

# Modifikasi Pakan Larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) sebagai Upaya Percepatan Reduksi Sampah Buah dan Sayuran

## *Modification of Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Larvae Feed as Effort to Accelerate Reduction of Fruits and Vegetables Waste Reduction*

DANNY YUSUFIANA ROFI\*, SHINFI WAZNA AUVARIA, SULISTIYA NENGSE, SARITA OKTORINA, YUSRIANTI

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel, Surabaya  
Email: dannyusuf2009@gmail.com

### ABSTRACT

*Black Soldier Fly (BSF) larvae treatment is one of the organic waste processing alternatives considered to have a faster process than the other organic waste processes. However, in solid organic waste processing, BSF larvae ability to reduce organic waste is relatively low. This research aims to know the optimum waste reduction index of fruit and vegetable waste with the feed modification of fruits and vegetables' waste, analyze the Efficiency of Conversion of Digested food of BSF larvae, and know the survival rate of BSF larvae. This research used an experimental method with four reactors containing 200 larvae on each reactor. Larvae used in this research were aged 7-18 days. A different larva is fed to each reactor with rate of 100mg/larva per day. The feed are vegetables, steamed vegetables, fruit, and fermented fruit. The frequency of feeding was once a day, and weight reduction from the treatment was measured daily. Reduction results in the vegetable waste, steamed vegetables, fruit, fermented fruit were 45.29%, 42.92%, 33.75%, and 46.25%, respectively. According to the results, the reduction of fruits and vegetables' waste using optimum BSF larvae reached 46.25% in fermented fruit feed treatment.*

**Keywords:** *BSF larvae, reduction, organic waste, fruit waste, modification*

### ABSTRAK

Larva Black Soldier Fly (BSF) merupakan salah satu alternatif pengolahan sampah organik yang dinilai lebih cepat daripada pengolah sampah organik lainnya. Namun dalam pengolahan sampah organik yang padat, kemampuan larva BSF dalam mereduksi sampah organik cukup rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui reduksi optimum sampah organik buah dan sayuran dengan modifikasi komposisi umpan sampah buah dan sayuran, untuk menganalisis konversi pakan yang dapat dicerna larva BSF, dan mengetahui tingkat keberhasilan hidup larva BSF. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental menggunakan empat reaktor yang berisi 200 ekor larva pada setiap reaktornya. Larva yang digunakan dalam penelitian ini berumur 7-18 hari. Setiap reaktor diberikan umpan larva yang berbeda dengan laju pengumpanan 100mg/larva per hari. Umpan tersebut, di antaranya sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi. Frekuensi pemberian umpan dilakukan satu hari sekali dan pengurangan berat umpan dari perlakuan yang diberikan diukur setiap hari. Hasil reduksi pada sampah sayuran, sayuran dikukus, buah, buah difermentasi masing-masing: 45,29%, 42,92%, 33,75%, dan 46,25%. Berdasarkan hasil tersebut, reduksi sampah organik buah dan sayuran dengan larva BSF optimum, mencapai 46,25% pada perlakuan umpan buah fermentasi.

**Kata kunci:** larva BSF, sampah organik, sampah buah, sampah sayuran, modifikasi

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persampahan merupakan permasalahan yang kompleks dihadapi semua negara. Indonesia memiliki laju pertumbuhan penduduk desa dan kota Tahun 2015 hingga 2020, sebesar 1,19%. Sedangkan laju timbunan sampah sebesar 1% pertahun<sup>(1)</sup>. Timbunan sampah perhari di Indonesia, mencapai 175.000

ton<sup>(2)</sup>. Setiap rumah tangga rata-rata menghasilkan 2,5 kg dengan persentase sampah organik mencapai 44,5%<sup>(3)</sup>. Persentase pengelolaan sampah dilakukan di Indonesia ditimbun di TPA 69%, sisanya dibakar 5%, didaur ulang dan dikompos 7%, dikubur 10%, dan tidak terkelola 7%. Sementara pengolahan sampah di TPA, 90% masih dengan cara open dumping<sup>(2)</sup>.

