



## Pengaruh Peletakan Biopond Larva Black Soldier Fly Terhadap Penurunan Berat Sampah Organik

Yolan Remalia Tondo, Mustafa, Indro Subagyo

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Palu

\*Email korespondensi: [mtata48@gmail.com](mailto:mtata48@gmail.com)

No HP: 082187252696



### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received : 2024-08-10

Accepted : 2024-12-04

Published : 2024-12-15

#### Kata Kunci:

Larva black soldier;  
biopond;  
sampah organik;

#### Keywords:

Larva black soldier;  
biopond;  
organic waste;

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Masalah sampah semakin kompleks, dengan komposisi terbesar adalah sampah organik sebesar 60%. Salah satu alternatif pengolahan sampah organik adalah dengan memanfaatkan larva *Black Soldier Fly* sebagai organisme yang dapat mendegradasi sampah organik menjadi pupuk kompos dan pakan. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh peletakan biopond larva *Black Soldier Fly* di indoor dan outdoor terhadap penurunan berat sampah organik. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode *Pre-eksperiment* dengan menggunakan pola *Pre test and Post test group Design* dengan 5 kali pengulangan pada masing-masing biopond indoor dan outdoor yang berisi sampah sebanyak 1000 gram dan larva 200 gram. Larva yang digunakan berumur 14 hari dan Sampah organik yang digunakan yaitu sisa makanan, sayuran dan buah-buahan. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa peletakan biopond larva *Black Soldier Fly* di lingkungan outdoor dapat menurunkan berat sampah organik secara lebih efektif dibandingkan dengan peletakan di lingkungan indoor. Persentase penurunan berat sampah pada peletakan di outdoor sebesar 74% sedangkan pada indoor sebesar 40,7%. Hasil uji t sampel bebas dengan nilai *p-value*  $0.000 \leq 0,05$  menunjukkan perbedaan yang signifikan antara penurunan berat sampah Organik pada peletakan biopond indoor dan outdoor. **Kesimpulan:** Peletakan biopond memberikan pengaruh yang signifikan pada larva *Black Soldier Fly* dalam mendegradasi sampah organik.

### ABSTRACT

**Background:** The waste problem is getting more complex, with the largest composition being organic waste at 60%. One alternative to organic waste processing is to utilize *Black Soldier Fly* larvae as an organism that can degrade organic waste into compost and feed. **Objective:** This study aims to analyze the effect of placing *Black Soldier Fly* larvae in indoor and outdoor bioponds on reducing the weight of organic waste. **Methods:** This study used a pre-experimental method using the *Pre test and Post test group design* pattern with 5 repetitions in each indoor and outdoor biopond containing 1000 grams of waste and 200 grams of larvae. The larvae used are 14 days old and the organic waste used is food scraps, vegetables and fruits. **Results:** The results showed that the placement of *Black Soldier Fly* larvae in the outdoor environment could reduce the weight of organic waste more effectively compared to the placement in the indoor environment. The percentage of waste weight reduction in outdoor placement is 74% while indoor is 40.7%. The results of the free sample t-test with a *p-value* of  $0.000 \leq 0.05$  showed a significant difference between the reduction of organic



---

waste weight in the placement of indoor and outdoor bioponds.  
**Conclusion:** The placement of bioponds has a significant influence on Black Soldier Fly larvae in degrading organic waste..

---

## PENDAHULUAN

Dalam dekade terakhir, permasalahan sampah organik telah menjadi perhatian utama di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang. Sampah organik merupakan salah satu jenis sampah yang paling banyak dihasilkan, namun sering kurang dikelola dengan baik<sup>1</sup>. Akumulasi sampah organik yang tidak dikelola dengan tepat dapat berdampak negatif pada lingkungan, seperti pencemaran tanah, air, dan udara, serta menimbulkan bau tidak sedap<sup>2</sup>.

