

## EFEKTIVITAS DEGRADASI SAMPAH ORGANIK MENGGUNAKAN LARVA BLACK SOLDIER FLY-HERMETIA

Gardis Andari<sup>1</sup>, Ramdan Nurdiana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Peternakan, Universitas Musamus, Jl. Kamizaun Mopah Lama, Rimba Jaya,  
Kec. Merauke, Kabupaten Merauke, Papua 996111;

<sup>2</sup>Departemen Biologi, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung - Sumedang KM.21  
Kec. Jatinangor, Kab. Sumedang 45363 Jawa Barat;

e-mail: <sup>1</sup>[Andari\\_faperta@unmus.ac.id](mailto:Andari_faperta@unmus.ac.id) <sup>2</sup>[Ramdan13001@mail.unpad.ac.id](mailto:Ramdan13001@mail.unpad.ac.id)

(Diterima 19 januari 2022 |Disetujui 2 februari 2022 |Diterbitkan 31 Maret 2022)

### ORGANIC WASTE DEGRADATION PROCESS USING HERMETIA ILLUCENS

#### Abstract

*An increasing the volume of organic waste forming the residual impacts that can be polluted the environment. An Integrative management is needed to increase the value of organic waste and its use for several sectors such as agriculture and animal husbandry. The use of Hermetia illucens (Black Soldier Fly) larvae is an alternative for integrated waste management that can increase the value of waste processed into compost. Meanwhile, Black Soldier Fly larvae which are waste degrading agents, have the potential of high protein feed. This study was conducted to determine the effectiveness of some types of organic waste degradation using BSF larvae. The experiment was carried out using a completely randomized design with three treatments in the form of different types of organic waste. The process of waste degradation is done by placing BSF larvae taken from one broodstock. Data analysis was performed by one-way ANOVA. The results show the effectiveness of waste degradation highest value obtained on the type of rotten vegetable with 71,7 gram of media weight at the end of process.*

**Keywords:** BSF, Larva, organic waste

#### PENDAHULUAN

Sampah organik merupakan materi residu yang tidak memiliki nilai manfaat bagi beberapa perspektif masyarakat. Selain itu, penumpukan sampah dapat menimbulkan kerugian jika tidak dikelola dengan baik. Menurut Undang-Undang No. 18 Tahun 2008, sampah organik merupakan sisa-sisa kegiatan manusia dan merupakan hasil proses alami yang terbentuk. Tata kelola sampah organik tidak hanya menjadi prinsip-prinsip lokal, tetapi menjadi salah satu program strategis nasional. Fraksi sampah organik alam jumlah yang banyak dari negara – negara berkembang terdiri dari sisa makanan, kotoran ternak, dan limbah pasar tradisional (Lalander *et al.* 2015). Data Statistik menyebutkan bahwa jumlah sampah organik di ibukota yang merupakan pusat kegiatan masyarakat Indonesia mencapai 3000 ton per hari (Environment Statistic of Indonesia, 2018).

Kondisi ini membutuhkan upaya pengelolaan untuk meningkatkan daya lenting dan daya tampung lingkungan agar tetap stabil. Salah satu peluang peningkatan proses degradasi sampah organik adalah dengan menggunakan insekta (Newton *et al.* 2005). Upaya seleksi dan penentuan jenis insekta sebagai agen degradasi merupakan faktor yang sangat penting untuk mengelola dan memertahankan keberlanjutan proses

