

Biokonversi Sampah Organik Kulit Pisang Menggunakan Larva Black Soldier Fly (BSF)

Bioconversion of Banana Peel Organic Waste Using Black Soldier Fly (BSF) Larvae

Aulia Annas Mufti^{1*}, Sheren Thessalonika², Nurul Mawaddah³
^{1,2,3} Program Studi S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sumatera
Email: aulia.mufti@tl.itera.ac.id

*Penulis korespondensi: aulia.mufti@tl.itera.ac.id

Direview: 1 Maret 2024

Diterima: 3 April 2024

ABSTRAK

Sampah merupakan barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, namun dalam kondisi dan pengolahan tertentu sampah masih dapat digunakan. Contohnya adalah sampah organik, sampah organik adalah sampah yang bisa mengalami pelapukan atau biasa disebut dekomposisi dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh *feeding rate* terhadap kualitas nutrisi larva, kualitas hasil residu dan indeks pengurangan limbah kulit pisang dengan menggunakan metode biokonversi. Biokonversi merupakan proses pengolahan sampah yang melibatkan mikroorganisme untuk mengubah sampah organik menjadi produk yang memiliki nilai jual di pasaran. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan larva *Black Soldier Fly* (BSF) sebagai biokonverter sampah organik yang sudah dipilih yaitu limbah kulit pisang. Variabel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari variasi jumlah *feeding rate* yang berbeda dengan 4 variasi yaitu 40, 60, 80 dan 100 mg/larva/hari selama 15 hari dimana setiap variasi diberikan 3 wadah dan setiap wadah ditaruh sebanyak 2000 ekor larva BSF. Hasil penelitian yang akan didapatkan yaitu kondisi lingkungan selama proses biokonversi dan nilai dari indeks pengurangan limbah atau WRI.

Kata kunci: Biokonversi, Larva BSF, Sampah Organik, WRI

ABSTRACT

Waste is goods considered unused and thrown away by the previous owner/user, but under certain conditions and processing the waste can still be used. An example is organic waste, organic waste is waste that can undergo weathering or what is usually called decomposition and break down into smaller, odorless materials. This research aims to analyze the effect of feeding rate on larval nutritional quality, residue yield quality and banana peel waste reduction index using the bioconversion method. Bioconversion is a waste processing process that involves microorganisms to convert organic waste into products that have market value. This research used *Black Soldier Fly* (BSF) larvae as a bioconverter for selected organic waste, namely banana peel waste. The variables used in this study consisted of variations in the number of different feeding rates with 4 variations, namely 40, 60, 80 and 100 mg/larva/day for 15 days, where each variation was given 3 containers and each container contained 2000 BSF larvae. The research results that will be obtained are environmental conditions during the bioconversion process and the value of the waste reduction index or WRI.

Keywords: Bioconversion, BSF Larvae, Organic Waste, WRI

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi hampir seluruh negara di dunia. Bahkan permasalahan sampah ini tidak hanya dirasakan oleh negara berkembang saja, tetapi negara maju pun ikut merasakan permasalahan sampah ini. Begitupun yang dirasakan oleh negara Indonesia dimana menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), terdapat total timbulan sampah yaitu sebanyak 35,247,794.88 ton/tahun. Dimana komposisi sampah didominasi oleh sampah organik, yakni mencapai 60% dari total sampah dan sisanya adalah jenis sampah anorganik. Adapun permasalahan ini mengalami peningkatan jumlah pada setiap tahunnya. Pada tahun 2022, jumlah sampah nasional diketahui kembali melonjak menjadi 70 juta ton dan pada kenyataannya, masyarakat Indonesia sendiri masih enggan dalam mengelola sampah baik sampah organik maupun sampah anorganik (Rahayu & Sukmono, 2013). Pengolahan sampah organik perlu dikembangkan untuk mengurangi dampak buruk dari terabaikannya sampah organik serta dapat memberi nilai tambah pada sampah organik (Pangestu et al., 2017).