Data dari Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) Republik Indonesia pada tahun 2023 mencatat jumlah sampah yang dihasilkan secara nasional telah mencapai kurang lebih 40 juta ton/tahun, 60,4% sampah sudah terkelola dan 39,6% yang belum terkelola. Sebagian besar (69%) dari sampah perkotaan tersebut ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah. Sisanya, ada yang dikubur (10%), dikomposkan dan didaur ulang (7%), dibakar (5%), dan tidak terkelola (7%). Dengan terus bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya aktifitas manusia di perkotaan maka volume sampah perkotaan diperkirakan akan terus meningkat dari tahun ke tahun<sup>3</sup>

Sampah organik adalah sampah yang cepat membusuk dan perlu ditangani segera jika tidak akan membusuk di tempat penumpukannya. Ini sering terjadi di tempat pembuangan sampah sementara, seperti di pasar, rumah-rumah, atau perkantoran, dan menimbulkan bau yang tidak sedap dan berpotensi menyebabkan penyakit<sup>4-6</sup>. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah sampah organik adalah dengan memanfaatkan larva *Black Soldier Fly* atau *Hermetia illucens* sebagai agen biokonversi<sup>7-10</sup>. Larva BSF mampu mereduksi massa sampah organik hingga 56%, menjadikannya solusi potensial untuk mengurangi volume sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA)<sup>11</sup>. Selain itu larva BSF memiliki kemampuan untuk mengkonversi sampah organik menjadi biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau sumber nutrisi lainnya<sup>9,10</sup>. Selain itu, larva BSF juga dapat mempercepat proses dekomposisi sampah organik<sup>12,13</sup>.

Saat ini, pengolahan sampah organik menggunakan larva BSF telah berkembang dengan pesat. Selain mudah dan murah, proses ini juga dapat menghasilkan nilai tambah ekonomi. Maggot, atau larva dewasa yang dihasilkan dari pengolahan sampah, dapat digunakan sebagai pakan ternak karena kandungan proteinnya yang tinggi, yang mencapai 30 hingga 60% dari berat basahnya sehingga berpotensi menjadi pakan ikan dan ayam. Di samping itu, sisa (residu) sampah yang tidak dikonsumsi oleh larva, yang dinamakan kasgot, berpotensi digunakan sebagai pupuk organik atau campuran media tanam<sup>14</sup>.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa peletakan lokasi pemeliharaan larva BSF dapat mempengaruhi kinerja biokonversi dan pertumbuhan larva<sup>15,16</sup>. Namun, hingga saat ini belum ada penelitian yang secara spesifik membandingkan pengaruh peletakan biopond larva BSF di dalam ruangan (indoor) dan di luar ruangan (outdoor) terhadap penurunan berat sampah organik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh peletakan biopond larva BSF di dalam ruangan (indoor) dan di luar ruangan (outdoor) terhadap penurunan berat sampah organik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *pre-eksperimen* dengan desain *pre-test and post-test group design* yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh peletakan biopond larva *Black Soldier Fly* (BSF) di lokasi indoor dan outdoor terhadap penurunan berat sampah organik. Penelitian dilakukan di Bengkel Kerja Kampus Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Palu pada bulan April hingga Juni 2023. Sampah organik yang digunakan sebagai sampel

terdiri dari sisa buah-buahan, sayuran, dan makanan, dengan setiap perlakuan menggunakan 200 gram larva BSF berumur 14 hari dan 1.000 gram atau 1 kg sampah organik. Kelompok perlakuan dibagi menjadi dua, yaitu biopond *indoor* dan *outdoor*, masing-masing dengan lima kali pengulangan, berdasarkan hasil perhitungan jumlah replikasi menggunakan rumus Cochran dan Cox<sup>17</sup>. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah lokasi peletakan biopond (*indoor* dan *outdoor*), sedangkan variabel terikatnya adalah penurunan berat sampah organik setelah penguraian oleh larva BSF. Berat sampah diukur sebelum (*pre-test*) dan sesudah perlakuan (*post-test*). Penelitian ini dirancang mengikuti rancangan acak kelompok dengan mengacu pada persyaratan uji signifikansi dan pengulangan yang memenuhi standar. Data yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan memberikan gambaran yang jelas mengenai efisiensi pengolahan sampah organik oleh larva BSF di lingkungan yang berbeda.

## HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa peletakan biopond larva BSF di dalam ruangan dan di luar ruangan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap penurunan berat sampah organik.

