



Pengaruh Penambahan Bioaktivator *EM-4* Dan Mol Terhadap Laju Reduksi Sampah Organik Oleh Larva BSF

Novia Cahya Ika Permatasari^{1✉}, Setiawan², Darjati³

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Surabaya, Indonesia

Ncahya422@gmail.com / 08564560XXX

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 14 Feb 2022

Disetujui 20 April 2022

Di Publikasi 01 Mei 2023

Keywords:

Larva BSF, EM-4, MOL, Reduksi

DOI

<https://doi.org/10.32763/juke.v16i1.483>

Abstrak

Latar Belakang: Larva BSF adalah larva yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk mereduksi Sampah jenis Organik bervariasi serta bernilai ekonomi tinggi. Kelemahan dari reduksi sampah dengan metode ini adalah proses reduksi lebih lambat dan menimbulkan bau. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bioaktivator *EM-4* dan MOL terhadap laju reduksi Sampah Organik oleh Larva BSF. **Metode:** eksperimental dengan menggunakan desain *one shoot case study*. Data dianalisis secara deskriptif dengan mengacu pada persyaratan kualitas kompos secara fisik yaitu SNI-7030 tahun 2004 serta Analisis secara statistik menggunakan *one way- analysis of variance* (ANOVA). Hasil analisis jika terdapat pengaruh maka dilakukan uji lanjut DMRT. **Hasil:** Hasil uji statistik diperoleh $P=0,00 < 0,05$. Laju reduksi paling tinggi sebesar 93 gr/hari pada sampel organik yang ditambah bioaktivator *EM-4* dan MOL 30 ml. Laju reduksi terendah adalah control yaitu 56 gr/hari. **Kesimpulan:** Ada pengaruh penambahan bioaktivator *EM-4* dan MOL terhadap laju reduksi sampah oleh Larva BSF. Penambahan bioaktivator *EM-4* dan MOL Sebanyak 30 ml dapat mempercepat laju reduksi terbaik.

Effect of Addition of Bioactivator EM-4 and Mole on Reduction Rate of Organik Waste by BSF Larvae

Abstract

Background: BSF larvae are larvae that can be used as an alternative to reduce various types of organic waste and have high economic value. The weakness of waste reduction with this method is that the reduction process is slower and produces odors. **Purpose:** This study aims to "to know the effect of adding bioactivator EM-4 and MOL on the rate of reduction of organic waste" by BSF Larvae. **Methods:** experimental using a one shoot case study design. The data were analyzed descriptively with reference to the physical compost quality requirements, namely SNI-7030 in 2004 and statistical analysis using one way analysis of variance (ANOVA). The results of the analysis, if there is an effect, then the DMRT further test is carried out. **Results:** The statistical test results obtained " $P = 0.00 < 0.05$. The highest reduction rate was 93gr/day in organik samples added with bioactivator EM-4 and 30 ml MOL. The lowest reduction rate was control, which was 56gr/day.. **Conclusion:** There is an effect of adding bioactivator EM-4 and MOL on the rate of waste reduction" by BSF larvae. The addition of bioactivator EM-4 and MOL as much as 30 ml can accelerate the best reduction rate.



Alamat korespondensi:

