

Bioconversion of Organic Waste into Maggot (*Hermetia illucens*) as a Protein Source in Fish and Poultry Feeds

Hilda Aqua Kusuma Wardhani^{1*}, Desi Ratnasari¹, Alexander Andi Kurnianto¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kapuas, Indonesia;

Article History

Received : February 08th, 2025

Revised : February 15th, 2025

Accepted : March 02th, 2025

*Corresponding Author:

Hilda Aqua Kusuma Wardhani,

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kapuas, Sintang, Kalimantan Barat

Email:

hildawardhani@unka.ac.id

Abstract: Waste is an environmental problem faced by Indonesian society along with population growth. The high population growth causes an increase in waste generated by the community, both organic and inorganic waste. Organic waste management requires special attention so that innovations are needed in waste management that are not only environmentally effective, but also have economic value. One of the innovations in organic waste management is the bioconversion method. Dengan menggunakan metode telaah sistematis, penelitian ini bertujuan untuk melakukan telaah pustaka terkait potensi biokonversi limbah organik menjadi maggot sebagai sumber protein pada pakan ikan dan unggas. Pemanfaatan maggot, *Hermetia illucens* atau yang dikenal juga dengan sebutan *Black Soldier Fly* (BSF), dalam proses penguraian limbah organik, baik tumbuhan maupun hewan, telah dilaporkan dalam sejumlah penelitian sebelumnya. Pengumpulan data dilakukan dengan mengacu pada panduan Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) yang terdiri dari empat kegiatan, yaitu identifikasi artikel, penyaringan artikel, kelayakan, dan penyertaan. The results showed that Black Soldier Fly (BSF) can be utilised as a decomposer of organic waste through the bioconversion method. BSF maggot contains perfect nutrients that can be utilised as a source of protein in fish or poultry feed.

Keywords: Bioconversion; Organic Waste; Maggot *Hermetia illucens*; Protein Source.

Pendahuluan

Biokonversi merupakan proses fermentasi yang memanfaatkan organisme hidup untuk mengurai limbah organik menjadi energi metana (Newton *et al.*, 2005). Serangga *Hermetia illucens* atau yang dikenal juga dengan sebutan lalat tentara hitam atau *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan salah satu serangga yang karakteristik dan kandungan nutrisinya mulai banyak diteliti (Čičková *et al.* 2015). Iklim tropis Indonesia sangat ideal untuk budidaya BSF karena sangat mudah dikembangkan dalam skala produksi massal dan tidak memerlukan peralatan khusus. Tahap akhir larva (*prepupa*) dapat bermigrasi secara mandiri dari media tanam, sehingga memudahkan pemanenan BSF

(Li *et al.* 2011).

Lalat ini tergolong tidak berbahaya bagi kesehatan manusia karena bukan lalat hama dan tidak terdapat di daerah yang kepadatan penduduknya tinggi (Li *et al.*, 2011). Hasil penelitian Diener *et al.*, (2017) menyebutkan bahwa larva salah satu inovasi alam yang mulai dimanfaatkan untuk membersihkan sampah organik. Hal ini sesuai dengan penelitian Apriyanto *et al.*, (2023) yang menemukan bahwa larva BSF dapat hidup pada rentang pH yang sangat luas, dapat menurunkan jumlah sampah organik, dan tidak menimbulkan penyakit.

Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, sampah menjadi masalah lingkungan yang dihadapi masyarakat

Indonesia. Jumlah sampah organik dan anorganik yang dihasilkan masyarakat meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang pesat. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), tumpukan sampah nasional diperkirakan mencapai 43,2 juta ton per tahun pada tahun 2023. Persentase sampah nasional terbesar pada tahun 2023 akan berasal dari sampah makanan (39,57%) dan sampah plastik (19,22%).

Berdasarkan data tersebut maka pengelolaan sampah organik memerlukan perhatian khusus. Pengelolaan yang kurang efektif terhadap sampah organik menyebabkan masalah lingkungan, seperti peningkatan emisi gas rumah kaca, pencemaran tanah, dan air. Metode biokonversi menjadi salah satu inovasi dalam pengelolaan sampah organik (Sheppard *et al.*, 2005) yang tidak hanya efektif secara lingkungan, tetapi juga memiliki nilai ekonomi.