Sejak diterbitkannya UU No. 18 Tahun 2008 menunjukkan progres pengelolaan sampah di Indonesia semakin intensif. Terbukti di beberapa kota maupun kabupaten telah menggunakan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Bentuk 3R yang dilakukan, mulai dari reduksi di sumber dengan pembuatan bank sampah, komposting skala rumah tangga dan komunal di tingkat gang atau RT, dan pengolahan di TPS. Pengolahan sampah organik di TPS dapat dilakukan di TPS 3R maupun TPST.

Pengolahan sampah organik di sumber, pada umumnya menggunakan metode komposting. Namun proses komposting membutuhkan waktu yang cukup lama dalam pendegradasian sampah organik. *Larva Black Soldier Fly* (BSF) merupakan metode pengolahan alternatif yang mempunyai percepatan reduksi mencapai 62,68-73,98%<sup>(4)</sup>. Nilai percepatan reduksi bervariasi disebabkan oleh perbedaan karakteristik sampah yang diberikan pada larva BSF. Sampah organik yang memiliki karakteristik keras, lebih sukar proses reduksinya.

Pemanfaatan larva BSF dapat dinilai dari reduksi sampah organik yang dapat dilihat dari persentase reduksi sampahnya. Larva BSF dapat lebih cepat mereduksi sampah organik yang bertekstur lunak seperti sisa makanan, sayur, buah, dan sampah organik terfermentasi<sup>(5)</sup>. Oleh karena itu, dilakukan upaya percepatan pengolahan/reduksi sampah

organik dengan melakukan modifikasi pakan dari jenis sampah tersebut untuk larva BSF. Diperlukan sebuah penelitian untuk menganalisis modifikasi pakan larva BSF optimum dalam reduksi sampah organik, terutama sampah buah dan sayur.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase reduksi sampah atau *waste reduction indeks* dari umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi. selanjutnya mengetahui konversi pakan yang dapat dicerna atau *efficiency of conversion of digested food* oleh larva BSF dari umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi, dan berapa tingkat keberhasilan hidup atau *survival rate* dari umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi.

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui percepatan reduksi sampah organik, konversi sampah organik yang dapat dicerna, dan tingkat keberhasilan hidup larva BSF. Dalam penelitian ini terdapat 4 reaktor 2 pengulangan dengan pemberian umpan berbeda, di antaranya: sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi. Jenis umpan pakan BSF yang diberikan, disajikan pada Gambar 1 sampai 4.



Gambar 1. Sayuran



Gambar 2. Sayuran dikukus



Gambar 3. Buah fermentasi



Gambar 4. Buah

Setiap reaktor membutuhkan 200 ekor larva dengan laju pengumpanan 100 mg/larva/hari. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan rumus sebagai berikut:

**a. Waste Reduction Indeks (WRI)<sup>(6)</sup>:**

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

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

- Keterangan:  
 D = Penurunan pakan total (g)  
 W = Jumlah pakan total (g)  
 R = Sisa pakan total setelah waktu tertentu (g)  
 WRI = Indeks pengurangan limbah (*Waste Reduction Index*) (%/hari)  
 t = Total waktu larva memakan pakan (hari)

**b. Efficiency of Conversion of Digested food (ECD)<sup>(7)</sup>:**

$$ECD = \frac{B}{(I-F)} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

- Keterangan:  
 ECD = Efisiensi konsumsi sampah organik yang dapat dicerna (%)  
 B = Pertambahan bobot larva selama masa periode makan larva (mg), didapatkan dari pengurangan bobot akhir dikurangi bobot awal larva (mg)

- I = Jumlah pakan sampah organik yang dikonsumsi, didapatkan dari pengurangan berat pakan sampah organik awal dikurangi berat akhir (mg)  
 F = Berat sisa sampah pakan sampah organik dan hasil ekskresi (mg)