Poltekkes Kemenkes Surabaya, Surabaya – Jawa Timur, Indonesia

Email: Ncahya422@gmail.com

ISSN 2597-7520

Pendahuluan

Sampah merupakan kasus lingkungan yang banyak ditemui di wilayah Indonesia. Timbulan sampah menjadi media penularan infeksi parasite, mengganggu estetika lingkungan, serta menyebabkan banjir bila dibuang ke badan air (Indartik et al., 2018). Kenaikan timbulan sampah tanpa pengolahan yang tepat menimbulkan kehancuran alam serta makhluk hidup yang lain. Lamongan ialah kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang mempunyai kasus timbulan sampah yang belum tertangani seluruhnya. Berdasarkan pada informasi Dinas Lingkungan Hidup Lamongan tahun 2020, masih ada 147 TPS liar yang tersebar di kabupaten lamongan (DLH, 2020). Kecamatan Pucuk ialah salah satu kecamatan di Kabupaten Lamongan yang mempunyai timbulan sampah paling tinggi sebesar 240, 57 m³/ hari (DLH, 2020). Tingginya timbulan sampah di Kecamatan Pucuk tidak diimbangi dengan fasilitas yang mencukupi. Berdasarkan pada informasi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lamongan tahun 2020, masih terdapat 8 titik TPS liar (DLH, 2020). Berdasarkan studi pendahuluan melalui wawancara metode pengomposan belum terlaksana di Desa Pucuk karena beberapa aspek yaitu faktor keterbatasan lahan, waktu pengomposan yang lama dan rendahnya pemahaman warga dalam memilah sampah organik.

Berdasarkan pada kasus diatas perlunya inovasi teknologi tepat guna untuk pengomposan yang tidak memerlukan lahan luas, dapat mendegradasi berbagai jenis sampah organik sekaligus serta tidak membutuhkan waktu lama dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi. Penguraian sampah organik menggunakan Larva Black Soldier Fly merupakan teknologi tepat guna yang menguntungkan, sebab dapat mendegradasi berbagai jenis sampah organik sekaligus dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi. Berdasarkan penelitian Larva Black Soldier Fly mampu mengurai sampah organik dari hewan ataupun tanaman paling optimal dibandingkan dengan menggunakan metode vermicomposting yang pernah diteliti (Neill Bullock, Emily Chapin, Austin Evans & Matthew Givens, Nathan Jeffay, Betsy Pierce, 2013). Larva Black Soldier Fly juga dikenal mempunyai rentang tipe santapan yaitu jenis sampah organik yang beragam seperti bahan organik hewani ataupun bahan organik lain yang telah membusuk seperti buah-buahan, sayuran dan sisa makanan (Widyastuti & Sardin, 2021).

Kelemahan pengomposan metode Larva Black Soldier Fly memiliki masa pengomposan yang relatif lebih lama sebab Larva BSF memerlukan waktu untuk mengolah material yang akan dijadikan kompos tidak hanya itu pula menimbulkan bau yang tidak sedap (Sarpong et al., 2019). Salah satu bioaktivator yang banyak digunakan untuk mempercepat pengomposan sekaligus mengurangi bau pada proses pengomposan adalah EM- 4. EM- 4 yang berperan selaku inokulan untuk memperbanyak

mikroorganisme pengurai (Lestari & Suyasa, 2020). Mikroorganisme berfungsi mendegradasi sampah organik lingkungan menjadi lebih sederhana sehingga laju reduksi yang berlangsung pada limbah organik lebih cepat sekaligus dapat menyerap bau yang akan ditimbulkan dalam proses pengomposan (Ardiningtyas, 2013), akan tetapi tidak semua kalangan bisa menggunakannya karena membutuhkan biaya yang cukup mahal.

Alternatif yang bisa digunakan untuk seluruh golongan masyarakat adalah mikroorganisme local. MOL merupakan larutan yang terbuat dari bahan yang ada disekitar kita semacam berbagai jenis buah, urin hewan, dan nasi busuk. Bahan baku pembuatan MOL dapat diperoleh dari sisa buah buahan, salah satunya nanas. Supianor (2018) menyatakan MOL kulit nanas mengandung enzim bromelin. Menurut Sitepu (2017) Enzim bromelin dalam kandungan kulit nanas mampu mempercepat proses perkembangbiakan mikroorganisme. Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk menganalisis pengaruh penambahan bioaktivator EM-4 dan MOL kulit nanas sebagai upaya untuk mempercepat laju reduksi sampah organik dengan menghasilkan kompos. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan bioaktivator EM-4 dan MOL terhadap laju reduksi sampah organik oleh Larva Black Soldier Fly di Kecamatan Pucuk Kabupaten Lamongan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Rancangan penelitian ini adalah Quasi (Quasi experiment) yaitu variable diambil secara tidak acak. Variabel pada penelitian ini meliputi variabel bebas yaitu sampah organik, Larva Black Soldier Fly, bioaktivator EM-4, dan MOL, Variabel tetap yaitu laju reduksi sampah organik dan Variabel kontrol yaitu suhu, pH, dan kelembaban. Data dianalisis secara deskriptif dan analitik menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95%/hari, apabila analisis ANOVA diperoleh terdapat pengaruh maka dilakukan uji (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%/hari untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Notoatmodjo, 2012).