Larva BSF menjanjikan dalam memecahkan masalah pakan ternak dan berfungsi sebagai pengganti pengelolaan sampah organik (Siswanto *et al.*, 2022). Larva memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan spesies serangga lain, termasuk enzim lipase, amilase, dan protease tingkat tinggi (Barragan-Fonseca *et al.*, 2017). Media pakan yang digunakan untuk pertumbuhan larva memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas hasil dan isi larva (Cicilia & Susila, 2018). Larva BSF, seperti lalat lainnya, mengonsumsi apa pun yang telah dikonsumsi oleh manusia, termasuk sisa makanan, sampah, makanan fermentasi, buah-buahan, sayuran, daging dan tulang yang rapuh, dan bahkan makhluk hidup yang sudah mati. Untuk menghasilkan jenis nutrisi baru sebagai bahan baku pengganti pakan, larva BSF menguraikan, mengekstraksi, dan mengubah nutrisi yang ditemukan dalam sampah organik (Suciati & Faruq, 2017).

Telur larva yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein hewani pada pakan ikan, unggas, dan ternak lainnya merupakan salah satu produk yang dihasilkan ketika larva BSF mengolah limbah organik. Proses ini juga menurunkan proporsi limbah yang dihasilkan saat ini (Syahputra *et al.*, 2023; Andriani & Pratama, 2024). Selain itu, larva BSF memenuhi kriteria yang dibutuhkan untuk menjadi sumber

protein berkualitas tinggi untuk pakan ternak (Sholahuddin *et al.*, 2021). Makanan sumber protein didefinisikan sebagai makanan yang mengandung lebih dari 19% protein kasar (Nangoy *et al.*, 2017). Salah satu jenis makanan alami berprotein tinggi adalah larva. 4,8-5,1% kalsium, 31-35% ekstrak eter, 14-15% abu, 41-42% protein kasar, dan 0,6-0,63% fosfor kering semuanya terdapat dalam larva (Fauzi & Sari, 2018).

Usaha ini ingin mengembangkan BSF dengan menggunakan limbah organik sebagai medianya. Ikan dan unggas kemudian dapat diberi makan larva BSF sebagai alternatif. BSF (larva) dapat dikeringkan dan digiling menjadi tepung selama tahap prapupa atau larva untuk digunakan dalam berbagai pakan ikan, unggas, dan sapi. Untuk menghemat biaya produksi, larva dapat diberikan langsung ke ikan atau diolah terlebih dahulu untuk membuat tepung atau pelet maggot, yang merupakan bahan baku pakan alternatif. Oleh karena itu, budidaya maggot BSF adalah solusi berkelanjutan yang dapat mengatasi masalah limbah organik sekaligus menyediakan sumber pakan hewani berkualitas tinggi.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Review* (SR). Menurut Garrard (2017) *Systematic Review* merupakan sebuah metode penelitian atau riset yang sistematis dengan langkah-langkah yang eksplisit dan terstruktur, yang melibatkan pencarian, identifikasi, dan penilaian kritis terhadap literatur yang relevan untuk menghasilkan sintesis yang obyektif dan akurat dari bukti-bukti yang ada terkait pada fokus topik penelitian tertentu. Adapun rincian tahapan pengumpulan literatur dalam penelitian ini mengacu pada panduan *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA) yang terdiri dari empat kegiatan yaitu identifikasi artikel, skrining artikel, eligibilitas atau kelayakan artikel, dan included atau keterimaan artikel.

Pertama, identifikasi artikel dilakukan dengan pencarian artikel yang relevan dengan topik penelitian. Pencarian literatur dimulai pada bulan November 2024. Pencarian literatur dilakukan tanpa batasan bahasa dengan

menggunakan kata kunci terkait topik penelitian, yaitu “Biokonversi limbah organik” “Maggot (*Hermetia illucens*) “Sumber Protein Pakan Ikan dan Unggas”. **Kedua**, skrining artikel dilakukan untuk memastikan bahwa hanya artikel yang relevan yang akan diteruskan pada tahap selanjutnya. **Ketiga**, kriteria eligibilitas artikel meliputi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dalam penelitian ini yaitu: 1) literatur berbentuk jurnal ilmiah dan/atau prosiding, 2) sumber database yang digunakan dalam mencari literatur yaitu *Google Scholar*, *Pubmed*, *Science Direct*, 3) tahun publikasi antara 2019-2024, 4) artikel ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia. Sedangkan kriteria eksklusi merupakan bentuk denotasi dari kriteria inklusi. **Keempat**, pada tahap penerimaan artikel ini semua artikel-artikel yang telah dinyatakan layak akan diterima dan dilakukan sintesis atau analisis data lebih lanjut.