degradasi sampah. Terdapat banyak jenis-jenis serangga yang mampu menjadi agen komposting sampah, salah satunya adalah *Black Soldier Fly-BSF (Hermetia illucens)*. *Hermetia illucens* atau sering diketahui sebagai lalat tentara hitam atau *Black Soldier Fly (BSF)*. Lalat ini termasuk ke dalam famili stratiomyidae dan memiliki empat tahapan fase perkembangan, yaitu telur-larva-pupa-dewasa (Liu *et al.* 2019). Larva BSF mampu mendegradasi sampah organik yang terdiri dari 68% jenis sampah organik di perkotaan, 50% jenis kotoran ayam, 39% kotoran babi, dan 25% jenis sampah campuran (Diener *et al.* 2009). Larva BSF telah diketahui sebagai pemakan berbagai jenis materi organik dalam jumlah yang besar, dan banyak digunakan sebagai agen untuk manajemen pengelolaan sampah dalam skala kecil dengan menggunakan berbagai jenis substrat seperti limbah sisa makanan dan kotoran (Green dan Popa, 2012; Lalander *et al.* 2015). Dalam aspek lain juga diketahui bahwa larva BSF telah tercatat sebagai penghambat pembentukan mikroba di dalam substrat. Hal ini ditunjukkan dari rendahnya konsentrasi bakteri patogen yang terbentuk dari proses komposting menggunakan larva BSF (Lalander *et al.* 2015).

Dalam konteks degradasi sampah, peningkatan nilai materi dari hasil degradasi (kompos) dan agen degradasi (larva BSF) harus menjadi fokus utama. Menurut Čičková *et al.* (2015) ukuran, karakteristik, tingkat waktu perkembangan larva, tingkat adaptasi, dan ketahanan larva menjadi beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses degradasi sampah menggunakan larva BSF.,

Larva BSF juga merupakan bahan substitusi pakan ternak yang potensial dengan kandungan protein yang tinggi. Penggunaan larva BSF dalam degradasi limbah jenis kotoran ternak secara tidak langsung menerapkan konsep *zero waste* pada sistem peternakan tersebut. Secara simultan, konsep ini juga menerapkan teknik *recycle* limbah kotoran (Wang dan Shelomi, 2017). Komposisi protein dan lemak dari larva BSF dipengaruhi oleh jenis makanannya (Sprangers *et al.* 2017). Upaya evaluasi struktur lingkungan terhadap penggunaan insekta dan produk turunannya dalam mendegradasi sampah organik perlu dilakukan. Beberapa penelitian yang dilakukan oleh Yang *et al.* (2014) bahwa *mealworm* yang merupakan jenis insekta bahkan mampu mendegradasi plastik berbahan dasar *polyethylene* dengan cara memakannya.

Kuantifikasi dampak dan hubungannya dengan keseluruhan aspek sebagai nilai benefit dari proses degradasi harus diketahui. Informasi yang ada saat ini sangat terbatas terutama mengenai nilai dan dampak yang diperoleh tersebut. Sebagai bagian kecil dari evaluasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat efektivitas penurunan berat sampah pasca degradasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas larva BSF dalam mendegradasi beberapa jenis sampah organik yang memiliki volume tertinggi dari residu aktivitas manusia. Pendekatan efektivitas degradasi sampah organik ini juga menjadi kampanye positif dalam menerapkan konsep-konsep ramah lingkungan berbasis *zero waste* dalam kehidupan sehari-hari.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan desain rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan tiga taraf perlakuan. Perlakuan terdiri dari penggunaan media tumbuh BSF yang berbeda-beda terdiri dari sayuran (S); sisa makanan (SM); dan campuran keduanya (C). Masing – masing media (jenis sampah organik) dimasukkan ke dalam *container* dengan ukuran berat yang sama (200 gram). Larva yang diperoleh dari

indukan dimasukkan ke dalam media dengan jumlah yang sama pula (300 individu). Proses degradasi dilakukan selama empat minggu dengan pengukuran berat media setiap interval satu minggu.