Persiapan penelitian ini adalah dengan persiapan bahan- bahan yaitu bioaktivator MOL dan pembiakan telur Black Soldier Fly. Adapun cara pembuatan MOL yaitu dengan mencampurkan kulit nanas yang telah di blender sebanyak 2 kg dengan 2 liter air kelapa muda di tambah 4 ons gula merah kemudian di simpan di wadah tertutup selama 7 hari dan saring. Selanjutnya perkembangbiakan Larva sebanyak 1 gram per wadah sampel hingga berusia 6 hari.

Prosedur penelitian ini dimulai dari penimbangan larva yang berumur 6 hari digunakan sebagai agen pengurai sampah. Adapun jenis sampah yang diurai pada penelitian ini adalah sampah organik campuran terdiri dari sayuran (selada dan sawi), buah (kulit manga dan papaya), jeroan, tulang ikan, serta sisa nasi. Total sampah organik yang diberikan pada masing-masing wadah

adalah 1.280 gr. Sebelum sampah organik diberikan pada Larva Blacksoldier Fly, sampah organik di fermentasi dengan EM4 dan MOL masing-masing sebanyak 25 ml, 30 ml, 35 ml selama 3 hari. Selanjutnya sampah organik hasil fermentasi diberikan kepada Larva Blacksoldier Fly untuk di degradasi selama 9 hari hingga larva berusia 14 hari. Langkah terakhir yaitu menimbang berat larva dan berat sampah hasil reduksi serta berat residu kemudian menghitung laju reduksi sampah dengan rumus jumlah sampah tereduksi per waktu.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini meneliti tentang cara cepat dan tepat dalam pengelolaan sampah organik campuran di kawasan rumah tangga. Sampah yang digunakan adalah sampah campuran yang terdiri dari sayuran, buah-buahan, ikan, dan sisa nasi. Sampah organik campuran dicacah kemudian selanjutnya di fermentasi dengan bioaktivator EM-4 dan MOL selama 3 hari. Proses fermentasi ini dilakukan dengan tujuan untuk melunakkan sampah organik campuran yang bersifat kasar dan keras (Rofi et al., 2021). Langkah selanjutnya adalah memberikan hasil fermentasi sampah organik campuran tersebut ke *Larva Black soldier fly* yang telah berusia 7 hari, karena menurut Popa & Green (2012) *Larva Black soldier fly* pada usia tersebut baru dapat mencerna sampah organik secara maksimal. Kecepatan proses *larva black soldier* dalam mencerna sampah organik dapat dihitung dengan rumus laju reduksi yaitu jumlah sampah tereduksi per waktu. Laju reduksi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh penambahan bioaktivator EM-4 dan MOL terhadap kecepatan larva dalam mencerna sampah organik. Adapun hasil perhitungan laju reduksi sampah diperoleh pada Tabel 1.