**c. Survival Rate<sup>(8)</sup>:**

$$SR = \frac{y}{z} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

- Keterangan:  
 SR = *Survival rate* (%)  
 y = Jumlah total larva yang hidup di akhir pemeliharaan (larva)  
 z = Jumlah total larva yang hidup di awal pemeliharaan (larva)

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Pertumbuhan Larva BSF**

Pertumbuhan *Black Soldier Fly* (BSF) terdapat 5 fase, di antaranya: fase telur, fase larva, fase prepupa, fase pupa, dan fase lalat dewasa. Setiap fase memiliki perlakuan dan umur yang berbeda. Perbedaan perlakuan setiap fase dapat dilihat pada Tabel 1. Pada penelitian ini, rata-rata umur total siklus BSF 41 hari. Rincian umur BSF dapat dilihat pada Gambar 5. Lamanya siklus BSF bergantung pada 3 faktor, di antaranya: kualitas dan kuantitas sumber makanan, kondisi hidup, dan lingkungan (suhu dan intensitas cahaya).



Gambar 5. Siklus hidup BSF

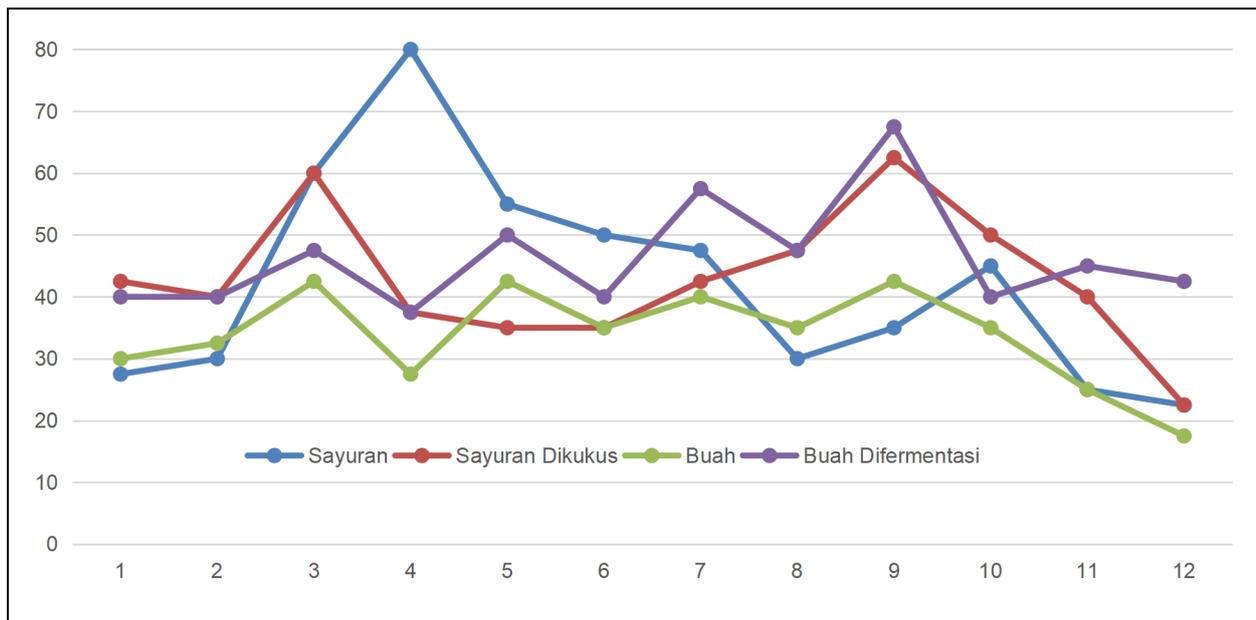
Tabel 1. Perlakuan fase BSF

Fase Hidup	Perlakuan	Gambar
Fase telur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan media peletakan telur berbahan dasar kayu dan <i>polycarbonate</i></li> <li>- Media peletakan telur kayu menghasilkan 4 kg larva BSF</li> <li>- Media peletakan telur <i>polycarbonate</i> menghasilkan 10 kg larva BSF</li> </ul>	 <p>Fase telur</p>
Fase larva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Larva umur 1-3 diberi umpan khusus karena tidak mampu mereduksi sampah secara langsung</li> <li>- Larva umur 3-6 hari diberi umpan pisang karena tinggi kandungan karbohidrat mempercepat ukuran larva</li> <li>- Larva umur 7-21 hari dipindahkan ke tempat perkembangbiakan biopon</li> </ul>	 <p>Fase larva</p>
Fase prepupa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase prepupa merupakan fase migrasi larva ke tempat yang kering karena pada fase ini tidak membutuhkan makanan.</li> <li>- Umur fase prepupa yaitu 7 hari</li> <li>- Tempat perkembangbiakan didesain miring untuk mempermudah larva prepupa bermigrasi</li> </ul>	 <p>Fase prepupa</p>
Fase pupa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saat larva prepupa telah menemukan tempat yang kering, teduh, dan gelap tubuhnya akan mengeras menjadi pupa atau kepompong</li> <li>- Umur larva pupa yaitu 7 hari</li> </ul>	 <p>Fase pupa</p>
Fase lalat dewasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meletakkan larva pupa kedalam tempat perkembangbiakan lalat BSF</li> <li>- Menyiapkan kebutuhan hidup (air minum dan tempat hinggap)</li> <li>- Menyiapkan perangkap peletakan telur agar betina setelah kawin meletakkan telur secara terpusat</li> <li>- Umur lalat 3 hari</li> </ul>	 <p>Fase lalat dewasa</p>