Tabel 1. Penurunan Berat sampah pada Biopond Indoor

Berat sampah	Ulangan					Rata2	Penurunan Rata2 (B1-B2)
	1	2	3	4	5		
Berat sampah Awal (B1)	1kg	1kg	1kg	1kg	1kg	1kg	407 gram (40,7%)
Berat sampah Akhir (B2)	553 gr	567 gr	762 gr	520 gr	563 gr	593 gr	

Sumber: Data Primer, 2023

Tabel 1 menunjukkan penurunan berat sampah pada biopond indoor setelah dilakukan proses penguraian menggunakan larva Black Soldier Fly (BSF). Berat sampah awal (B1) pada setiap ulangan adalah 1 kg. Setelah proses penguraian, berat sampah akhir (B2) bervariasi pada masing-masing ulangan. Rata-rata berat sampah akhir setelah penguraian adalah 593 gram, sehingga penurunan rata-rata berat sampah (selisih antara berat awal dan berat akhir) adalah 407 gram, yang setara dengan 40,7% dari berat awal.

Tabel 2. Penurunan Berat sampah pada Biopond Outdoor

Berat sampah	Ulangan					Rata2	Penurunan Rata2 (B1-B2)
	1	2	3	4	5		
Berat sampah Awal (B1)	1kg	1kg	1kg	1kg	1kg	1kg	731 gram (74%)
Berat sampah Akhir (B2)	267 gr	179 gr	308 gr	272 gr	281 gr	261 gr	

Sumber: Data Primer, 2023

Tabel 2 memperlihatkan hasil penguraian berat sampah organik pada biopond outdoor menggunakan larva Black Soldier Fly (BSF). Berat awal sampah (B1) pada setiap ulangan adalah 1 kg. Setelah penguraian, berat sampah akhir (B2) pada masing-masing ulangan bervariasi pada masing-masing pengulangan. Rata-rata berat sampah akhir setelah proses penguraian adalah 261 gram. Penurunan rata-rata berat sampah dari proses ini adalah 731 gram, yang setara dengan 74% dari berat awal. Hasil ini menunjukkan bahwa biopond outdoor sangat efektif dalam mengurangi berat sampah organik, dengan persentase penguraian yang cukup tinggi dibandingkan kondisi awal.

Tabel 3. Hasil Uji T Sampel Bebas Penurunan Berat Sampah Organik Pada Peletakan Biopond Larva Black Soldier Fly Secara Indoor Dan Outdoor

Biopond	Penurunan Rata-rata	Persentase	<i>p-value</i>
<i>Indoor</i>	593 gr	40,7%	0,000
<i>Outdoor</i>	261 gr	74%	0,000

Tabel 3 menunjukkan hasil uji T sampel bebas untuk membandingkan efektivitas penurunan berat sampah organik pada biopond larva Black Soldier Fly (BSF) di lokasi indoor dan outdoor. Penurunan rata-rata berat sampah di biopond indoor adalah 593 gram, dengan

persentase penurunan sebesar 40,7%. Sementara itu, pada biopond outdoor, penurunan rata-rata berat sampah adalah 261 gram, dengan persentase penurunan mencapai 74%.

Hasil uji statistik menghasilkan nilai p-value sebesar 0,000 untuk kedua perlakuan, yang menunjukkan perbedaan signifikan antara efektivitas biopond indoor dan outdoor dalam mengurangi berat sampah organik. Data ini mengindikasikan bahwa biopond outdoor lebih efektif dalam menguraikan sampah organik dibandingkan biopond indoor. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan sirkulasi udara, yang lebih optimal di area outdoor.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penempatan biopond untuk penguraian sampah organik menggunakan larva Black Soldier Fly (BSF) memiliki perbedaan signifikan antara lingkungan indoor dan outdoor. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata penurunan berat sampah di lokasi indoor adalah 40,7%, sedangkan di lokasi outdoor mencapai 74%. Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan sirkulasi udara, yang lebih optimal di luar ruangan. Studi oleh Lalander et al. (2020) mengungkapkan bahwa kondisi lingkungan yang mendukung, seperti sirkulasi udara yang baik, dapat meningkatkan efisiensi penguraian hingga 67% pada substrat organik dengan kadar air tinggi<sup>18</sup>.