Tabel 1. Prosentase Laju Reduksi Sampah oleh Larva BSF dengan Penambahan MOL dan EM-4

Variabel	W (gr)	R (gr)	T (hari)	D (W-R) (gr)	WRI (D/t) (gr/hari)
V1	890	70	9	820	91
V2	897	60	9	837	93
V3	886	75	9	811	90
V4	890	70	9	820	91
V5	897	60	9	837	93
V6	886	75	9	811	90
K	795	290	9	505	56

Sumber: Data Primer

Keterangan :

- Variabel 1 (V1) : Sampah Organik 1.280 gr + 25 ml EM-4+ 2000 ekor Larva BSF
- Variabel 2 (V2) : Sampah Organik 1.280 gr + 30 ml EM-4+ 2000 ekor Larva BSF

- Variabel 3 (V3) : Sampah Organik 1.280 gr + 35 ml EM-4+ 2000 ekor Larva BSF
- Variabel 4 (V4) : Sampah Organik 1.280 gr + 25 ml MOL+ 2000 ekor Larva BSF
- Variabel 5 (V5) : Sampah Organik 1.280 gr + 30 ml MOL+ 2000 ekor Larva BSF
- Variabel 6 (V6) : Sampah Organik 1.280 gr + 35 ml MOL+ 2000 ekor Larva BSF
- Variabel 6 (K) : Sampah Organik 1.280 gr + 2000 ekor Larva BSF

WRI = Laju reduksi sampah (gr/hari)

D = Tingkat Degradasi Sampah(gr)

T = Waktu yang diperlukan untuk degradasi sampah(hari)

W = Berat total sampah organik setelah terdegradasi(gr)

R = Jumlah Residu (sampah organik yang tidak lolos ayakan) (gr)

(Zurich & Diener, 2010)

Analisis Pengaruh Penambahan EM4 dan MOL terhadap Laju Reduksi Sampah Organik

Tabel IV.2 Hasil Analisis Statistik

Parameter	P	Keterangan
Laju Reduksi sampah organik dengan penambahan EM-4 25 ml, 30 ml, 35 ml dan MOL 25 ml, 30 ml, 35 ml.	0,00	0,00<0,05 (Ho ditolak)

Berdasarkan hasil penelitian Tabel.1 Pada penambahan *EM-4* laju reduksi sampah organik oleh larva black soldier fly tertinggi adalah V2 (sampel sampah penambahan *EM-4* 30 ml) diperoleh laju reduksi sebesar 93 gr/hari. Apabila dibandingkan dengan kontrol memiliki laju reduksi 56gr/hari, maka perlakuan dengan menambahkan *EM-4* 30 ml mampu mempercepat laju reduksi lebih besar yaitu 37 gr/hari . Hasil uji lanjutan analisis statistic pada table 2 diperoleh $P= 0,0 < 0,05$ yang berarti ada perbedaan pengaruh penambahan bioaktivator *EM-4* dan MOL sebanyak 25 ml, 30 ml, 35 ml terhadap laju reduksi sampah organik oleh Larva BSF. Larva BSF dalam penelitian ini memiliki peranan yang penting dalam membantu mendegradasi sampah organik menjadi kompos. Larva BSF mampu mereduksi berbagai jenis sampah organik baik sayuran, buah- buahan, daging, maupun tulang lunak. Hal tersebut karena Larva BSF memiliki tipe santap yang sangat beragam. Tanpa bantuan Larva BSF, maka kompos yang dihasilkan akan menghasilkan residu yang lebih banyak. Sejalan dengan penelitian Mahardika (2016) bahwa pada proses degradasi sampah organik campuran tanpa penambahan larva BSF menghasilkan dua kali lipat residu di bandingkan dengan penambahan larva BSF. Selain itu, menurut penelitian Sarpong D (2019) mendegradasi sampah organik dengan metode larva BSF memiliki nilai