### 3.2 Waste Reduction Index

Pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan Larva BSF menjadi salah satu teknologi terbaru dengan nilai ekonomi yang tinggi dibandingkan dengan teknologi pengolahan sampah organik lain. Berdasarkan hasil penelitian, perbandingan reduksi sampah organik menggunakan larva BSF dengan serangga lain, menunjukkan bahwa larva BSF memiliki percepatan reduksi paling baik<sup>(9)</sup>. Reduksi sampah organik dapat diukur dari perbedaan berat awal sampah dan berat akhir yang telah diberikan kepada larva BSF dalam setiap reaktornya. Pertumbuhan panjang dan

berat larva BSF akan mencerminkan tingkat reduksi sampah organiknya. Namun terdapat faktor lain penentu nilai reduksi sampah organik yaitu tingkat kematian, keadaan lingkungan, dan jenis umpan yang diberikan kepada larva BSF. Larva BSF cenderung akan mengkonsumsi umpan yang mereka sukai terlebih dahulu, artinya jika terdapat 2 atau lebih jenis sampah yang berbeda dalam satu tempat perkembangbiakannya larva BSF akan mengkonsumsi umpan yang lunak, rendah serat dan bernutrisi terlebih dahulu. Sehingga menyebabkan perbedaan bobot dan panjang antara larva satu dengan lainnya.



Gambar 6. Persentase reduksi sampah organik larva BSF

Tabel 2. Nilai Waste Reduction Index

Pengulangan	Sayuran (%)	Sayuran dikukus (%)	Buah (%)	Buah difermentasi (%)
Pengulangan 1	41,25	42,92	32,92	46,67
Pengulangan 2	43,33	42,92	34,58	45,83
Rata – Rata	42,29	42,92	33,75	46,25

Waste Reduction Indeks (WRI) merupakan perhitungan untuk mengetahui kemampuan larva BSF mengkonsumsi umpan dalam waktu yang ditentukan. Nilai WRI mencerminkan palatabilitas atau kesukaan larva BSF memilih makanannya. Kuantitas pemberian umpan yang tidak seimbang dengan jumlah larva BSF akan mempengaruhi nilai WRI. Pengurangan sampah organik sebagai umpan larva BSF disajikan dalam bentuk tren persentase pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6 dari perlakuan penelitian ini, sampah yang didapat dari pasar pada hari penelitian ke 3, 4, 5, 6, dan 7 telah membusuk, sehingga reduksi tertinggi terjadi pada jenis umpan sayuran. Reduksi pada umpan sayuran cenderung tinggi disebabkan sampah sayuran dari pasar yang diberikan telah membusuk (tidak dalam kondisi segar), sehingga memiliki tekstur yang lebih lunak. Nilai optimum dari setiap perlakuan terletak pada penelitian di hari ke 9 pengamatan. Pada hari ke 9, terjadi reduksi tertinggi pada umpan sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi.

