frass, which was tested on the parameters of water content, pH, C-organic, macro nutrients, C/N ratio, Fe, and Cd compared to the Republic of Indonesia Minister of Agriculture Decree Number 261 of 2019 concerning Minimum Requirements for Organic Fertilizers, Biological Fertilizers, and Improvers Soil, Solid Organic Fertilizer section. In this research, it was concluded that feed variations affect parameters due to the ingredients used. The best quality frass was the variation of 50% vegetables and 50% fruit, and met the quality standards based on the Republic of Indonesia Minister of Agriculture Decree Number 261 of 2019. The yield of frass produced by BSF larvae originating from organic waste at TPS 3R Pasar Segiri Samarinda for 18 days was equal to 44%.

INFORMASI ARTIKEL

Histori artikel:

Diterima 20 Februari 2024

Disetujui 22 Juli 2024

Diterbitkan 31 Juli 2024

Kata kunci:

Sampah

Maggot

Larva Black Soldier Fly

Kasgot

ABSTRAK

Sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai pakan untuk budidaya larva Black Soldier Fly (BSF) salah satunya berupa kasgot. Pada penelitian ini dilakukan pengembangbiakan maggot di Tempat Pengolahan Sampah Reduce, Reuse, dan Recycle (TPS 3R) Pasar Segiri. Sampah yang digunakan untuk pakan maggot adalah sampah buah mangga dan apel, serta sampah sayur sawi putih dan wortel dengan variasi yang digunakan adalah (1) kombinasi 50% sayur dan 50% buah, (2) kombinasi 75% sayur dan 25% buah, dan (3) kombinasi 25% sayur dan 75% buah. Penelitian ini dilakukan selama 18 hari dengan pemberian pakan sebanyak 100 gram per hari. Hasil dari penelitian ini berupa kasgot yang diuji pada parameter kadar air, pH, C-organik, hara makro, rasio C/N, Fe, dan Cd dibandingkan dengan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019 tentang Persyaratan Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah, bagian Pupuk Organik Padat. Pada penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa variasi pakan mempengaruhi parameter karena bahan yang digunakan. Kualitas kasgot yang terbaik adalah pada variasi 50% sayur dan 50% buah, dan telah memenuhi standar baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019. Yield kasgot yang dihasilkan oleh larva BSF yang berasal dari sampah organik di TPS 3R Pasar Segiri Samarinda selama 18 hari adalah sebesar 44%.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi sampah global diperkirakan akan mencapai 3,4 miliar ton pada tahun 2050. Sampah yang terdiri atas bahan-bahan yang dapat terbiodegradasi secara global mencapai 44% dari total akumulasi sampah saat ini. Sampah dengan proporsi yang lebih tinggi di negara-negara berpenghasilan rendah hingga menengah; dari akumulasi sampah saat ini, sebagian besar dibuang di tempat pembuangan sampah (37%) atau tempat pembuangan terbuka (33%) (Kaza *et al.*, 2018)

Kota Samarinda adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur. Kota ini adalah kota yang berorientasi di bidang industri, jasa dan perdagangan. Jumlah penduduk Kota Samarinda pada akhir tahun 2022 adalah 831.460 jiwa. Dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat sampah yang dihasilkan pada tahun 2022 adalah 816,588 ton (BPS Kota Samarinda, 2023). Menurut Arifudin *et al.* (2023), larva *Black Soldier Fly* (BSF), dapat mengonsumsi berbagai macam makanan, dan berbagai limbah organik dapat menjadi sumber pakan maggot. Larva BSF dapat memakan banyak makanan, termasuk sampah dapur, buah-buahan dan sayuran, hati, limbah ikan, sampah kota, kotoran manusia, dan hewan. Selain itu, limbah industri makanan dapat digunakan sebagai sumber pakan maggot yang kaya nutrisi (Sari *et al.*, 2022). Untuk pakan maggot dalam penelitian ini, sampah organik dari pasar menggunakan pupuk organik yang dihasilkan dari kotoran serangga dalam jumlah besar yang dihasilkan oleh sistem pemeliharaan massal oleh serangga memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman (Beesigamukama *et al.*, 2020; Houben *et al.*, 2020; Kagata & Ohgushi, 2011; Menino *et al.*, 2021; Poveda, 2021; Quilliam *et al.*, 2020).