Data penurunan degradasi jenis-jenis sampah organik dikalkulasi dengan menghitung Indeks Reduksi Sampah atau *Waste Reduction Index* (WRI). Nilai WRI menunjukkan nilai efektivitas degradasi yang menyatakan bobot substrat yang dicerna dalam waktu tertentu. Nilai WRI diperoleh dengan persamaan berikut (Diener *et al.* 2009):

$$WRI = \frac{D}{t} \times 100 \quad (1)$$

$$D = \frac{W - R}{R} \quad (2)$$

D menunjukkan persentase bobot substrat yang didegradasi, W bobot kering substrat selama waktu percobaan (t), sedangkan R bobot kering residu selama waktu percobaan. Untuk mengetahui tingkat signifikansi pada masing-masing taraf, dilakukan analisis dengan menggunakan *one way* ANOVA.

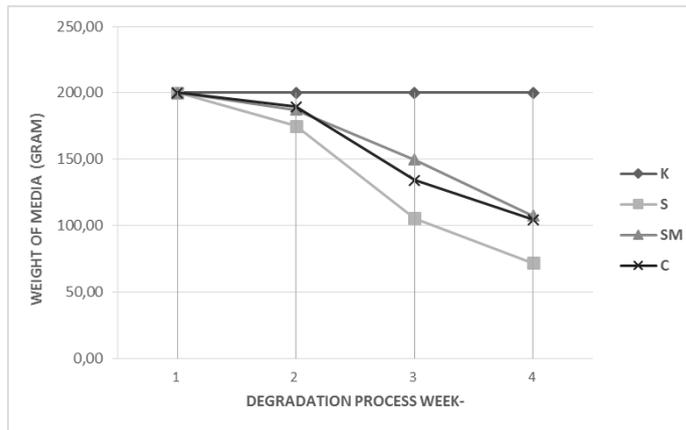
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Degradasi Sampah

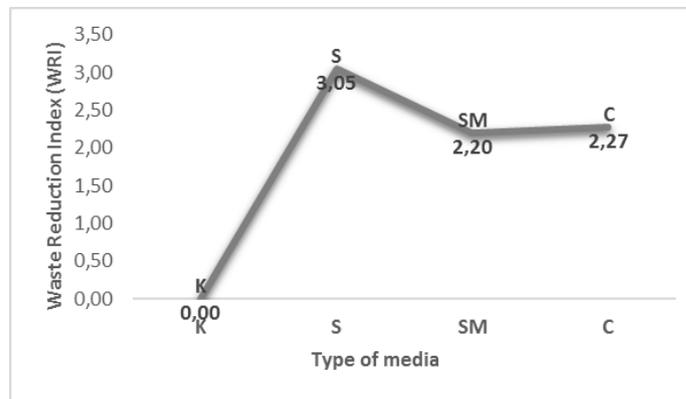
Proses degradasi sampah organik oleh larva BSF dilakukan selama empat minggu dengan monitoring berupa pengukuran berat sampah dan larva secara berkala. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat penurunan berat masing-masing jenis sampah organik. Tingkat penurunan tertinggi dalam proses degradasi diketahui terdapat pada jenis media sampah sayuran (S) (**Gambar 1**) dengan berat media pada akhir proses mencapai <100 gram. Hal ini mengindikasikan penurunan yang terjadi mencapai >50%. Pada media jenis sisa makanan (SM) dan campuran (C) memiliki tingkat penurunan yang hampir sama dengan nilai lebih rendah dibandingkan pada media sayuran. Hal ini diindikasikan karena kondisi faktor fisika - kimia media seperti pH dan kandungan nutrisi yang memengaruhi laju proses degradasi. Rendahnya nilai pH pada limbah sisa makanan berdampak pada proses degradasi yang terjadi oleh larva BSF (Kumar *et al.*, 2018). Penurunan yang signifikan terlihat pada minggu ke-3 dengan tingkat penurunan mencapai 50 gram. Menurut Bulak *et al.* (2018) proses konsumsi sampah organik oleh larva BSF umumnya dengan cara mengasimilasi ketersediaan nutrisi dan mereduksi substrat tersebut hingga menjadi kompos yang tercampur dengan larva. Proses degradasi sampah organik oleh BSF selalu diikuti dengan proses nitrifikasi karena ketersediaan nitrat sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan kadar amonia pada media tersebut (Green dan Popa, 2012).