Setelah hari ke 9 pengamatan, terjadi penurunan signifikan dari ketiga jenis umpan yang diberikan. Hal ini disebabkan karena beberapa larva BSF telah melanjutkan ke fase berikutnya, yaitu prepupa. BSF pada fase ini cenderung mencari tempat yang kering dan tidak memakan umpan yang diberikan.

Berdasarkan hasil penurunan umpan larva, dapat disajikan nilai WRI dari setiap jenis umpan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata nilai WRI tertinggi pada umpan jenis buah difermentasi mencapai 46,25%, umpan jenis sayuran 42,29%, umpan jenis sayuran dikukus 42,92%, dan umpan buah hanya sebesar 33,75%. Dalam penelitian ini, nilai WRI tertinggi 46,25% pada umpan buah yang difermentasi. Nilai ini lebih tinggi daripada penelitian terdahulu dengan *feeding rate* 100mg/larva/hari mendapatkan nilai WRI sebesar 0,42% dengan umpan larva yang diberikan berupa jerami padi yang telah terfermentasi<sup>(10)</sup>. Nilai WRI mencapai 3,15% dengan umpan larva limbah buah<sup>(11)</sup>. Nilai WRI mencapai 3,37% dengan umpan yang diberikan berupa jeroan dan kepala tuna<sup>(12)</sup>. Nilai WRI mencapai 3,39% dengan umpan sayuran<sup>(4)</sup>. Nilai WRI mencapai 14,66% dengan umpan larva nasi<sup>(13)</sup>. Dan nilai WRI mencapai 17,29 dengan umpan larva daun singkong<sup>(14)</sup>.

Buah difermentasi memiliki persentase nilai WRI tertinggi karena umpan yang diberikan telah dirombak terlebih dahulu oleh mikroorganisme lokal sehingga umpan buah difermentasi memiliki tekstur lunak. Selain itu bakteri fotosintetik dalam fermentasi mikroorganisme lokal akan mempercepat pembusukan dan menghasilkan asam amino

yang dapat merombak serat dan sari makanan dalam umpan sehingga protein dapat dengan mudah diserap oleh larva BSF. Fungsi lain dari asam amino yaitu menghasilkan zat anti mikroba dari bakteri *actinomiceter* pada fermentasi sehingga meningkatkan palatabilitas dalam mengkonsumsi pakan yang telah diberikan.

Larva BSF mempunyai enzim selulolitik yang berfungsi melumatkan makanan dan mengeluarkan protein berada pada sari makanan. Enzim selulolitik akan dikeluarkan melalui mulut larva BSF, lalu makanan tersebut dihisap oleh larva BSF untuk dikonversikan dalam bentuk tubuhnya. Berdasarkan mekanisme makan larva BSF, umpan makanan sampah organik yang telah difermentasi menghasilkan asam amino, sehingga dapat memiliki percepatan reduksi yang tinggi. Berdasarkan Tabel 2 tingkat palatabilitas larva BSF dalam mengkonsumsi sampah organik menunjukkan sampah organik umpan yang lebih lunak memiliki tingkat reduksi yang tinggi.