Larva BSF (*Hermetia illucens*) dapat mengurai sampah organik melalui biokonversi limbah organik. Proses tersebut menghasilkan kotoran dari larva BSF yang dapat digunakan sebagai pupuk organik yang kaya akan unsur hara dan higienis (Erickson *et al.*, 2004; Lopes *et al.*, 2022; Lalander *et al.*, 2015). Pengolahan limbah organik didaur ulang menjadi kompos dengan bantuan larva lalat hitam, juga dikenal sebagai larva burung tentara hitam (BSF) (Hendriatiningsih *et al.*, 2023). Nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan dapat ditemukan dalam kotoran atau feses larva lalat jenis BSF. Maggot mengurai sampah dan meninggalkan residu yang disebut kasgot. Kasgot disebut sebagai pupuk organik padat. Beberapa penelitian telah melaporkan peningkatan pertumbuhan tanaman, tanaman, hasil panen, serapan hara, efisiensi penggunaan N, dan penekanan penyakit pada tanaman yang berbeda yang ditanam (Anyega *et al.*, 2021; Choi & Hassanzadeh, 2019).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana berbagai jenis pakan maggot: (1) kombinasi 50% sayur dan 50% buah, (2) kombinasi 75% sayur dan 25% buah, dan (3) kombinasi 25% sayur dan 75% buah, berdampak pada kualitas kasgot. Selain itu, penelitian ini juga akan menyelidiki variasi terbaik dibandingkan dengan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019

dan mempelajari hasil kasgot yang dibuat oleh larva BSF yang dikumpulkan dari sampah organik di Pasar Segiri, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah biopon dengan ukuran 67 x 33 x 20 cm, timbangan digital, dan alat pencacah. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah telur maggot 0,5 gram dan sampah organik 11,4 kg terdiri dari atas buah mangga dan apel, serta sampah sayur sawi putih.

2.2 Prosedur Penelitian

Pengembangbiakan maggot dilakukan di Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, dan Recycle* (TPS 3R) Pasar Segiri, Kota Samarinda. Pengembangbiakan dilakukan dengan satu setengah gram telur maggot, dengan variasi sampah organik yaitu sampah buah mangga dan apel, serta sampah sayur sawi putih dan wortel dengan variasi yang digunakan adalah 50% sayur (sawi putih dan wortel) dan 50% buah (mangga dan apel), 75% sayur (sawi putih dan wortel) dan 25% buah, (mangga dan apel) dan 25% sayur (sawi putih dan wortel) dan 75% buah (mangga dan apel). Variasi sampah organik diberikan setiap hari selama 18 hari, dengan media awal 2 kg sampah organik per variasi. Setelah total kasgot dihitung, hasil kasgot setelah 18 hari dibawa ke laboratorium untuk diuji kualitasnya. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal untuk Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah telah dibandingkan dengan hasil uji laboratorium. Ada tiga biopon yang digunakan. Sebagai media awal sebanyak 100 gram sampah organik per hari per biopon digunakan sebagai pakan maggot. Jumlah sampah organik total yang digunakan adalah 1.800 gram per biopon selama 18 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang diuji di laboratorium di antaranya pH, C-organik, N total, *Phospor* (P_2O_5), Kalium (K_2O), rasio C/N, Fe, dan Cd. Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil rata-rata kualitas kadar air pada kasgot dengan tiga kombinasi variasi dalam penelitian kali ini berkisar antara 16–25% dengan rata-rata Variasi 1 sebesar 17%, Variasi 2 sebesar 17,3%, dan Variasi 3 sebesar 24%. Kualitas pH pada kasgot di penelitian kali ini berkisar antara 8,27–8,81 dengan rata-rata Variasi 1 sebesar 8,42, Variasi 2 sebesar 8,64, dan Variasi 3 sebesar 8,57. Kualitas C-organik pada kasgot di penelitian kali ini berkisar antara 25,42–37,95% dengan rata-rata Variasi 1 sebesar 37,02 Variasi 2 sebesar 30,16%, dan Variasi 3 sebesar 30,53%. Kualitas hara makro (N, P, K) pada kasgot di penelitian kali ini berkisar antara 6,05–7,16% dengan rata-rata Variasi 1 sebesar 7,07%, Variasi 2 sebesar 6,31%, dan Variasi 3 sebesar 6,2%. Kualitas rasio C/N pada kasgot di penelitian kali ini berkisar antara 11,60–16,40 dengan rata-rata Variasi 1 sebesar 12,17%, Variasi 2 sebesar 14 %, dan Variasi 3 sebesar 13,77 %. Kualitas Fe pada kasgot di penelitian kali ini berkisar antara 1.361,66–1.639,20 ppm dengan rata-rata Variasi 1 sebesar 1.395,66 ppm, Variasi