Lokasi outdoor memberikan keunggulan dalam efisiensi penguraian karena paparan suhu yang lebih tinggi di siang hari, yang mempercepat metabolisme larva BSF. Karthikeyani et al. (2024) juga melaporkan bahwa penguraian sampah organik seperti buah dan sayur mencapai 67% di lingkungan terbuka, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan memainkan peran penting dalam efektivitas penguraian<sup>19</sup>.

Perbandingan dengan penelitian sebelumnya pada lingkungan indoor penurunan berat sampah sebesar 40,7% pada biopond indoor sejalan dengan hasil yang ditemukan oleh Amin et al. (2024), di mana larva BSF di lingkungan dengan suhu terkendali mampu mengurangi sampah organik hingga 45%<sup>20</sup>. Suhu dan kelembaban lingkungan merupakan faktor penting yang mempengaruhi aktivitas dan pertumbuhan larva *Black Soldier Fly*<sup>21,22</sup>. Larva BSF memiliki rentang suhu dan kelembaban optimum untuk perkembangannya. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menghambat aktivitas makan dan pertumbuhan larva. Begitu juga dengan kelembaban yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat memengaruhi kelangsungan hidup larva<sup>23</sup>.

Pada kisaran suhu 25-32°C dan kelembaban 60-90%, larva BSF dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Suhu dan kelembaban dalam rentang ini memungkinkan larva untuk mencerna dan mengkonversi sampah organik secara efisien<sup>24,25</sup>. Di luar ruangan, kondisi suhu dan kelembaban cenderung lebih stabil dan sesuai dengan kebutuhan larva BSF<sup>21,26</sup>. Hal ini memfasilitasi proses biokonversi sampah organik secara optimal dibandingkan dengan di dalam ruangan, di mana kondisi suhu dan kelembaban mungkin lebih fluktuatif. Dengan kondisi lingkungan yang mendukung, larva BSF dapat beraktivitas dan mengonsumsi sampah organik dengan lebih baik, sehingga menurunkan berat sampah organik secara lebih efektif.

Sedangkan perbandingan dengan penelitian sebelumnya pada lingkungan outdoor penurunan 74% yang dicapai pada lokasi outdoor lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata hasil penelitian sebelumnya, seperti yang dilaporkan oleh Chee Yuan et al. (2022), di mana larva BSF pada lokasi terbuka mencapai efisiensi rata-rata 68% untuk berbagai jenis sampah organik<sup>27</sup>.

Sementara itu, intensitas cahaya juga dapat mempengaruhi aktivitas larva BSF. Larva BSF bersifat fotofobia, artinya mereka lebih aktif di lingkungan dengan intensitas cahaya yang lebih rendah<sup>10,28,29</sup>. Ini karena mereka lebih menyukai kondisi yang lebih gelap yang mirip habitat aslinya. Akibatnya, menempatkan kolam bio di luar ruangan, di mana intensitas cahaya umumnya lebih rendah dibandingkan dengan lingkungan dalam ruangan, dapat mendukung aktivitas dan perilaku makan larva BSF dengan lebih baik. Paparan cahaya yang berkurang mendorong larva untuk lebih fokus pada konsumsi sampah organik, memfasilitasi proses biokonversi<sup>30,31</sup>.

Hasil penelitian ini menunjukan bahwa Peletakan biopond pada indoor dan outdoor berpengaruh pada tingkat penurunan berat sampah organik menggunakan larva *black soldier fly* *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) sangat tepat untuk di gunakan sebagai inovasi pengolahan sampah organik berbasis serangga. untuk mengurangi jumlah sampah organik sejak dari sumbernya, Larva black soldier fly mampu mengurai sampah organik selama 7 hari dengan menghasilkan nilai tambah berupa kompos.