Penurunan berat media tertinggi pada jenis sayuran diikuti dengan nilai WRI yang tinggi pula 3.05 (**Gambar 2**). Semakin tinggi nilai WRI yang diperoleh menunjukkan tingkat efektivitas penggunaan media pertumbuhan bagi larva yang semakin baik (Diener *et al.* 2009). Efektivitas degradasi pada media sayur ini diindikasikan karena kesesuaian komponen nutrisi bagi pertumbuhan larva BSF. Jenis sayuran yang mudah mengalami pembusukan mempermudah larva dalam proses degradasi. Penelitian Supriyatna dan Putra (2017) menyebutkan kandungan lignin pada jenis media menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan larva. Kandungan lignin yang tinggi dapat menghambat proses pencernaannya. Media sayur yang digunakan pada penelitian ini

diindikasikan memiliki kandungan lignin pada konsentrasi yang cukup rendah, sehingga tidak terlampau memengaruhi proses degradasi yang terjadi.



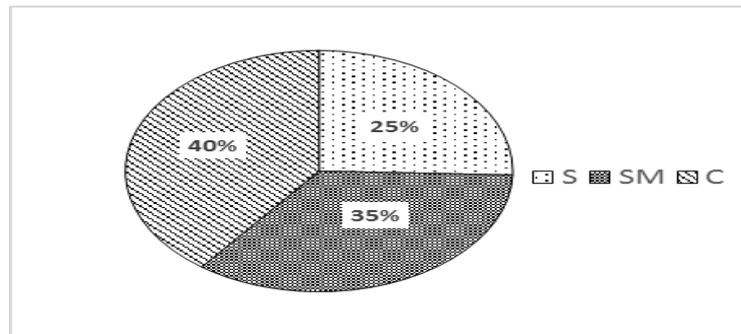
**Gambar 1.** Proses Degradasi Larva BSF pada Media yang Berbeda (S) Sayur dan Buah; (SM) Sisa Makanan; dan (C) Campuran



**Gambar 2.** Indeks Reduksi Sampah (WRI) Larva BSF pada Jenis Media yang Berbeda (S) Sayur dan Buah; (SM) Sisa Makanan; dan (C) Campuran

**Tabel 1.** Rata-Rata Berat Akhir Media Pertumbuhan Larva (S) Sayur dan Buah; (SM) Sisa Makanan; dan (C) Campuran

Media	Berat awal (gram)	Rata-rata berat akhir (gram)
Kontrol	200	200 ± 0.00
Sayuran (S)	200	71.70 ± 15.35
Sisa Makanan (SM)	200	107.43 ± 9.19
Campuran (C)	200	104.50 ± 1.64



**Gambar 3.** Persentase Kadar Air Media pada Akhir Proses Degradasi (S) Sayur; (SM) Sisa Makanan; dan (C) Campuran

Berat rata-rata akhir pada masing - masing media mengalami penurunan dengan nilai terendah terdapat pada jenis sayuran (**Tabel 1**). Kesesuaian masing-masing nilai antara tingkat degradasi, WRI dan berat akhir pada setiap media mengindikasikan proses degradasi yang efektif, sehingga komponen parameter yang digunakan memberikan informasi komprehensif.