2 sebesar 1.392,64 ppm, dan Variasi 3 sebesar 1.471,91 ppm. Kualitas Cd pada kasgot di penelitian kali ini berkisar antara 0,37–0,73 ppm dengan rata-rata Variasi 1 sebesar 0,56 ppm, Variasi 2 sebesar 0,59 ppm, dan Variasi 3 sebesar 0,48 ppm. Lalu *yield* kasgot yang dihasilkan pada penelitian kali ini sebesar 44%. Hasil ini memenuhi standar baku mutu pupuk

organik padat yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal untuk Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah, kecuali kadar air pada Variasi 3 yaitu kombinasi 25% sayur dan 75% buah.

Tabel 1. Rata-rata kualitas kasgot

Variasi	Kadar Air (%)	pH	C-Organik (%)	Hara Makro (N,P,K) (%)	Rasio C/N	Fe (ppm)	Cd (ppm)
1. 50% sayur dan 50% buah	17	8,42	37,02	7,07	12,17	1395,66	0,56
2. 75% sayur dan 25% buah	17,3	8,64	30,16	6,31	14	1392,64	0,59
3. 25% sayur dan 75% buah	24	8,57	30,53	6,2	13,77	1471,91	0,48

3.1 Kualitas Kasgot pada Parameter Kadar Air

Berdasarkan hasil uji laboratorium secara keseluruhan (Tabel 2), kualitas kadar air pada kasgot di penelitian kali ini berkisar antara 16–25%. Pada Variasi 3, kadar air masih

melebihi standar baku mutu yang dipakai, hal ini dapat dilakukan perlakuan untuk mengurangi kadar air agar dapat memenuhi standar baku mutu dengan cara dilakukan penjemuran.

Tabel 2. Kualitas kasgot pada parameter kadar air (%)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata	Standar Baku Mutu
	6	12	18		
1. 50% Sayur dan 50% Buah	16	18	17	17	8–20
2. 75% Sayur dan 25% Buah	19	17	16	17,3	
3. 25% Sayur dan 75% Buah	25	23	24	24	

3.2 Kualitas Kasgot pada Parameter pH

Hasil uji laboratorium (Tabel 3), menunjukkan bahwa kualitas pH kasgot *Black Soldier Fly* (BSF) larva dalam pengolahan limbah organik kali ini mencukupi standar baku mutu, yaitu 8,27–8,81. Hal ini disebabkan karena bahan yang

digunakan merupakan bahan yang tidak bersifat asam seperti buah mangga, apel, dan sawi putih. Lalu bahan yang digunakan juga memiliki kadar air yang tinggi, sehingga mempengaruhi kualitas pH (Meneguz *et al.*, 2018).