Dampak negatif yang diakibatkan oleh permasalahan sampah organik yaitu munculnya penyakit seperti diare, kolera, tifus maupun demam berdarah akibat virus, bakteri atau jamur. Selain dari segi kesehatan, sampah organik yang tersebar di lingkungan secara sembarang dapat menimbulkan pemandangan yang tidak sedap untuk dipandang. Sampah organik yang berserakan di lingkungan akan menimbulkan pemandangan yang buruk (Yunita, 2013). Disamping itu masih banyak cara lain untuk memanfaatkan dan meningkatkan nilai jual sampah itu sendiri, misalnya proses pengomposan, dimana dari komposisi sampah kota di Indonesia 70 % (volume) adalah sampah basah (Damanhuri, 2006). Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan sampah salah satunya yaitu dengan cara biokonversi. Biokonversi merupakan proses perombakan limbah organik menjadi sumber energi melalui proses yang melibatkan mikroorganisme hidup seperti bakteri, jamur dan larva serangga (Hakim, 2017). Dalam metode biokonversi ini menggunakan bantuan maggot atau *Black Soldier Fly* (BSF) untuk mengolah sampah organik. Larva dari *Black Soldier Fly* ini mampu mengkonsumsi sampah organik disekitarnya sebagai bahan makanan untuk bertahan hidup. Dalam penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh peneliti terdahulu kemampuan larva BSF dalam bertahan hidup diberbagai media berkaitan dengan karakteristiknya yang memiliki toleransi pH yang luas (Mangunwardoyo et al., 2011). Dari penelitian dengan metode ini yaitu bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah *feeding rate* terhadap kualitas nutrisi larva BSF, kualitas residu dengan analisis kandungan unsur hara dan WRI dalam mendegradasi sampah organik kulit pisang. Dimana Indeks pengurangan sampah (waste reduction index) merupakan hasil dari tingkat pengurangan sampah pada periode pemberian pakan. Nilai dari indeks pengurangan limbah atau WRI yang tinggi menunjukkan bahwa larva memiliki kemampuan mereduksi saampah yang tinggi (Hakim, 2017).

Kulit pisang atau limbah pisang biasanya hanya menjadi limbah organik yang tidak bermanfaat dan hanya dibiarkan terbuang pada lingkungan begitu saja. Masyarakat sendiri masih kurang memahami bagaimana cara dalam mengelola memanfaatkan limbah kulit pisang, sementara itu limbah ini sangat mudah diperoleh dan memiliki harga yang relatif murah. Dalam proses biokonversi sendiri larva BSF tidak memiliki enzim pendegradasi lignin di dalam ususnya, sehingga substrat dengan kandungan lignoselulosa yang tinggi akan menyulitkan larva untuk mencerna substrat tersebut (Kim, W, S Bae, K Park, S Lee, Y Choi, S Han & Koh, 2011). Kulit pisang memiliki komposisi yang terdiri dari protein kasar 5,92%, serat kasar 20,96% dan lemak kasar sebesar 16,67% (Murphi, 1994). Kulit pisang juga dilaporkan memiliki kandungan lignin sebesar 5-10% dimana hal ini akan membantu larva BSF dalam mencerna substrat pakan yang akan dikonsumsi (Novianti et al., 2016).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini yaitu laptop, telepon genggam, neraca analitik, pH meter, cawan petri, waring, pinset, saringan pemisah residu dengan larva BSF ukuran 1 mm, penggaris, kertas label, spidol, sarung tangan, baskom, karung goni, timbangan dan Container 40 x 35 x 12 cm. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dedak (sebagai media penetasan telur), telur BSF sebanyak 2000 butir di setiap percobaannya, dan sampel sampah organik berupa kulit pisang

2.2 Prosedur Pelaksanaan Proses Biokonversi

Adapun pelaksanaan biokonversi larva, yaitu:

1. Setelah telur menetas maka bayi larva BSF perlu ditunggu sampai pada hari ke-5 yang selanjutnya akan dipisahkan sebanyak 2000 ekor di setiap box dengan total wadah yang digunakan yaitu 12 box.
2. Kemudian pada saat hari ke-5 sudah bisa diberikan makan dengan sampah organik kulit pisang yang sudah dicacah dengan mesin pencacah setiap 3 hari sekali selama kurang lebih 15 hari.
3. Pemberian makan berupa sampah organik kulit pisang dimana sampah perlu dicacah terlebih dahulu dengan mesin pencacah yang ditambah dengan air agar tekstur pakan yang akan diberikan kepada larva menjadi lembut dan lunak sehingga mudah untuk dicerna sebanyak 4 variasi *feeding rate* yaitu 40 mg/larva/hari (Reaktor A); 60 mg/larva/hari (Reaktor B); 80 mg/larva/hari (Reaktor C); dan 100 mg/larva/hari (Reaktor D) dengan tiga kali pengulangan.
4. Dalam proses biokonversi ini juga perlu memperhatikan beberapa hal yaitu setiap hari akan diukur pH, suhu dan kelembapan selama 15 hari sebagai kontrol terhadap efektivitas larva BSF yaitu *waste reduction index* atau WRI.

Pada penelitian ini dilakukan dengan parameter pengujian analisis kandungan unsur hara (Rasio C/N, N, P dan K) residu larva BSF, analisis proksimat (Kadar air, lemak dan protein) dan melakukan perhitungan *waste reduction index*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi lingkungan proses biokonversi

Dalam kondisi lingkungan proses biokonversi ini dilakukan pengukuran pH tiap reaktor pada penelitian ini dilakukan setiap hari menggunakan alat *soil moisture tester*. Pada pengukuran pH dilakukan bertujuan untuk melihat pengaruh pH pada proses biokonversi dengan menggunakan larva BSF. Berdasarkan hasil penelitian, variasi *feeding rate* pada reaktor A, B, C dan D didapatkan nilai pH pada tiap reaktor hampir sama, pada tahapan awal proses biokonversi pH bernilai 7 dan mulai mengalami peningkatan pada hari ke 3 dan seterusnya. Namun pada hari ke 11 dan seterusnya mengalami penurunan nilai pH yang bisa disebabkan oleh aktifitas larva BSF saat pengomposan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh aktifitas larva BSF saat pengomposan dimana BSF bisa memanfaatkan VFAs (Volatile Fatty Acids) sebagai sumber karbon dan bekerjasama dengan mikroba asli yang dapat menyebabkan menurunnya kadar VFAs dan meningkatkan nilai pH (Sharma K., 2018). Volatile Fatty Acid (VFA) adalah produk antara yang dihasilkan oleh pencernaan substrat yang melibatkan limbah atau sampah, seperti sisa makanan dan kotoran (*manure*) (Atasoy, M., Owusu-Agyeman, I., Plaza, E., & Cetecioglu, 2018). Nilai pH yang optimal untuk untuk pertumbuhan larva yaitu 6-10, sedangkan pH minimal agar larva dapat tumbuh yaitu 2 (Mertenat, A., Diener, S., & Zurbrügg, 2019).

Proses biokonversi juga dilakukan pengukuran ukuran suhu dalam tiap reaktor penelitian dilakukan setiap hari menggunakan alat pengukur suhu berupa termometer. Pengukuran suhu dilakukan pada masing-masing reaktor di setiap harinya. Pengukuran suhu harian dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pada proses biokonversi menggunakan larva BSF. Berdasarkan hasil pengamatan suhu, didapatkan suhu rata – rata pada reaktor A 28,51°C; reaktor B 28,29°C; reaktor C 28,73°C dan pada reaktor D 28,51°C. Didapatkan juga bahwa suhu tertinggi yaitu 30,3°C dan suhu terendah 26 °C. Dimana diketahui bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan larva BSF adalah 25-36°C (Jatmiko. Fajar Tri., 2021).

Kemudian pengukuran kelembaban pada penelitian ini juga perlu dilakukan setiap hari menggunakan alat seperti pengukuran pH sebelumnya yaitu *soil moisture tester*. Pada pengukuran kelembaban ini dilakukan bertujuan untuk melihat pengaruh kelembaban pada proses biokonversi menggunakan larva BSF. Berdasarkan hasil pengamatan pada kelembaban, didapatkan nilai rata-rata kelembaban pada reaktor A sebesar 3,31 (kering), reaktor B sebesar 2,98 (kering), pada reaktor C sebesar 3,73 (kering), dan pada reaktor D sebesar 4,63 (normal). Adapun disimpulkan nilai kelembaban terendah yaitu pada reaktor B dan nilai tertinggi pada reaktor perlakuan D. Faktor yang mempengaruhi dari nilai kelembaban ini dapat disebabkan oleh perlakuan pada jumlah berat pakan yang diberikan pada reaktor berbeda-beda, selain itu juga dipengaruhi dari kandungan air pada pakan yang dianjurkan juga untuk memberikan air di setiap hari nya agar pakan tidak kering dan kelembaban juga terjaga.

