

KOMPARASI BIOKONVERSI SAMPAH BUAH DAN SAYUR MENGUNAKAN LARVA BLACK SOLDIER FLY (*Hermentia illucens*)

COMPARISON OF FRUIT AND VEGETABLE WASTE BIOCONVERSION USING BLACK SOLDIER FLY LARVAE (*Hermentia illucens*)

Nadiatuz Zahroh^{1,2}, Novy Eurika¹, Auliya Nanda Prafitasari¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP-UM Jember

²Email: nadiatuzzahroh010117@gmail.com

ABSTRAK

Lalat *black soldier fly* merupakan salah satu jenis lalat yang belum familiar di telinga masyarakat. Larva dari lalat ini merupakan salah satu agen biokonversi karena mampu menguraikan sampah menjadi pupuk dengan cepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan biokonversi sampah buah dan sayur menggunakan larva BSF (*Hermetia illucens*). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Larva yang digunakan merupakan larva yang telah berumur 6 hari. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan sampah buah dan sayur dengan perbandingan tertentu. Analisis data yang digunakan adalah uji *kruskal wallis* dan dilanjutkan dengan uji *mann-whitney* dengan derajat kepercayaan $\alpha=0,05$. Hasil penelitian dan uji analisis data terdapat perbedaan biokonversi sampah buah dan sayur pada perbandingan konsentrasi tertentu. Konsumsi pakan tertinggi terdapat pada sampah buah 80% : sampah sayur 20% dengan nilai 96,24%. Sampah buah 80% : sayur 20% juga lebih banyak tereduksi dengan nilai WRI 6,408 gram per hari. Nilai ECD tertinggi pada penelitian ini juga terdapat pada sampah buah 80% : sayur 20%. Sedangkan biomassa larva tertinggi terdapat pada buah 20% : sayur 80%.

Kata Kunci: Larva *Black Soldier Fly* (*Hermentia illucens*), Biokonversi sampah buah dan sayur, Indeks Pengurangan Limbah (WRI), Biomassa Larva BSF.

ABSTRAC

Black soldier fly is type of fly that is not familiar in people. The larvae of this fly are one of the *bioconversion agents* because they are able to break down waste into fertilizer quickly. The purpose of this study was to determine differences in the *bioconversion of fruit and vegetable waste using BSF (Hermetia illucens) larvae*. This research is an experimental research that uses a *Completely Randomized Design (CRD)*. Larvae used are larvae that have been aged 6 days. This research uses 5 treatments of fruit and vegetable waste in certain comparisons. Data analysis used was the *kruskal wallis test* and continued with the *mann-whitney test* with a degree of confidence $\alpha = 0.05$. The results of research and data analysis test there are differences in fruit and vegetable waste *bioconversion* at certain concentrations. The highest feed consumption was found in fruit waste 80% : vegetable waste 20% with a value of 96.24%. Fruit and vegetable waste with precentage 80% fruit waste: 20% vegetables

are also more reduced with a WRI value of 6.408 grams per day. The highest ECD value in this study was also found in 80% fruit: 20% vegetables. Whereas the highest larval biomass is found in 20% fruit: 80% vegetable.

Keyword: *Black Soldier Fly Larva (Hermetia illucens)*, *Fruit and vegetable waste bioconversion*, *Waste Reduction Index (WRI)*, *BSF Larvae Biomass*.

PENDAHULUAN

Tingginya tingkat konsumsi pangan masyarakat di Kabupaten Lumajang mengakibatkan meningkatnya jumlah sampah di Kabupaten Lumajang. Kabupaten Lumajang dengan total timbunan sampah sekitar 91,25 ton/hari menjadi kabupaten dengan pemasok sampah terendah se daerah Besuki raya (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Sampah yang paling banyak diproduksi oleh masyarakat Lumajang adalah sampah sisa makanan (31,92%). Yosowilangun merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Lumajang. Jumlah rumah tangga yang cukup tinggi kecamatan Yosowilangun menghasilkan banyak sampah rumah tangga. Sampah rumah tangga yang dibiarkan membusuk akan menimbulkan bau tidak sedap serta menjadi sarang nyamuk yang akan mengakibatkan penyakit. Sampah buah dan sayur merupakan sampah yang cepat membusuk.

Pengolahan sampah buah dan sayur yang paling umum adalah pembuatan kompos. Kompos dinilai tidak efektif karena memerlukan waktu lama dalam pembuatannya dan menghasilkan aroma yang tidak sedap (Indriani, 1999). Larva lalat *black soldier fly* merupakan salah satu agen biokonversi yang mampu menguraikan sampah organik dengan cepat. Larva BSF mampu aktif menguraikan makanan dalam waktu 21-24 hari sesuai dengan suhu lingkungan. Suhu lingkungan yang rendah akan memperlama proses penguraian lingkungan (Fahmi, 2018, hal. 21). Penelitian lain menyebutkan bahwa larva BSF mampu menguraikan sampah rumah tangga sebanyak 8122,1 gram, sampah melon sebanyak 1859,7 gram, sampah sawi putih sebanyak 1320,3 gram, dan ampas tahu sebanyak 1683,3 gram (Salman, 2020, hal. 840).