### 3.3 Efficiency of Conversion of Digested food

Nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) menggambarkan tingkat efisiensi pakan yang dapat dicerna oleh larva BSF dan disimpan pada tubuhnya. Semakin tinggi nilai ECD maka semakin besar tingkat pakan yang telah dicerna oleh larva BSF. Pertumbuhan larva BSF dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu: faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu penyakit, parasit, dan jenis kelamin. Sementara faktor eksternal yaitu: ketersediaan umpan dan suhu pada media perkembangbiakan. Semasa hidupnya larva BSF hanya makan. Oleh karena itu, ketersediaan umpan harus tetap tersedia selama masa hidupnya. Media perkembangbiakan dapat menggunakan umpan

dan residu dalam tempat perkembangbiakan. Nilai ECD dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, rata-rata nilai ECD dalam penelitian ini bervariasi mulai 11-56%. Nilai ECD terendah hanya 11% pada jenis umpan buah, sementara tertinggi mencapai 56% pada umpan jenis buah difermentasi. Tingkat kematian pada perhitungan akhir akan meningkatkan tingginya nilai ECD selain tingkat konsumsi umpan pada buah difermentasi. Dalam penelitian ini nilai ECD tertinggi 56% lebih tinggi daripada penelitian terdahulu dengan *feeding rate* 100 mg/larva/hari yaitu dengan nilai ECD 3,03% dengan umpan jeroan tuna dan nilai ECD 7,6% dengan umpan kepala tuna<sup>(12)</sup>. Sementara umpan jerami difermentasi mendapatkan nilai ECD 12,9%<sup>(10)</sup>. Dan umpan limbah buah mendapat nilai ECD mencapai 13,71%<sup>(11)</sup>.

Perbedaan signifikan nilai ECD jenis umpan buah disebabkan oleh tingkat reduksi dan kematian larva dalam reaktor. Dalam umpan jenis buah difermentasi memiliki nilai ECD tinggi karena nilai reduksi tinggi dan tingkat kematian rendah, berbanding terbalik dengan umpan buah nilai reduksi rendah dan kematian rendah, sehingga pada perhitungan nilai ECD menghasilkan nilai rendah.

### 3.4 Survival Rate

*Survival Rate* (SR) menggambarkan tingkat keberhasilan hidup larva BSF selama hari yang ditentukan. Nilai SR akan mempengaruhi nilai ECD. Semakin besar nilai ECD maka tingkat keberhasilan hidup larva semakin tinggi<sup>(12)</sup>. Namun hal tersebut tidak berlaku jika terdapat kematian larva pada masa pengamatan. Nilai *survival rate* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai *Efficiency of Conversion of Digested Food*

Pengulangan	Sayuran (%)	Sayuran Dikukus (%)	Buah (%)	Buah Difermentasi (%)
Pengulangan 1	21	26	11	63
Pengulangan 2	28	26	11	50
Rata - Rata	25	26	11	56

Tabel 4. *Survival Rate*

Pengulangan	Sayuran (%)	Sayuran Dikukus (%)	Buah (%)	Buah Difermentasi (%)
Pengulangan 1	77	78,5	85	81,37
Pengulangan 2	80	82,5	86,5	81,37
Rata - Rata	78,5	80,5	85,75	81,37

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata nilai tingkat *Survival Rate* (SR) dalam penelitian ini sebesar 77-85,75%. Rata-rata nilai tertinggi pada umpan jenis buah mencapai 85,75%, sedangkan rata-rata nilai terendah yaitu pada umpan jenis sayuran hanya 77%. Penyebab kematian terbesar dalam penelitian ini disebabkan karena tidak adanya media, sehingga kelembaban dalam reaktor menjadi cukup tinggi. Dalam umpan jenis sayuran mempunyai nilai SR terendah karena pemberian umpan sayuran busuk menghasilkan kadar air banyak sehingga terjadi kematian massal. Kadar air tinggi pada reaktor menyebabkan larva tidak makan umpan yang disediakan melainkan akan mencari tempat lebih kering.