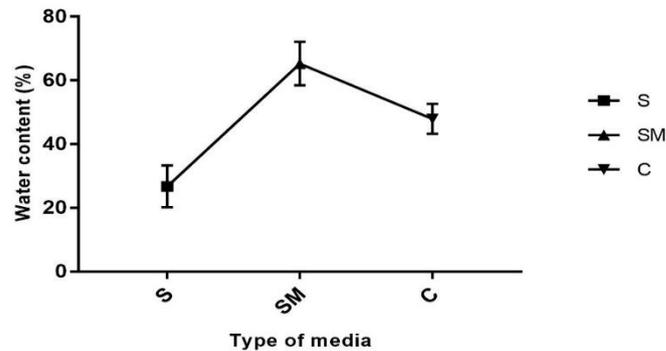
Perbandingan presentase kadar air pada media sayuran di akhir proses degradasi juga menunjukkan nilai terkecil dibandingkan kedua media lainnya (**Gambar 3**). Kondisi ini mengindikasikan degradasi yang terjadi pada media sayuran terjadi sangat efektif dilakukan oleh larva BSF. Proses konsumsi substrat menghasilkan produk biomassa larva dan residu, serta jumlah substrat yang digunakan untuk metabolismenya (Supriyatna dan Putra, 2017).

#### **Kadar Air Larva BSF**

Proses konsumsi substrat oleh larva BSF pada jenis-jenis media sampah yang digunakan menghasilkan biomassa dengan jumlah yang berbeda. Larva BSF yang mampu mengonsumsi berbagai jenis sampah organik dengan tingkat efektivitas yang tinggi memungkinkan dapat menghasilkan biomassa yang tinggi pula. Menurut Rachmawati *et al.* (2010), penambahan bobot tubuh juga terjadi hingga larva memasuki tahap prepupa.

Presentase kadar air tertinggi biomassa larva diketahui terdapat pada media SM (**Gambar 4**). Beberapa asumsi mengindikasikan bahwa larva pada media SM ini memiliki berbagai komposisi dan konsentrasi nutrisi yang kompleks. Salah satu komponen yang diindikasikan tinggi adalah kadar air. Penelitian Andari *et al.* (2021) menunjukkan bahwa kandungan air tertinggi larva BSF diperoleh pada media pertumbuhan yang berasal dari sisa makanan.

Komponen nutrisi pada larva BSF tergantung dari jenis substrat yang dikonsumsi. Larva BSF mampu mengakumulasi lipid dalam tubuhnya, sehingga sangat efektif untuk diaplikasikan dalam pemanfaatan pakan (Wang dan Shelomi, 2017). Konversi nutrisi yang terjadi di dalam proses degradasi mampu meningkatkan laju pertumbuhan larva BSF tersebut (Liu *et al.* 2019). Walaupun memiliki kandungan lemak yang tinggi, penggunaan pakan dengan larva BSF tidak memberikan dampak negatif terhadap hewan ternak



**Gambar 4.** Persentase Kandungan Air (%) Larva BSF yang Dipanen dari Media Pertumbuhan (S) Sayur dan Buah; (SM) Sisa Makanan; dan (C) Campuran

**Tabel 2.** One way ANOVA Proses Degradasi Sampah Organik Menggunakan Larva BSF dengan Perbedaan Jenis Media Sampah Organik

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Media Type	2361,316	2	1180,658	10,97288	<b>0,009897</b>	5,143253
Error	645,5867	6	107,5978			
Total	3006,902	8				

Berdasarkan hasil analisis varian diketahui bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan terhadap daya konsumsi (*consumption rate*) larva BSF. Hasil ini menunjukkan pula adanya perbedaan daya degradasi larva terhadap berbagai jenis media tersebut. Proses komposting dengan menggunakan berbagai jenis substrat akan memberikan peluang dalam peningkatan dan variasi laju degradasi oleh larva BSF (Kumat *et al.* 2018). Tingkat konsumsi yang tinggi menghasilkan daya degradasi yang tinggi pula. Akan tetapi jumlah biomassa larva bergantung pada kandungan nutrisi yang diperoleh pada masing-masing media sebagai komponen pendukung pertumbuhannya. Penelitian sejenis menggunakan campuran tongkol jagung dan limbah restoran telah dilakukan oleh Li *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa larva BSF memberikan peranan penting dalam mendegradasi media dan menghasilkan biomassa untuk sumber pakan lainnya. Sehingga penggunaan larva BSF ini menjadi salah satu metode percepatan dalam pengelolaan sampah organik secara terpadu dengan menghasilkan berbagai produk turunan yang berguna (Kumar *et al.*, 2018).