3.2 Waste Reduction Index

Indeks pengurangan sampah (*waste reduction index*) merupakan hasil dari tingkat pengurangan sampah pada periode pemberian pakan. Nilai dari indeks pengurangan limbah atau WRI yang tinggi menunjukkan bahwa larva memiliki kemampuan mereduksi sampah yang tinggi. Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung nilai WRI ini serta hasil indeks pengurangan limbah dapat dilihat pada simbol rumus dan **Tabel-3** yaitu :

$$D = \frac{W-R}{W} \dots\dots\dots (1)$$

$$WRI = \frac{D}{t} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

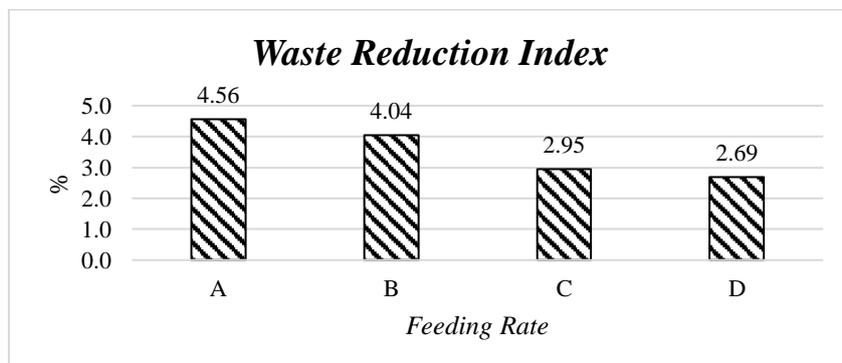
Keterangan :

- W : Jumlah pakan total (g)
- t : Total waktu larva memakan pakan (hari)
- R : Sisa umpan total setelah waktu tertentu (g)
- D : Penurunan umpan total
- WRI : *Waste Reduction Index* (indeks pengurangan sampah)

Tabel-3 *Waste Reduction Index*

Kode Sampel	Jumlah Pakan Total	Berat Residu	Tingkat Degradasi Sampah (D)	WRI
A	1200	379	0,68	4,56
B	1800	710,33	0,61	4,04
C	2400	1337,33	0,44	2,95
D	3000	1791,67	0,40	2,69

Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai rata – rata WRI tertinggi yaitu pada reaktor A dengan nilai reduksi mencapai 4,56 gram per harinya, sedangkan nilai rata – rata WRI terendah terdapat pada reaktor D dengan nilai reduksi sebesar 2,69 gram per harinya. Dapat disimpulkan bahwa nilai WRI yang didapat berbanding lurus dengan nilai konsumsi umpan dikarenakan jika tingkat degradasi tinggi maka nilai WRI juga tinggi. Kemudian pada perlakuan umpan dengan jumlah lebih besar atau lebih tinggi maka nilai WRI cenderung turun. Hal ini dikarenakan jumlah pakan yang diberikan sangat sedikit sehingga efisiensi larva dalam memakan limbah pakan sangat besar. Dengan kata lain semakin banyak jumlah pakan, maka efisiensi konsumsi pakan sangat rendah. Sebaliknya apabila jumlah pakan sedikit, maka efisiensi konsumsi pakan sangat tinggi. Sampah yang jumlahnya sedikit sangat disukai larva BSF, karena tidak perlu waktu lama untuk menghabiskan. Selain itu, ketika efisiensi konsumsi pakan besar, dapat mengurangi terjadinya pembusukan limbah yang mengakibatkantingginya kadar air bagi limbah yang diberikan. Nilai indeks pengurangan sampah yang rendah ditandai dengan residu pakan selama perlakuan masih banyak dikarenakan larva mengkonsumsi sedikit pakan serta menyisakan pakan dan kotoran larva yang banyak (Permana, A. D., Susanto, A., & Giffari, 2022). Efisiensi pengomposan menggunakan larva BSF dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti nilai BCR, perkembangan larva dan berat akhir larva (Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C., & Vinnerås, 2019). Grafik nilai WRI dari tiap reaktor dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar-3. Nilai *Waste Reduction Index* (WRI)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan selama proses biokonversi sampah organik menggunakan larva BSF memiliki kondisi yang optimal dimana kondisi lingkungan ini dilakukan beberapa pengukuran yaitu pada pengukuran suhu, pH dan kelembabapn selama proses biokonversi berlangsung. Kemudian selain dari kondisi lingkungan terdapat juga hasil perhitungan *waste reduction index* (WRI) mendapatkan nilai tertinggi 4,56 gram per harinya dan nilai terendah sebesar 2,69 gram per harinya.

SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan makan dapat disampaikan saran untuk penelitian selanjutnya untuk mengatur komposisi sampah organik yang akan diberikan kepada larva BSF agar setiap capaian baik dari kualitas residu larva BSF maupun kandungan nutrisi larva memiliki nilai yang tinggi sesuai dengan standar yang ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak kampus Institut Teknologi Sumatera atas Hibah Penelitian yang telah diberikan. Serta ucapan terima kasih kepada pihak – pihak terkait lainnya yang telah membantu menyelesaikan proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atasoy, M., Owusu-Agyeman, I., Plaza, E., & Cetecioglu, Z. (2018). Bio-based volatile fatty acid production and recovery from waste streams: Current status and future challenges. *Bioresource Technology*, 268, 773–786.
- Damanhuri, E. (2006). *Perolehan Kembali Materi-Energi Dari Sampah, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV*.
- Hakim, A. R. (2017). “Produksi Bahan Pakan Ikan dari Larva *Hermetia illucens* Berbasis Limbah Industri Pengolahan Ikan dan Kajian Keekonomiannya.”
- Jatmiko, Fajar Tri. (2021). *Kajian Literatur Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Dalam Pengomposan Sampah Organik*.
- Kim, W, S Bae, K Park, S Lee, Y Choi, S Han, and Y., & Koh. (2011). Biochemical characterization of digestive enzymes in the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*.
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C., & Vinnerås, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*, 208, 211–219.
- Mangunwardoyo, W., Aulia, A., & Hem, S. (2011). Penggunaan Bungkil Inti Kelapa Sawit Hasil Biokonversi sebagai Substrat Pertumbuhan Larva *Hermetia illucens* L (Maggot). *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 166–172. <https://doi.org/10.24002/biota.v16i2.95>
- Mertenat, A., Diener, S., & Zurbrügg, C. (2019). Black Soldier Fly biowaste treatment–Assessment of global warming potential. *Waste Management*, 84, 173–181.
- Murphi, H. (1994). *Pemanfaatan Kulit Buah Pisang untuk Produksi Enzim Selulase*. 85.
- Novianti, P., Agustina, W., & Setyowati, E. (2016). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS) 2016 / 459*. 459–466.
- Pangestu, W., Prasetya, A., & Cahyono, R. B. (2017). D126 - Pengolahan Limbah Kulit Pisang Dan Nangka Muda Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Simposium Nasional Rapi XVI*, 2, 97–101.
- Permana, A. D., Susanto, A., & Giffari, F. R. (2022). *Kinerja pertumbuhan larva lalat tentara hitam Hermetia illucens Linnaeus (diptera: stratiomyidae) pada substrat kulit ari kedelai dan kulit pisang*.
- Rahayu, D. E., & Sukmono, Y. (2013). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Organik Pasar berdasarkan Karakteristiknya (Studi Kasus Pasar Segiri Kota Samarinda). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 5(2), 77–90. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol5.iss2.art2>
- Sharma K., G. V. K. (2018). Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and



Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)
Vol.6 No.1 Maret 2024
e-ISSN : **2686-6137** ; p-ISSN : **2686-6145**

paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.). *Bioresource Technology*, 250, 708–715.
Yunita, I. (2013). Mengenal Lebih Dekat Sampah Anorganik Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup. *Pendidikan Kimia*, 4–7.