ekonomis yang lebih tinggi dibanding metode lain diantaranya mampu menghasilkan kompos dengan kualitas tinggi dan larva yang telah menjadi pupa dapat bermanfaat sebagai pakan ternak dengan kandungan protein tinggi, selain itu metode ini tidak memerlukan lahan luas. Adapun kelemahan dari penggunaan Larva BSF sendiri adalah proses penguraian pada organik dengan bahan yang bersifat keras sedikit lambat serta menghasilkan bau yang tidak sedap. Oleh karena itu perlu penambahan *EM-4* dan MOL untuk lebih mempercepat proses reduksi serta mengurangi bau yang dihasilkan selama proses.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan *EM-4* 30 ml pada sampel sampah organik mampu mempercepat laju reduksi sampah oleh Larva BSF 37 gr/ hari paling cepat dan tidak menimbulkan bau tidak sedap dibandingkan dengan sampel yang tidak ditambahkan dengan *EM-4*. Percepatan ini disebabkan karena bantuan bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, ragi (*yeast*), *Actinomycetes* pada *EM-4* yang mampu melunakkan sampah organik sehingga mudah di cerna oleh Larva BSF. Sejalan dengan Werayoga et al (2016) *EM-4* dapat mempercepat degradasi sampah organik sebab *EM-4* mengandung berbagai jenis bakteri yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, ragi (*yeast*), *Actinomycetes* yang berguna mempersingkat waktu degradasi sampah organik. *EM-4* juga terdiri atas bermacam bakteri yang berguna untuk mempercepat pertumbuhan bakteri yang baik dan menghentikan bakteri yang merugikan. Penelitian Lestari & Suyasa (2020) juga menjelaskan bahwa Mikroorganisme pada *EM-4* berguna untuk mendegradasi sampah organik lingkungan menjadi lebih sederhana sehingga proses reduksi sampah organik lebih cepat. *EM-4* menurut Lestari & Suyasa (2020) juga dapat menyerap bau yang akan ditimbulkan dalam proses pengomposan. Larasati & Puspikawati (2019) menyatakan bahwa setiap penambahan 5 ml *EM-4* akan mempercepat waktu pengomposan dan menyerap bau, akan tetapi pernyataan ini tidak sejalan dengan hasil penelitian ini karena sampel sampah dengan penambahan *EM-4* 35 ml mengandung kelembaban yang tinggi yaitu lebih dari 90% menyebabkan penggumpalan sehingga menghambat pergerakan larva BSF dalam proses reduksi. Hayati, (2016) menjelaskan kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan perlambatan reduksi karena adanya sedikit penggumpalan sehingga larva tidak dapat mereduksi secara maksimal. Sipayung (2015) juga menjelaskan kelembaban sampah organik yang lebih dari 90% dapat memperlambat pergerakan larva BSF bahkan menyebabkan kematian serta menimbulkan bau tidak sedap karena bakteri aerobic yang mati akibat tingginya kadar air dan kurangnya ketersediaan oksigen. Saran bagi penelitian selanjutnya sebaiknya penambahan *EM-4* pada sampel sampah

organik campuran tidak lebih dari 35 ml per 1000 gr.