## KESIMPULAN

Larva BSF mampu mendegradasi berbagai jenis sampah organik yang digunakan sebagai media pertumbuhannya. Laju konsumsi larva terhadap berbagai jenis sampah memiliki tingkatan yang berbeda-beda. Pada proses akhir degradasi, berat media sampah dikonversi oleh larva BSF menjadi biomasanya. Proses degradasi ini bergantung pada kandungan nutrisi pada sampah tersebut, dengan demikian tingginya laju degradasi yang terjadi pada jenis sampah, bergantung pada ketersediaan nutrisi yang sesuai bagi pertumbuhannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andari, G., Ginting, N.M., dan R. Nurdiana. 2021. Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Sebagai Agen Pereduksi Sampah dan Alternatif Pakan Ternak. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. vol 9 (3): 246-252.
- Bulak, P., Polakowski, C., Nowak, K., Wasko, A., Wiacek, D., Bieganowski, A. 2018. *Hermetia illucens* as a New and Promising Species for Use in Entomoremediation. *Sci. of the Tot. Environ.* 633 (2018): 912-919.
- Čičková, H., Newton, G. L., Lacy, R. C., & Kozánek, M. (2015). The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management*, 35, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.026>
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). *Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates*. (November), 603–610. <https://doi.org/10.1177/0734242X09103838>
- Environment Statistic of Indonesia. 2018. Waste Management. BPS-Indonesia: Jakarta.
- Green, T. R., & Popa, R. (2012). *Enhanced Ammonia Content in Compost Leachate Processed by Black Soldier Fly Larvae*. 1381–1387. <https://doi.org/10.1007/s12010-011-9530-6>
- Kumar, S., Negi, S. Mandpe, A., Singh, R.V., Hussain, A. (2018). Rapid composting techniques in Indian context and utilization of black soldier fly for enhanced decomposition of biodegradable waste - A comprehensive review. *Journal of Environmental Management*. 227. 189-199.
- Lalander, C. H., Fidjeland, J., Diener, S., Eriksson, S., & Vinnerås, B. (2014). 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>
- 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*. 261–271. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0235-4>
- Larry Newton, Craig Sheppard, Wes D, Watson, Gary Burtle, R. D. (2005). USING THE BLACK SOLDIER FLY, *Hermetia illucens*, AS A VALUE-ADDED TOOL FOR THE MANAGEMENT OF SWINE MANURE. *Journal Korean Entomology and Applied Science*, 36(12), 17 pp.
- Li, W., Li, Q., Wang, Y., Zheng, L., Zhang, Y., Yu, Z., ... Zhang, J. (2018). *Efficient bioconversion of organic wastes to value-added chemicals by soaking, black soldier fly ( Hermetia illucens L .) and anaerobic fermentation*. 227(February), 267–276. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.084>
- Liu, C., Wang, C., Yao, H. (2019). Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae). *Animal*. 9(349).

- Rachmawati., Buchori, D., Hidayat, P., Hem, S., Fahmi, M.R. (2010). Perkembangan dan kandungan nutrisi larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada bungkil kelapa sawit.
- Sprangers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Obyn, A., Deboosere, S., Meulenaer, B. De, ... Smet, S. De. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (97), 2594–2600. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8081>
- Supriyatna, A., Putra, R.E. (2017). Estimasi pertumbuhan larva black soldier fly (*Hermetia illucens*) dan penggunaan pakan jerami yang difermentasi dengan jamur *P. chrysosporium*. *Jurnal Biodjati*. 2(2): 159-166.
- Wang, Y., Shelomi, M. 2017. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods*. 6: 91.
- Yang, J., Yang, Y., Wu, W.-M., Zhao, J., Jiang, L., 2014. Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the guts of plastic-eating waxworms. *Environ. Sci. Technol.* 48, 13776–13784