Tabel 3. Kualitas kasgot pada parameter pH

Variasi	Hari ke-			Rata-rata	Standar Baku Mutu
	6	12	18		
1. 50% Sayur dan 50% Buah	8,62	8,27	8,37	8,42	4–9
2. 75% Sayur dan 25% Buah	8,32	8,79	8,81	8,64	
3. 25% Sayur dan 75% Buah	8,47	8,67	8,57	8,57	

3.3 Kualitas Kasgot pada Parameter C-organik

Berdasarkan hasil uji laboratorium (Tabel 4), secara keseluruhan kualitas C-organik pada kasgot di penelitian kali ini sudah mencukupi standar baku mutu yang dipakai yaitu berkisar antara 25,42–37,95. Menurut Siregar (2017), kadar C-

organik merupakan faktor penting penentu kualitas tanah mineral. Semakin tinggi kadar C-organik total maka kualitas tanah mineral semakin baik. Ini karena bahan yang digunakan, yang terdiri atas buah dan sayur, memiliki kadar C-organik yang tinggi.

Tabel 4. Kualitas kasgot pada parameter C-organik (%)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata	Standar Baku Mutu
	6	12	18		
1. 50% Sayur dan 50% Buah	37,95	37,05	36,07	37,02	≥ 15
2. 75% Sayur dan 25% Buah	27,65	25,42	37,40	30,16	
3. 25% Sayur dan 75% Buah	33,36	28,62	29,60	30,53	

3.4 Kualitas Kasgot pada Parameter Hara Makro (N, P, dan K)

Hara makro merupakan parameter yang terdiri atas N total, P₂O₅, dan K₂O (N, P, K). Hasil uji parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 5, 6, dan 7. Berdasarkan ketiga parameter tersebut secara keseluruhan kualitas hara makro

pada kasgot di penelitian kali ini sudah mencukupi standar baku mutu yang diatur dalam Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261//KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenh tanah (Kementerian Pertanian, 2019) yang dipakai yaitu berkisar antara 6,05–7,16%.

Tabel 5. Kualitas kasgot pada parameter N total (%)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata
	6	12	18	
1. 50% Sayur dan 50% Buah	3,14	2,89	3,11	3,05
2. 75% Sayur dan 25% Buah	2,05	2,10	2,28	2,14
3. 25% Sayur dan 75% Buah	2,40	2,14	2,11	2,22

Tabel 6. Kualitas kasgot pada parameter fosfor (P₂O₅) (%)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata
	6	12	18	
1. 50% Sayur + 50% Buah	0,38	0,44	0,53	0,45
2. 75% Sayur + 25% Buah	0,55	0,53	0,57	0,55
3. 25% Sayur + 75% Buah	0,44	0,43	0,47	0,45

Tabel 7. Hasil penelitian kualitas kasgot pada parameter kalium (K₂O) (%)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata
	6	12	18	
1. 50% Sayur dan 50% Buah	3,61	3,58	3,52	3,57
2. 75% Sayur dan 25% Buah	3,58	3,74	3,53	3,62
3. 25% Sayur dan 75% Buah	3,57	3,48	3,57	3,54

Standar Kementerian Pertanian (2019) menetapkan bahwa kandungan hara hasil penambahan parameter N + P + K total > 2, dari penambahan rata-rata parameter N + P + K, dihasilkan rata-rata 6,5 (Tabel 8). Hasil tersebut cukup baik, bahkan ketika perawatan kasgot nasi dan buah hanya menggunakan persentase nilai N untuk memenuhi hara NPK secara keseluruhan dan menguji hasil dekomposisi maggot yang diberikan pakan sampah rumah tangga selama 15 hari

pada suhu 27°C; hasilnya menunjukkan bahwa maggot memiliki kandungan nitrogen yang tinggi, yang berkontribusi pada pengurangan pencemaran nitrat di tanah (Kawasaki *et al.*, 2019). Menurut Indrawan *et al.* (2016), pupuk kompos yang baik digunakan jika mengandung unsur hara makro N, P, dan K yang seimbang. Ini karena jika kadar N, P, dan K yang tidak seimbang dalam pupuk kompos dapat berdampak negatif pada pertumbuhan daun tumbuhan.