Penelitian ini juga meneliti tentang pengaruh penambahan MOL kulit nenas sebagai pembanding dari *EM-4*. Hasil penelitian berdasarkan Tabel 1 menunjukkan penambahan MOL 30 ml pada sampel sampah organik mampu mempercepat laju reduksi sampah oleh Larva BSF 37 gr/ hari paling cepat dan tidak menimbulkan bau tidak sedap dibandingkan dengan sampel yang tidak ditambahkan dengan MOL. Percepatan ini disebabkan karena bantuan mikroorganisme pada MOL yaitu *Lactobacillus*, *Acetobacter xylinum*, *acetobacter sp*, dan *selulosa* serta enzim bromelin yang dapat mendegradasi sampah organik sehingga menjadi lunak dan mudah dicerna oleh Larva BSF. Sejalan dengan Penelitian Rahayu (2021) menjelaskan MOL mengandung mikroorganisme lebih dari 1 jenis mikroorganisme beberapa diantaranya mikroorganisme *Rhizobium sp*, *Azospirillum sp*, *Azotobacter sp*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus sp* dan bakteri pelarut *pHospat*. Mol kulit nenas juga mengandung enzim bromelin dalam yang mampu mempercepat proses perkembangbiakan mikroorganisme sehingga semakin banyak mikroorganisme pengurai semakin cepat proses degradasi sampah (Sitepu, 2017). Menurut penelitian Ali (2018) penambahan setiap 5 ml MOL dapat mempercepat degradasi sampah, akan tetapi tidak demikian dengan penelitian ini. Hasil yang diperoleh pada sampel sampah organik dengan penambahan 35 ml MOL mengalami keterlambatan laju reduksi di bandingkan dengan penambahan MOL 30 ml. Hal tersebut disebabkan karena kelembaban pada sampel sampah yang tinggi yaitu lebih dari 90% sehingga terjadi penggumpalan dan menyebabkan larva tidak dapat mereduksi secara maksimal. pH juga berpengaruh pada percepatan laju reduksi sampah organik oleh Larva BSF dengan penambahan MOL. Mahardika (2016) menjelaskan bahwa semakin asam pH maka laju reduksi sampah organik oleh Larva BSF akan menurun. Tingginya kadar asam pada sampel yaitu kurang dari 5 dari penambahan MOL kulit nenas 35 ml menjadi salah satu faktor yang menghambat laju reduksi sampah. Saran bagi penelitian selanjutnya sebaiknya penambahan MOL pada sampel sampah organik campuran tidak lebih dari 35 ml per 1000 gr.

Hasil perolehan antara *EM-4* dan MOL pada penelitian ini diperoleh hasil tertinggi yang seimbang yaitu dengan laju reduksi 93gr/hari. Hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa *EM-4* dan MOL kulit nenas dengan kadar yang setara memiliki pengaruh tingkat degradasi yang sama. Saran bagi penelitian selanjutnya adalah dengan membandingkan bioaktivator MOL kulit nenas dengan Bioaktivator dengan bahan lain dengan tujuan untuk memperoleh hasil reduksi sampah organik oleh Larva BSF yang lebih maksimal.

Kesimpulan

Hasil uji statistic menunjukkan ada pengaruh penambahan bioaktivator EM-4 dan MOL 25 ml, 30 ml, 35 ml terhadap laju reduksi Sampah Organik oleh Larva BSF. Adapun perolehan laju reduksi tertinggi adalah sampel V2 yaitu sampah organik dengan penambahan EM4 30 ml dan sampel V5 yaitu sampah organik dengan MOL 30 ml sebesar 93gr/hari.