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa peletakan biopond larva Black Soldier Fly di luar ruangan (outdoor) menghasilkan penurunan berat sampah organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan peletakan di dalam ruangan. Penggunaan larva *Black Soldier Fly* dalam pengelolaan sampah organik menawarkan solusi efektif dan efisien untuk mengatasi permasalahan sampah di Indonesia, termasuk di Sulawesi Tengah. Dengan potensi reduksi sampah yang signifikan dan produk sampingan bernilai ekonomi, metode ini layak dipertimbangkan sebagai bagian dari strategi pengelolaan sampah terpadu. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengkaji faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kinerja biokonversi larva BSF, seperti pencahayaan, suhu, kelembaban, kecepatan angin, komposisi sampah organik, dan parameter lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Muis AAbd, Mursalim N, Nacjmi NY, Setiawan I, S N, Aris MuhR, et al. Pemanfaatan Sampah Plastik Dalam Upaya Merawat Lingkungan Guna Menumbuhkan Kreativitas Masyarakat. CDJ. 2022 Jul 25;2(3):611–7.
2. Syarifah RD, Amini HW, Nihayah H, Luthfiyana NU. Trash Can-composter: Alat Pencacah Sampah Organik Untuk Pencacah Sampah Limbah Pertanian. JMM. 2022 Jun 24;6(3):1712–21.
3. SIPSN SIPSN. Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah se-Indonesia pada tahun 2023 [Internet]. 2023 [cited 2024 Dec 25]. Available from: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
4. Yasin TR, Yusuf IDY, Rahmanissa A. Anaerobic biodigester as a community-based food waste processor (case study: Canteen area of PT PLN Nusantara Power UP Muara Karang). E3S Web of Conf. 2024;485:05003.
5. Anacleto T, Oliveira H, Silva C, Calegari R, Rocha M, Andrade Figueira T, et al. Anaerobic Digestion As A Tool To Reduce Anthropogenic Impacts On Aquatic Ecosystems. Oecologia Australis. 2022 Jul 8;26(2):169–86.
6. Rahmadani N, Fitri Y, Retnawaty SF, Lestari D, Mulyani S, Selvia S. Pemodelan Emisi Gas CO<sub>2</sub> dari Lokasi Tempat Pembuangan Akhir di Kota Pekanbaru menggunakan Dispersi AERMOD. Jurnal Wilayah dan Lingkungan. 2024 Oct 18;12(2):163–76.
7. Agustiyani D, Agandi R, Arinafril, Nugroho AA, Antonius S. The effect of application of compost and frass from Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) on growth of Pakchoi (*Brassica rapa* L.). IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2021 May;762(1):012036.
8. Ichwan M, Siregar AZ, Nasution TI, Yusni E. The use of BSF (Black Soldier Fly) maggot in mini biopond as a solution for organic waste management on a household scale. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2021 Jun;782(3):032032.
9. Kinasih I, Suryani Y, Paujiah E, Ulfa RA, Afiyati S, Adawiyah YR, et al. Performance of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, Larvae during valorization of organic wastes with changing quality. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2020 Nov;593(1):012040.
10. Mutiar S, Yulhendri. Organik waste processing with black soldier fly larvae (*Hermetia Illucens*). In: Seminar Nasional 1 Baristand Industri Padang [Internet]. Redwhite Press; 2020 [cited 2024 Dec 25]. p. 59–63. Available from: <https://series.gci.or.id/article/435/19/snbip-2020>
11. Nofiyanti E, Laksono B, Salman N, Ari Wardani G, Mellyanawaty M. Efektivitas Larva Black Soldier Fly (*Hermetia lilucens*) dalam Mereduksi Sampah Organik. Jurnal Serambi Engineering. 2021 Dec 26;7(1):2571–6.