Tabel 8. Kualitas kasgot pada parameter hara makro (N, P, dan K) (%)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata	Standar Baku Mutu
	6	12	18		
1. 50% Sayur dan 50% Buah	7,13	6,91	7,16	7,07	≥ 2
2. 75% Sayur dan 25% Buah	6,18	6,37	6,38	6,31	
3. 25% Sayur dan 75% Buah	6,41	6,05	6,15	6,2	

3.5 Kualitas Kasgot pada Parameter Rasio C/N

Menurut hasil uji laboratorium, pada Tabel 9 rasio C/N kasgot dalam penelitian ini secara keseluruhan sudah mencukupi standar baku kualitas yang digunakan, yang berkisar antara 11,60 dan 16,40. Rasio C/N adalah rasio massa karbon terhadap massa nitrogen pada suatu zat. Bahan organik yang dapat diserap tanaman memiliki C/N rasio yang

sekitar 12–15, dan suhunya hampir sama dengan suhu lingkungan. Ini disebabkan oleh fakta bahwa sampah buah dan sayuran digunakan sebagai kompos karena memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan kandungan logam berat yang rendah. Maggot membantu mendekomposisi sampah buah dan sayuran untuk mencapai rasio C/N yang ideal.

Tabel 9. Kualitas kasgot pada parameter rasio C/N

Variasi	Hari ke-			Rata-rata	Standar Baku Mutu
	6	12	18		
1. 50% Sayur dan 50% Buah	12,09	12,82	11,60	12,17	≤ 25
2. 75% Sayur dan 25% Buah	13,49	12,10	16,40	14	
3. 25% Sayur dan 75% Buah	13,90	13,37	14,03	13,77	

3.6 Kualitas Kasgot pada Parameter Fe

Hasil uji laboratorium Fe pada Tabel 10, menunjukkan bahwa kualitas besi pada kasgot dalam penelitian ini secara keseluruhan memenuhi standar baku kualitas yang digunakan, yang berkisar antara 1361,66 dan 1639,20 ppm. Kandungan besi dalam seluruh perlakuan sangat rendah,

sehingga memenuhi standar minimal pupuk organik. Besi adalah hara mikro yang diperlukan tanaman dalam jumlah kecil, dan jika terlalu banyak dapat meracuni tanaman. Unsur besi ditemukan pada jaringan tanaman, yang membantu pertumbuhan kloroplas dan memainkan peran penting dalam proses respirasi (Dewi *et al.*, 2013).

Tabel 10. Kualitas kasgot pada parameter Fe (ppm)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata	Standar Baku Mutu
	6	12	18		
1. 50% Sayur dan 50% Buah	1381,02	1394,45	1411,51	1395,66	≤ 15000
2. 75% Sayur dan 25% Buah	1388,95	1418,62	1370,36	1392,64	
3. 25% Sayur dan 75% Buah	1414,87	1639,20	1361,66	1471,91	

3.7 Kualitas Kasgot pada Parameter Cd

Berdasarkan hasil uji laboratorium pada Tabel 11, secara keseluruhan kualitas Cd pada kasgot di penelitian kali ini sudah mencukupi standar baku mutu yang dipakai yaitu berkisar antara 0,37–0,73 ppm. Menurut Mahendra (2018)

menunjukkan bahwa semakin besar kadar logam Cd dalam tanah, tanah tersebut sangat tercemar. Kadar logam Cd ini disebabkan oleh bahan sayuran yang mengandung Cd akibat bahan insektisida yang digunakan untuk mengusir hama pada tanaman ketika proses pertumbuhan (Mahendra *et al.*, 2018).