Daftar Pustaka

- Ali, H. (2018). Efektifitas Mikroorganisme Lokal (Mol) Limbah Buah-Buahan Sebagai Aktifator Pembuatan Kompos. *Jurnal Media Kesehatan*, 9(1), 89–98. <https://doi.org/10.33088/jmk.v9i1.296>
- Ardiningtyas, T. R. 2013. Pengaruh Penggunaan Effective Microorganism 4 (EM4) dan Molase Terhadap Kualitas Kompos dalam Pengomposan Sampah Organik RSUD Dr. R. Soetrasno Rembang. *Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahraagaan Universitas Negeri Semarang. Semarang*
- DLH. (2020). *Buku Laporan Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Kabupaten Lamongan*. Kabupaten Lamongan.
- Hayati, N. (2016) Efektivitas Em4 Dan Mol Sebagai Aktivator dalam Pembuatan Kompos dari Sampah Sayur Rumah Tangga (Garbage) Dengan Menggunakan metode Tatakura Tahun 2016. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatra Utara*
- Indartik, I., Yosefi Suryandari, E., Djaenudin, D., & Aulia Pribadi, M. (2018). Household Waste Management in Bandung City: Added Value and Economic Potential. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 15(3), 195–211. <https://doi.org/10.20886/jpsek.2018.15.3.195-211>
- Larasati, A. A., & Puspikawati, S. I. (2019). Pengolahan Sampah Sayuran Menjadi Kompos Dengan Metode Takakura. *Ikesma*, 81. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v15i2.14156>
- Lestari, D., & Suyasa, I. N. G. (2020). Perbedaan Kualitas Kompos Sampah Organik Menggunakan Effective Microorganism 4 (Em4) Dan Larva Black Soldier Fly Di Desa Buduk Tahun 2020. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(2), 132–140.
- Mahardika, T. R. (2016). Teknologi Reduksi Sampah Dengan Memanfaatkan Larva Black Soldier Fly (BSF) Di Kawasan Pasar Puspa Agro Sidoarjo. *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh*
- Nopember Surabaya* 1–113
- Neill Bullock, Emily Chapin, Austin Evans, B. E., & Matthew Givens, Nathan Jeffay, Betsy Pierce, and W. R. (2013). *The Black Soldier Fly. The Black Soldier Fly How-to-Guide. Institute for the Environment of University North Caroline* 163–183. <https://doi.org/10.7591/cornell/9781501747021.003.0008>
- Notoatmodjo. (2012). *Metode Penelitian Kesehatan*. PT Rineka Cipta.
- Popa, R., & Green, T. R. (2012). Using black soldier fly larvae for processing organik leachates. *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 374–378. <https://doi.org/10.1603/EC11192>
- Rahayu, W., Albaar, N., & Erna Ruslana Muhamad Saleh, D. (2021). Pembuatan Minuman Probiotik Berbasis Kulit Nanas Bogor Menggunakan Lactobacillus casei dengan Lama Fermentasi yang Berbeda (Making Probiotic Drinks Based Bogor Pineapple Skin Using Lactobacillus casei with Different Fermentation Time). *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 14(1), 172–183. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.14.1.172-183>
- Rofi, D. Y., Auvaria, S. W., Nengse, S., Oktorina, S., & Yusrianti, Y. (2021). Modifikasi Pakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Upaya Percepatan Reduksi Sampah Buah dan Sayuran. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 130–137. <https://doi.org/10.29122/jtl.v22i1.4297>
- Sarpong, D., Oduro-Kwarteng, S., Gyasi, S. F., Buamah, R., Donkor, E., Awuah, E., & Baah, M. K. (2019). Biodegradation by composting of municipal organik solid waste into organik fertilizer using the black soldier fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *International Journal of Recycling of Organik Waste in Agriculture*, 8(s1), 45–54. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0268-4>
- Sipayung, P. Y. E. (2015). Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Sebagai Salah Satu Teknologi Reduksi Sampah Utilization of the Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Larvae As a Technology Option for Urban Solid Waste Reduction. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan*, 130.
- Sitepu, D. E. M. (2017). Penentuan Aktivitas Spesifik Enzim Bromelin yang Diisolasi dari Bonggol Nenas (*Ananas comosus L*). *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara*.
- Sugiono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B*. Alfabet, 2011.

- Supianor, Juanda, H. (2018). Perbandingan Penambahan Bioaktivator Em-4 (Effective Microorganisme) Dan Mol (Microorganisme Local) Kulit Nanas (*Anana Comosus L.Merr*) Terhadap Waktu Terjadinya Kompos. *Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan* 15(1), 75383. <https://ejournal.kesling-poltekkesbjm.com/index.php/JKL/article/view/41>
- Werayoga, I., Atmaja, I., & Suwastika, A. (2016). Analisis Kualitas Kompos Limbah Upacara Agama Hindu Di Denpasar Dengan Em4 Sebagai Dekomposer. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 5(2), 160-170–170.
- Widyastuti, S., & Sardin, S. (2021). Pengolahan Sampah Organik Pasar Dengan Menggunakan Media Larva Black Soldier Flies (Bsf). *Jurnal Teknik UNIPA* <https://doi.org/10.36456/waktu.v19i01.3240>
- Zurich, E. T. H., & Diener, S. (2010). *Valorisation of Organic Solid Waste using the Black Soldier Fly , Hermetia illucens*. Federal Institute of Technology Zurich