Hasil dan Pembahasan

Biokonversi Sampah Organik Menjadi Maggot

Hasil tinjauan literatur menunjukkan bahwa maggot *Hermetia illucens* atau yang lebih dikenal sebagai lalat tentara hitam atau *Black Soldier Fly* (BSF) dapat dimanfaatkan sebagai pengurai limbah organik melalui metode biokonversi. Maggot BSF mengandung nutrisi sempurna yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein dalam pakan ikan atau unggas.

Biokonversi umumnya menjelaskan proses limbah organik yang dirubah menjadi senyawa-senyawa sederhana baik berupa protein maupun lemak yang melibatkan agen biokonversi/agen mikroorganisme hidup seperti bakteri, jamur, dan larva serangga (Newton *et al.*, 2005). Putra dan Ariemayana (2020) dalam hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa dengan 100 gram maggot BSF mampu mengurai sampah organik dari jenis sayur, buah sertad aging sebanyak 250 gram dengan waktu 7 hari (1 minggu). Dafri *et al.*, (2022) menyebutkan bahwa biokonversi pada P1 (kombinasi pakan 52,7% limbah jagung, 10% dedak halus, 10% pollard, 15% bungkil kedelai, 0,3% CGM, 6% MBM, 4% CPO, 1% Premix, dan 1% DCP) tidak berpengaruh terhadap biokonversi P0 (limbah buah pepaya dan limbah rumah tangga).

Namun, pakan perlakuan (P1) nyata lebih tinggi menghasilkan biokonversi dibandingkan pakan kontrol (P0), dimana biokonversi pada P0 berkisar 11,29% dan pada P1 berkisar 15,22%.

Hasil penelitian Razid *et al.*, (2024) melaporkan bahwa biokonversi tertinggi oleh larva BSF terjadi pada perlakuan 100% limbah warung makan dengan nilai 62,93%. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Kim & Bae (2010) yang menyebutkan bahwa maggot BSF dianggap menguntungkan karena memanfaatkan sampah organik baik dari hewan maupun tumbuhan, maupun kotoran sebagai makanannya. Beberapa penelitian melaporkan bahwa maggot dapat mendegradasi limbah organik lebih baik dari serangga lainnya yang pernah diteliti. Menurut Banks *et al.*, (2014) maggot mampu mengkonversi sejumlah besar sampah organik menjadi biomassa yang kaya akan protein sebagai pengganti tepung ikan. Dani *et al.*, (2023) menyebutkan bahwa hasil akhir proses biokonversi yaitu perubahan komposisi bahan organik sampah akibat penguraian oleh larva BSF menjadi senyawa organik yang lebih sederhana. Hasil biokonversi dari larva BSF menghasilkan bahan stabil, seperti kompos. Kompos adalah bentuk akhir dari bahan organik sampah setelah mengalami dekomposisi atau konversi.

Sampah organik pada umumnya dapat didegradasi secara alami dengan rentang waktu yang cukup lama dan memerlukan bantuan mikroorganisme dalam proses penguraiannya. Maggot BSF merupakan salah satu organisme yang dapat membantu dalam proses penguraian sampah organik. Proses penguraian sampah organik dengan bantuan BSF dapat dilakukan dengan lebih cepat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Octavia dan Rosariawari (2020) yang menyebutkan bahwa waktu yang diperlukan larva BSF untuk melakukan proses pengomposan sampah organik adalah berkisar 7-28 hari. Lama waktu pengomposan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis substrat (jenis sampah) yang digunakan, banyaknya massa larva BSF atau porsi makan yang diberikan selama proses pengomposan. Data hasil penelitian terkait perbandingan waktu efektif pengomposan sampah organik oleh larva BSF berdasarkan jenis sampah organiknya disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan waktu efektif larva BSF dalam proses pengomposan