Tabel 11. Kualitas kasgot pada parameter Cd (ppm)

Variasi	Hari ke-			Rata-rata	Standar Baku Mutu
	6	12	18		
1. 50% Sayur dan 50% Buah	0,73	0,46	0,54	0,56	≤ 2
2. 75% Sayur dan 25% Buah	0,66	0,67	0,45	0,59	
3. 25% Sayur dan 75% Buah	0,40	0,68	0,37	0,48	

3.8 Hasil dari Kasgot

Biokonversi yang dilakukan oleh maggot mampu mengurangi sampah organik hingga 56% (Agustin *et al.*, 2023). Kasgot yang dihasilkan setelah 18 hari adalah sebanyak 5.046 gram. Jadi dari hasil perhitungan didapat hasil biomassa kasgot sebesar 44%. Berdasarkan hasil tersebut metode pengembangbiakan *Black Soldier Fly* dapat digunakan untuk pemanfaatan sampah organik menjadi pupuk kasgot. Konsentrasi P, K, dan mikronutrien kasgot sangat bergantung pada substrat pakan. Ada bukti bahwa pupuk organik dari kasgot tidak memiliki komposisi unsur hara yang optimal untuk beberapa tanaman (pupuk yang didominasi penambahan masukan lain yang didominasi N) ke kasgot berpotensi menjadi solusi praktis untuk menghasilkan keseimbangan yang baik (Lopes *et al.*, 2022).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa, sebagai akibat dari komposisi bahan yang berbeda, tiga variabel yang digunakan berdampak pada nilai kualitas pada parameter yang diuji. Kualitas terbaik dari 3 variasi tersebut adalah Variasi 1, kombinasi 50% sayur dan 50% buah, karena memenuhi standar baku mutu serta menunjukkan nilai terkecil dibandingkan variasi yang lain pada parameter kadar air, pH, rasio C/N, dan Cd di mana hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas dari variasi ini lebih baik. Lalu *yield* kasgot yang dihasilkan oleh larva BSF yang berasal dari sampah organik di TPS 3R Pasar Segiri selama 18 hari adalah sebesar 44%. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat menggunakan variasi yang berbeda seperti 100% sayur dan 100% buah.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Samarinda yang telah memberikan dukungan tempat bagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, H., Warid, W., & Musadik, I. M. (2023). Kandungan Nutrisi KASGOT Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucensi*) Sebagai Pupuk Organik. *Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 12–18.
- Anyega, A. O., Korir, N. K., Beesigamukama, D., Changeh, G. J., Nkoba, K., Subramanian, S., van Loon, J. J. A., Dicke, M., & Tanga, C. M. (2021). Black Soldier Fly-Composted Organic Fertilizer Enhances Growth, Yield, and Nutrient Quality of Three Key Vegetable Crops in Sub-Saharan Africa. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.680312>
- Arifudin, Sopiha, R. N., Suryati, T., Setiyono, Herlina, S., Ambarsari, H., Suyanti, S., Atang, & Sabudin. (2023). Pengaruh Suhu dan Waktu Pengukusan pada *Sludge* IPAL Industri Makanan sebagai Alternatif Pakan Maggot. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(1), 067–072. <https://doi.org/10.55981/jtl.2023.240>
- Badan Pusat Statistik Kota Samarinda. (2023). Samarinda dalam Angka. 2022.
- Beesigamukama, D., Mochoge, B., Korir, N. K., Fiaboe, K. K. M., Nakimbugwe, D., Khamis, F. M., Dubois, T., Subramanian, S., Wangu, M. M., Ekesi, S., & Tanga, C. M. (2020). Biochar and Gypsum Amendment of Agro-Industrial Waste for Enhanced Black Soldier Fly Larval Biomass and Quality Frass Fertilizer. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238154>
- Choi, S. & N, Hassanzadeh (2019). BSFL frass: a novel biofertilizer for improving plant health while minimizing environmental impact environmental impact. *Can. Sci. Affair J*, 2(1), 41–46.
- Dewi, T., Anas, I., Suwarno., Nursyamsi, Dedi. (2013).