12. Fadhillah N, Bagastyo AY. Utilization of *Hermetia illucens* Larvae as A Bioconversion Agent to Reduce Organic Waste. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2020 May;506(1):012005.
13. Khairuddin D, Hassan SNF, Ghafar SNA. Development of a small scale BSF rearing system and firsthand experience of the process and its lifecycle. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2022 Apr;1019(1):012033.
14. Nasution A, Pasymi P. Kinerja Maggot Dalam Pendegradasian Sampah Organik: Pengaruh Rasio Maggot-Sampah. Abstract Of Undergraduate Research, Faculty Of Industrial Technology, Bung Hatta University. 2022 Apr 4;19(4):1–2.
15. Dzepe D, Nana P, Kuietche HM, Kimpara JM, Magatsing O, Tchuinkam T, et al. Feeding strategies for small-scale rearing black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) as organic waste recycler. SN Appl Sci. 2021 Feb 2;3(2):252.
16. Chabibah N, Kristiyanti R, Khanifah M, Sofiyana A. Pilah Dan Olah Sampah Metode Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga Berbasis Black Soldier Flys (BSF). LINK. 2020 Nov 9;16(2):83–9.
17. Dixon P, Glover S. Assessing evidence for replication: A likelihood-based approach. Behav Res Methods. 2020 Dec;52(6):2452–9.
18. Lalander C, Ermolaev E, Wiklicky V, Vinnerås B. Process efficiency and ventilation requirement in black soldier fly larvae composting of substrates with high water content. Science of The Total Environment. 2020 Aug 10;729:138968.
19. Karthikeyani T, Sivasubramanian K, Maheswari M, Chitra N, Saravanan S, Jothimani P, et al. The Efficiency of Black Soldier Fly Larvae with Vegetable, Fruit and Food Waste as Biological Tool for Sustainable Management of Organic Waste. International Journal of Environment and Climate Change. 2024 Feb 12;14(2):441–8.
20. Amin U, Tabran Lando A, Djamaluddin I. Potential of Black Soldier Fly Larvae in Reduction Various Types Organic Waste. Ecological Engineering & Environmental Technology. 2024 Sep 1;25(9):190–201.
21. Qomi MF, Danaeefard M, Farhang A, Hosseini P, Arast Y. Effect of Temperature on the Breeding Black Soldier Fly Larvae in Vitro for Basic Health-oriented Research. Archives of Hygiene Sciences. 2021 Jan 10;10(1):67–74.
22. Mukti R, Widiana A, Rahmadani Z, Lukman A, Oktanella Y. Optimalisasi Metode Pembudidayaan Maggot Black Soldier Fly Di Desa Tambakasri Kecamatan Tajinan. Journal of Innovation and Applied Technology. 2021 Dec 15;7(2):1277–82.
23. Aristi H, Mudji E, Soepranianondo K, Haridjani N, Aprilia Z. Levels of protein and fat produced by black soldier fly (*hermetia illucens*) larvae in the bioconversion of organic waste. E3S Web of Conferences [Internet]. 2020 Oct 1;151. Available from: <https://consensus.app/papers/levels-of-protein-and-fat-produced-by-black-soldier-fly-aristi-mudji/f044ddb4cf495588bcf17706ad7face3/>
24. Gao Z, Wang W, Lu X, Zhu F, Liu W, Wang X, et al. Bioconversion performance and life table of black soldier fly (*Hermetia illucens*) on fermented maize straw. Journal of Cleaner Production. 2019 Sep 1;230:974–80.
25. Irawan AC, Astuti DA, Wibawan IWT, Hermana W. Supplementation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) on productivity and blood hematology. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan. 2020 Apr 13;30(1):50–68.
26. Chia SY, Tanga CM, Khamis FM, Mohamed SA, Salifu D, Sevgan S, et al. Threshold temperatures and thermal requirements of black soldier fly *Hermetia illucens*: Implications for mass production. PLoS One. 2018 Nov 1;13(11):e0206097.
27. Yuan MC, Hasan HA. Effect of Feeding Rate on Growth Performance and Waste Reduction Efficiency of Black Soldier Fly Larvae (Diptera: Stratiomyidae). Trop Life Sci Res. 2022 Mar;33(1):179–99.
28. Kahar A, Busyairi M, Sariyadi S, Hermanto A, Ristanti A. Bioconversion Of Municipal Organic Waste Using Black Soldier Fly Larvae Into Compost And Liquid Organic Fertilizer. Konversi. 2020 Oct 1;9(2):35–40.
29. Ratni N, Dewinda I. Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (BSF) dalam Pengolahan Air Lindi (Leachate). INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi. 2022 Oct 29;1(5):614–22.

30. Pintowantoro S, Setiyorini Y, Aljauhari AM, Abdul F, Nurdiansah H. Black soldier fly biowaste treatment and its recycle waste to produce chitosan. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2021 Feb;649(1):012004.
31. Kastolani W. Utilization of BSF To Reduce Organic Waste In Order to Restoration of the Citarum River Ecosystem. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2019 Jun;286(1):012017.