No	Jenis Sampah	Massa Sampah	Waktu	Referensi
1.	Sampah makanan dan buah	35 mg/larva	12 hari	Hartono <i>et al.</i> (2019)
2.	Sampah sayur	60 mg/larva	19 hari	Nugraha (2019)
3.	Sayur dan daging ayam	250 gr	7 hari	Putra dan Ariesmayana (2020)
4.	Limbah lumpur	7 kg	9 hari	Liu, <i>et al.</i> (2020)
5.	Sampah buah fermentasi	100 mg/larva	9 hari	Rofi, <i>et al.</i> (2021)
6.	Limbah makanan+ limbah buah+ daun kering	10 kg	11 hari	Khaer, <i>et al.</i> (2022)
7.	Limbah buah	500 mg/larva	12-14 hari	Kasya <i>et al.</i> (2023)
8.	Limbah Sayur	500 mg/larva	25-26 hari	Kasya <i>et al.</i> (2023)
9.	Limbah daging	500 mg/larva	20-21 hari	Kasya <i>et al.</i> (2023)

Nilai WRI mengindikasikan efisiensi larva dalam mereduksi substrat yang diberikan, serta menunjukkan efektivitas waktu yang diperlukan untuk mereduksi substrat tersebut. Dengan demikian WRI menunjukkan proyeksi tingkat pengurangan limbah dalam periode tertentu. Jika tingkat degradasi tinggi maka nilai Indeks Pengurangan Limbah/WRI (*Waste Reduction Index*) juga tinggi. Indeks Pengurangan Limbah/WRI (*Waste Reduction Index*) merupakan indikator pengurangan limbah oleh maggot BSF yang dihitung pada saat akhir budidaya (pemanenan) (Supriyatna & Putra, 2017). Cara larva BSF mengurangi jumlah sampah tergantung pada dua faktor, yaitu sejauh mana sampah terdegradasi dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi sampah tersebut.

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa larva BSF mampu memberikan nilai WRI yang tinggi pada proses pengomposan sampah organik. **Pertama**, hasil penelitian yang dilakukan oleh Afifah *et al.*, (2023) diketahui bahwa indeks pengurangan sampah paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan dengan 25% limbah kulit pisang 75% limbah kulit ari

kedelai dengan nilai WRI sebesar 3,78%/hari. **Kedua**, Dewi (2023) dalam hasil penelitiannya melaporkan bahwa nilai tertinggi WRI didapatkan pada media sampah restoran dengan perlakuan *feeding* 1x72 jam yaitu sebesar 4,75%. Larva BSF dapat bertumbuh dan berkembang dengan baik dalam kurun waktu kurang lebih 14 hari pada situasi lingkungan yang ideal serta tersedianya makanan yang cukup. Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan pengomposan pada larva BSF, yaitu antara lain:

1. Suhu

Suhu ideal untuk pertumbuhan larva BSF sekitar 30-35°C. Suhu yang terlalu ekstrim dapat menurunkan persentase tingkat pertumbuhan dan pengomposan pada larva BSF. Jika suhu terlalu panas, larva BSF akan keluar untuk mencari tempat yang lebih dingin. Sedangkan jika suhu terlalu dingin, proses metabolisme pada larva BSF akan melambat, yang berakibat pada lambatnya pertumbuhan (Tim BSF Indonesia Raya, 2019).

2. Ukuran sampah yang digunakan

Kecepatan larva BSF dalam menguraikan sampah organik juga dipengaruhi oleh ukuran sampah yang digunakan sebagai sumber pakan bagi larva BSF. Ukuran yang terlalu besar akan menyulitkan larva untuk mengurainya, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama. Hal ini karena larva BSF tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah. Oleh karena itu sampah yang berukuran besar perlu dihaluskan atau dicacah terlebih dahulu menjadi ukuran yang lebih kecil untuk memaksimalkan potensi larva BSF melakukan penguraian.

3. Konsentrasi kandungan Zn

Tingkat bertahan hidup (*survival rate*) atau persentase kematian larva BSF dapat disebabkan karena tingginya konsentrasi senyawa Zn pada sampah (substrat) dan kurangnya kadar oksigen dalam *biopond* sehingga memicu terjadinya kondisi anaerob (tanpa oksigen) dalam *biopond* (Jatmiko, 2021).