Dalam penelitian ini media umpan yang digunakan bersifat basah sehingga menyebabkan terperangkapnya NH<sub>3</sub> dan CH<sub>4</sub> sehingga di dalam media perkembangbiakan menyebabkan panas dan larva kekurangan oksigen. Nilai SR tertinggi dalam penelitian ini mencapai 85,75% lebih tinggi daripada beberapa penelitian terdahulu dengan laju pemberian umpan 100 mg/larva/hari, yaitu: pada umpan kepala tuna mendapatkan nilai SR mencapai 80% dan umpan jeroan tuna nilai SR mencapai 40%<sup>(12)</sup>. Sedangkan umpan daun singkong mendapatkan nilai SR mencapai 72,67%<sup>(13)</sup>.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan, di antaranya: persentase reduksi atau *waste reduction indeks* dari umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi berturut-turut memiliki nilai rata-rata 42,29, 42,92%, 33,75%, dan 46,25%. Sementara konversi pakan yang dapat dicerna atau *Efficiency of Conversion of Digested food* oleh larva BSF dari umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi berturut-turut memiliki nilai rata-rata 25%, 26%, 11%, dan 56%. Tingkat keberhasilan hidup atau *Survival Rate* dari umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi berturut-turut memiliki nilai rata-rata 78,5%, 80,5%, 85,75%, dan 81,37%.

#### PERSANTUNAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga tim penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Untuk kesempatan ini tim penulis menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya ucapan terima kasih atas bapak Muhammad Rofi'i selaku pemilik CV. Karya Ladhuni Sejahtera yang telah memberikan bahan percobaan dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Indartik, Suryandari, E. Y., Djaenudin, D., & Pribadi, M. A. (2018). Penanganan Sampah Rumah Tangga di Kota Bandung: Nilai Tambah dan Potensi Ekonomi. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 15(3), 195–211. <https://doi.org/10.20886/jpsek.2018.15.3.195-211>
2. Mintarsih, T. H. (2016). Kanal Komunikasi [Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan]. Rangkaian HLH 2015 - Dialog Penanganan Sampah Plastik. <http://kanalkomunikasi.pskl.menlhk.go.id/rangkaian-hlh-2015-dialog-penanganan-sampah-plastik/>
3. Paramita, D., Murtiaksono, K., & Manuwoto, M. (2018). Kajian Pengelolaan Sampah Berdasarkan Daya Dukung dan Kapasitas Tampung Prasarana Persampahan Kota Depok. *Journal of Regional and Rural Development Planning*, 2(2), 104. <https://doi.org/10.29244/jp2wd.2018.2.2.104-117>
4. Nugraha, F. A. (2011). Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Sayur dengan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*). 1–11.
5. Suciati, R., & Faruq, H. (2017). Efektivitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia illucens* (Lalat Tentara Hitam) sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Organik. *BIOSFER: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 8–13. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v2i1.356>
6. Diener, S., Zurbrugg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research*, 27(6), 603–610. <https://doi.org/doi:10.1177/0734242X09103838>
7. Scriber, J., & Slansky, F. (1981). Selected bibliography and summary of quantitative food utilization by immature insects. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 28(1), 43–55.
8. Myers, H., Tomberlin, J., Lambert, B., & Kattes, D. (2008). Development of black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*) larvae fed dairy manure. *Environmental Entomology*, 37(1), 11–15.
9. Kim, W., Bae, S., Park, H., Park, K., Lee, S., Choi, Y., Han, S., & Koh, Y. (2010). The Larva Lage and Mouth Morphology of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (*Diptera: Stratiomyidae*). *International Journal Industrial Entomology*, 21(2), 185–187.

10. 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*. *Jurnal Biodjati*, 2(2), 159–166.
11. Nursaid, A. A., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2019). Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Buah dengan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*). Universitas Islam Indonesia, 1–9.
12. Hakim, A. R., Prasetya, A., & Petrus, H. T. B. M. (2017). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva *Hermetia illucens*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 12(2), 179–192. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i2.469>
13. Muhayyat, M. S., Yuliansyah, A. T., & Prasetya, A. (2016). Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), 23–29.
14. Darmawan, M., Prasetya, A., & Sarto. (2017). 1111—Budidaya Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dengan Pakan Limbah Dapur (Daun Singkong). *SIMPOSIUM NASIONAL RAPI XVI*, 6.