- Pengaruh Pupuk Organik Berkadar Besi Tinggi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah. *Agric*, 25(1).
- Erickson, M. C., Islam, M., Sheppard, C., Liao, J., & Doyle, M. P. (2004). Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis in Chicken Manure by Larvae of the Black Soldier Fly. *Journal of Food Protection*, 67(4), 685–690. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.685>
- Hendriatiningsih, S., Medina, S. I., Affan, I. H., Ramadhita, S., Al-Fitriani, S., & Radianto, D. O. (2023). Pemanfaatan Larva BSF (Black Soldier Fly) Sebagai Metode Pengomposan Limbah Sisa Makanan Dan Dedaunan. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(2), 306–313. <https://koloni.or.id/index.php/koloni/article/view/491/438>
- Houben, D., Daoulas, G., Faucon, M.-P., & Dulaurent, A.-M. (2020). Potential use of mealworm frass as a fertilizer: Impact on crop growth and soil properties. *Scientific Reports*, 10(1), 4659. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61765-x>
- Indrawan, I., Widana, B., & Oviantari, V. M. (2016). Analisis Kadar N, P, K Dalam Pupuk Kompos Produksi TPA Jagaraga, Buleleng. *Wahana Matematika Dan Sains*, 9(2).
- Kagata, H., & Ohgushi, T. (2011). Positive and Negative Impacts of Insect Frass Quality on Soil Nitrogen Availability and Plant Growth. *Population Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s10144-011-0281-6>
- Kawasaki, K., Hashimoto, Y., Hori, A., Kawasaki, T., Hirayasu, H., Iwase, S., Hashizume, A., Ido, A., Miura, C., Miura, T., Nakamura, S., Seyama, T., MATSUMOTO, Y., Kasai, K., & Fujitani, Y. (2019). Evaluation of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae and Pre-Pupae Raised on Household Organic Waste, as Potential Ingredients for Poultry Feed. *Animals*, 9, 98. <https://doi.org/10.3390/ani9030098>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kementerian Pertanian. (2019). Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261//KPTS/SR.310/M/4/2019 Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah
- Lalander, C. H., Fidjeland, J., Diener, S., Eriksson, S., & Vinnerås, B. (2015). High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella* spp. reduction using black soldier fly for waste recycling. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 261–271. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0235-4>
- Lopes IG, Yong JW, Lalander C. (2022). Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes. A critical review and future perspectives. *Waste Manag.* 2022 Apr 1;142:65-76. doi: 10.1016/j.wasman.2022.02.007.
- Mahendra, R., Siaka, M., & Suprihatin, I. E. (2018). Bioavailabilitas Logam Berat Pb dan Cd Dalam Tanah Perkebunan Budidaya Kubis di Daerah Kintamani Bangli. *Ecotrophic*, 12(1).
- 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*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9127>
- Menino, R., Felizes, F., Castelo-Branco, M. A., Fareleira, P., Moreira, O., Nunes, R., & Murta, D. (2021). Agricultural value of Black Soldier Fly larvae frass as organic fertilizer on ryegrass. *Heliyon*, 7(1), e05855. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05855>
- Poveda, J. (2021). Insect Frass in the Development of Sustainable Agriculture. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00656-x>
- Quilliam, R. S., Nuku-Adeku, C., Maquart, P., Little, D., Newton, R., & Murray, F. (2020). Integrating insect frass biofertilisers into sustainable peri-urban agro-food systems. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(3), 315–322. <https://doi.org/10.3920/JIFF2019.0049>
- Sari, D. A. P., Taniwiryono, D., Andreina, R., Nursetyowati, P., Irawan, D.S., Azizi, A., & Putra, P. H. (2022). Utilization of Household Organic Waste As Solid Fertilizer With Maggot Black Soldier Fly (BSF) As A Degradation Agent. *Agricultural Science And Agriculture Engineering*, 4(1), 82–90.
- Siregar, B. (2017). Analisa Kadar C-Organik dan Perbandingan C/N Tanah di Lahan Tambak Kelurahan Sicanang Kecamatan Medan Belawan. *Warta*, 53(1).