Potensi Maggot *Hermetia illucens* sebagai Sumber Protein daam Pakan Ikan dan Unggas

Maggot BSF juga dapat dimanfaatkan

sebagai sumber protein dalam pakan ikan dan unggas. Afifah *et al.*, (2023) melaporkan bahwa kandungan protein maggot BSF yaitu sebesar 48,97% dengan pemberian pakan 100% kulit pisang. Fitriani *et al.*, (2023) dalam hasil penelitiannya menyebutkan bahwa kadar protein larva BSF mencapai 40,89% dengan pemberian pakan limbah bungkil kelapa sawit. Berdasarkan hasil penelitian Aditama *et al.*, (2023) dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk menghasilkan jumlah berat terbaik maggot BSF dihasilkan pada 100% limbah sayuran organik. Namun, untuk menghasilkan kandungan nutrisi terbaik pada perlakuan media 50% limbah sayuran organik dan 50% limbah feses ayam petelur merupakan media terbaik, dengan kandungan kadar air 76,7%, protein 45,80%, lemak 19,43%, serat 2,98%, abu 17,93%, dan energi sebesar 4667 Kkal/Kg. Proses dekomposisi sangat penting untuk menghilangkan kadar amonia yang terkandung di dalam limbah feses ayam petelur.

Hasil penelitian Ananda *et al.*, (2024) melaporkan bahwa campuran limbah tomat yang didominasi limbah sawi lebih disukai oleh maggot. Hal ini dikarenakan pemberian pakan campuran sampah tomat dan sawi sebanyak 25% dan 75%, memberikan hasil pertumbuhan terbaik. Pakan campuran tersebut mengandung kebutuhan kandungan protein yang maksimal pada maggot, sehingga dapat memberikan laju pertumbuhan berat terbaik dan tertinggi dari perlakuan lainnya.

Maggot dapat dibuat dengan cepat dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan maupun unggas. Maggot digunakan sebagai pakan ikan yang dapat diberikan langsung maupun dapat diproses terlebih dahulu menjadi tepung maggot (*mag meal*) ataupun pelet sebagai bahan baku pakan alternatif sehingga dapat menekan biaya produksi. Budidaya maggot dengan menggunakan pakan sampah organik merupakan salah satu upaya dalam mengurangi sampah organik. Pengelolaan sampah organik dengan menggunakan metode biokonversi ini juga diharapkan dapat berpartisipasi dalam mengurangi sampah organik dengan cepat dan kemampuan untuk menggunakan maggot sebagai alternatif bahan baku pakan ikan dan unggas yang bisa tersedia sampai kapan saja.

Kesimpulan

Berdasarkan tinjauan literatur artikel yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa maggot *Hermetia illucens* atau yang lebih dikenal sebagai lalat tentara hitam atau *Black Soldier Fly* (BSF) dapat dimanfaatkan sebagai pengurai limbah organik melalui metode biokonversi. Maggot BSF mengandung nutrisi sempurna yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein dalam pakan ikan atau unggas.

Referensi

- Aditama, Y., Imanudin, O., & Widianingrum, D. (2023). Pemanfaatan Limbah Sayuran Organik dan Limbah Feses Ayam Petelur Sebagai Media dalam Budidaya Maggot (*Hermetia illucens*). *Tropical Livestock Science Journal*. Vol.2 No.1. <https://doi.org/10.31949/tlsj.v2i1.5249>
- Afifah, R.N., Indriyanti, D.R., Widiyaningrum, P., & Setiati, N. (2023). Kombinasi Pakan Limbah Kulit Pisang dan Kulit Ari Kedelai Terhadap Bobot Larva *Hermetia illucens* (BSF) dan Indeks Pengurangan Sampah. *Life Science*. Vol.12 No.2. <https://doi.org/10.15294/lifesci.v12i2>
- Ananda, R., Johan, H., Nursa'adah, E., Ruyani, A., & Harlita. (2024). Pemberian Pakan Sampah Buah dan Sayur Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Protein Maggot BSF (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. Vol. 22 No. 1: 43-49. <http://dx.doi.org/10.29244/jintp.22.1.43-49>
- Andriani, Y., & Pratama, R.I. (2024). Evaluasi Penggunaan Larva Black Soldier Fly (BSF) Sebagai Sumber Protein Hewani dalam Pakan Ikan. *Journal of Fish Nutrition*. Vol.4 No.1. <https://doi.org/10.29303/jfn.v4i1.4620>
- Apriyanto, R., Amreta, Y.M., & Asyi'ari, D.I. (2023). Budidaya Maggot BSF Untuk Penguraian Sampah Organik Dan Alternatif Pakan Lele. *Jurnal SOLMA*. 12(1): 99-104. <https://doi.org/10.22236/solma.v12i1.11023>
- 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. doi: 10.1111/tmi.12228. Epub 2013 Nov 22.
- Barragan-Fonseca, K.B., Dicke, M., & Van Loon, J.J.A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed-a review. *Journal of Insects as Food and Feed*. 3(2) : 105–120. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0055>
- Cicilia, A.P., & Susila, N. (2018). Potensi Ampas Tahu Terhadap Produksi Maggot (*Hermetia illucens*) Sebagai Sumber Protein Pakan Ikan. *Anterior Jurnal*. 1 : 40-47. <https://doi.org/10.33084/anterior.v18i1.407>
- Čičková, H., Newton, G.L., Lacy, R.C., Kozánek, M. (2015). The Use Of Fly Larvae For Organic Waste Treatment. *Waste Manag. Jan*; 35:68-80. 10.1016/j.wasman.2014.09.026.
- Dani, E., Dibisono, M.Y., Mufriah, D., & Lisdayani. (2023). Biokonversi Sabut Kelapa Muda Menggunakan Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) Menjadi Pupuk Organik. *Jurnal Agroteknosains*. Vol.7 No.1. <http://dx.doi.org/10.36764/ja.v7i1>
- Dafri, A., Nahrowi., Jayanegara, A. (2022). Teknologi Penyediaan Pakan Protein Moderate dan Strateginya untuk Meningkatkan Produktivitas Maggot. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. Vol. 20 No. 1: 25-29. <http://dx.doi.org/10.29244/jintp.20.1.25-29>
- Dewi, M.K., Widiyatningrum, T., Subekti, N., & Setiati, N. (2023). Efektivitas Jenis dan Frekuensi Pemberian Sampah Organik Terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Biokonversi Maggot BSF (*Hermetia illucens*). *Life Science*. Vol.12 No.1. <https://doi.org/10.15294/lifesci.v12i1>
- Diener, S., Dortmans, B., Verstappen, B., & Zurbrugg, C. (2017). *Proses pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*. Eawag-Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development (Sandec).
- Fauzi, R.U.A. & Sari, E.R.N. (2018). Analisis Usaha Budidaya Maggot sebagai Alternatif Pakan Lele. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 7(1). 39-46. <https://doi.org/10.21776/ub.industria>
- Fitriani., Haris, H., Utpalasari, R.L. (2023). Pemanfaatan Maggot (*Hermetia illucens*) Sebagai Pakan Alternatif Dengan Kombinasi Pakan Pelet Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Indobiosains*. Vol.5 No.1. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v5i1.10108>
- Garrard, J. (2011). *Health Sciences Literature Review Made Easy*. Jones & Bartlett.
- Hartono, R., Anggrainy, A.D., & Bagastyo, A.Y. (2021). Pengaruh Komposisi Sampah Dan Feeding Rate Terhadap Proses Biokonversi Sampah Organik Oleh Larva Black Soldier Fly (BSF). *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. Vol. 5. No. 2. pp. 181-193, 2021, Doi:10.33795/jtkl.v5i2.231.
- Jatmiko, F.T. (2021). Kajian Literatur Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Dalam Pengomposan Sampah Organik. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kasya, Y.M., Putri, F.E., & Siregar, S.A. (2023). Efektivitas Larva Maggot (Lalat Tentara Hitam/Black Soldier Fly) Sebagai Pengurai Sampah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. Vol.10 No.8. DOI:10.33024/jikk.v10i8.10306
- Khaer, A., Budirman, B., & Andini, M. (2022). Efektifitas Pemanfaatan Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia llucens*) dalam Mengolah Sampah Rumah Tangga Menjadi Kompos. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*, Vol. XVII. No. 1. pp. 11-21. Doi: 10.32382/medkes.v17i1.
- Kim, W. T. and Bae, S.W. (2010). The Larval Age and Mouth Morphology of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Int J Ind Entomol*. 21(2):

- 185-187.
<https://api.semanticscholar.org/Corpus>
- Liu, T., Awasthi, M.K., Awasthi, S.K., Duan, Y., & Zhang, Z. (2020). Effects of Black Soldier Fly Larvae (Diptera: Stratiomyidae) on Food Waste and Sewage Sludge Composting. *J Environ Manage* Vol. 256. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109967.
- Nangoy, M.M., Montong, M.E.R., Utiah, W., & Regar, M.N. (2017). Pemanfaatan Tepung Manure Hasil Degradasi Larva Lalat Hitam (*Hermetia illucens* L) terhadap Performans Ayam Kampung Fase Layer. *Jurnal Zootek*. 37(2): 370- 377. <https://doi.org/10.35792/zot.37.2.2017.16179>
- Newton, L., Sheppard, C., Watson, D.W., Burtle, G., & Dove, R. (2005). *Using the black soldier fly, Hermetia illucens, as a value-added tool for the management of swine manure*. Report for The Animal and Poultry waste Management Center. North Carolina. North Carolina State University Raleigh.
- Nugraha, F.A. (2019). *Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos Pada Pengolahan Sampah Sayur dengan Larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Oktavia, E., & Rosariawari, F. (2020). Rancangan Unit Pengembangbiakan Black Soldier Fly (BSF) Sebagai Alternatif Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga (Review). *Jurnal Envirous*. Vol. 1, No. 1, pp. 65-75. <https://doi.org/10.33005/envirous.v1i1.20>
- Putra, Y., & Ariesmayana, A. (2020). Efektifitas Penguraian Sampah Organik Menggunakan Maggot (BSF) di Pasar Rau Trade Center,” *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*. Vol. 3. No. 1 pp. 11-24.
- Razid., Zulkarnain, D., Badarudin, R. (2024). Pemanfaatan Limbah Organik Berbeda Sebagai Media Budidaya Maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *JIPHO (Jurnal Ilmiah Perternakan Halu Oleo)*: Vol: 6, No 4, Hal:407-413. Doi: 10.56625/jipho.v6i4.161
- 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 dan Lingkungan*. Vol. 22 No. 1. pp.130–137. Doi: 10.29122/jtl.v22i1.4297.
- Sheppard, C., Newton, L., Watson, D.W., Burtle, G., & Dove, R. (2005). *Using the Black Soldier Fly, Hermetia Illucens, as a Value- Added Tool for the Management of Swine Manure*. Report for The Animal and Poultry Waste Management Center. North Carolina State: University Raleigh.
- Sholahuddin, S., Wijayanti, R., Supriyadi, S., & Subagiya, S. (2021). Potensi Maggot (*Black Soldier Fly*) Sebagai Pakan Ternak Di Desa Miri Kecamatan Kismantoro Wonogiri. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*. 5(2) : 161. <https://doi.org/10.20961/prima.v5i2.45033>
- Siswanto, A.P., Yulianto, M.E., Ariyanto, H.D., Pudiastutiningtyas, N., Febiyanti, E., & Safira, A.S. (2022). Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Media Maggot Di Komunitas Bank Sampah Polaman Resik Sejahtera Kelurahan Polaman, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. *Jurnal Pengabdian Vokasi*. 2(3) : 193–197. doi:10.14710/jpv.2022.14614
- Suciati, R., & Faruq, H. (2017). Efektifitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia Illucens* (Lalat Tentara Hitam) Sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Organik. *BIOSFER: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 2(1) :0-5. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v2i1.356>
- Supriyatna, A., & Putra, R.E. (2017). Estimasi Pertumbuhan Larva Lalat Black Soldier (*Hermetia illucens*) dan Penggunaan Pakan Jerami Padi Yang Difermentasi Dengan Jamur *P. chrysosporium*. *J Biodjati*. 2(2): 159-166. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v2i2.1569>
- Syahputra, D., Hasan, U., & Manullang, H.M. (2023). Pengaruh pemberian limbah buah-buahan pepaya, nanas dan semangka terhadap pertumbuhan maggot BSF (*Hermetia illucens*). *Jurnal Aquaculture Indonesia*. 2(2): 88–98. Doi: 10.46576/jai.v2i2.2092

Tim BSF Indonesia Raya. (2019). *Beternak Maggot BSF Tanpa Becek, Tanpa Bau &*

LahanTerbatas. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.