Larva BSF menguraikan sampah organik dengan cepat. Larva BSF diharapkan mampu mengurai jumlah dan bau tidak sedap pada sampah buah dan sayur. Masalah dalam penelitian ini adalah membandingkan biokonversi sampah buah dan sayur oleh agen hayati larva BSF. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan biokonversi sampah buah dan sayur menggunakan larva BSF (*Hermetia illucens*). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan biokonversi sampah buah dan

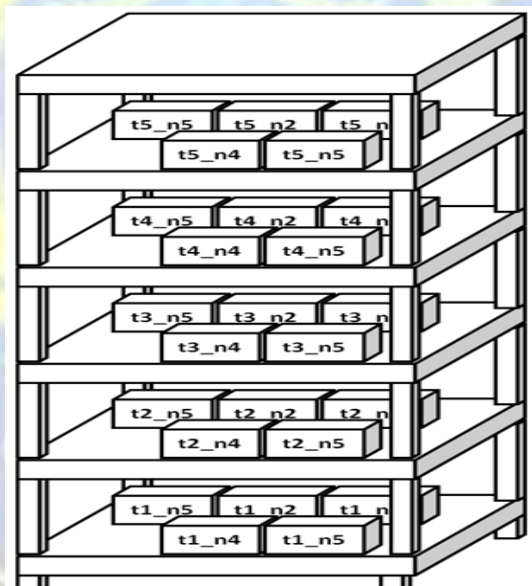
sayur menggunakan larva BSF (*Hermetia illucens*) dilihat dari parameter konsumsi pakan, indeks pengurangan sampah, efisiensi konversi pakan tercerna, dan biomassa larva. Hasil biokonversi sampah buah dan sayur juga diharapkan dimanfaatkan menjadi kompos guna memenuhi pangan kaya gizi untuk kebutuhan keluarga

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dengan 5 kali pengulangan. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Yosowilangun Kidul kabupaten Lumajang pada tanggal 12-26 Juni 2020.

Tahap Persiapan

Langkah pertama adalah mempersiapkan kandang pemeliharaan. Kandang pada penelitian ini berupa rak dengan lima tingkatan. Pada masing-masing tingkatan terdapat 5 buah wadah mika 1000mL sebagai wadah media, pakan dan larva BSF. Wadah bak besar juga disiapkan sebagai wadah penetasan dan kultivasi maggot BSF.



Gambar 1: Kandang dan Desain Rancangan Acak Lengkap

Telur dibeli dari pembudidaya maggot “Omah Magot Lumajang” lalu dipindahkan diatas daun kering dan dimasukkan kedalam bak besar berisi media penetasan berupa dedak dicampur dengan pelet ikan dan nasi sisa sebagai nutrisi larva BSF. Daun pisang digunakan untuk alas telur karena di alam liar *black soldier fly* biasanya hinggap dan berkembang di pohon pisang (Pemerintah Desa Sindupaten,

2019). Telur diletakkan selama 3 hari dan dikultivasi selama 6 hari dalam media. Larva tersebut digunakan sebagai agen biokonversi sampah buah dan sayur.

Tahapan selanjutnya adalah pemilahan sampah buah dan sayur. Sampah buah dan sayur diperoleh dari rumah penduduk RT 05 RW 003 Desa Yosowilangun Kidul, Kecamatan Yosowilangun, Kabupaten Lumajang. Sampah buah pada penelitian ini meliputi kulit semangka, kulit pisang, pepaya busuk, dan kulit melon sedangkan jenis sampah sayur yang digunakan adalah kangkung, bayam, sawi, dan kol. Sampah buah dan sayur yang telah diambil dicuci agar terbebas dari petisida yang menempel pada buah dan sayur.

Buah dan sayur kemudian ditimbang dengan perbandingan buah 20%: sayur 80%, buah 35%: sayur 65%, 50%: sayur 50%, 65%: sayur 35%, dan buah 80%: sayur 20% dengan berat pakan 100 mg/larva setiap hari. Larva BSF yang telah berumur 6 hari dipindahkan dalam mika sebanyak 200 ekor per mika dan ditutup dengan kain penutup nyamuk.

Tahap Pengujian Biokonversi

Pakan yang telah timbang diberikan kepada larva sebanyak 100 mg/larva /hari selama 15 hari sesuai dengan perlakuan. Pakan tidak dicacah untuk memudahkan peneliti dalam membedakan sisa pakan dan hasil biokonversi.

Perlakuan pada masing-masing kelompok sebagai berikut:

1. Kelompok 1: 5 sampel larva BSF diberi pakan buah 20%: sayur 80%
2. Kelompok 2: 5 sampel larva BSF diberi pakan buah 35%: sayur 65%
3. Kelompok 3: 5 sampel larva BSF diberi pakan buah 50%: sayur 50%
4. Kelompok 4: 5 sampel larva BSF diberi pakan buah 65%: sayur 35%
5. Kelompok 5: 5 sampel larva BSF diberi pakan buah 80%: sayur 20%

Analisis Data

Pengamatan dilakukan terhadap konsumsi pakan, indeks pengurangan sampah, efisiensi konversi pakan tercerna dan biomassa larva.

Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan (*feed consumption*) adalah banyaknya pakan yang dikonsumsi oleh larva BSF selama masa pemeliharaan. Konsumsi pakan didapatkan dengan mengurangi massa pakan awal dan massa pakan akhir dibagi dengan massa pakan

awal (Hakim, 2017, hal. 182). Konsumsi larva dinyatakan dalam persen. Konsumsi pakan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$KP = \frac{\text{Massa pakan awal} - \text{massa pakan akhir}}{\text{massa pakan awal}} \times 100\%$$

Indeks Pengurangan Sampah

Indeks pengurangan sampah (*waste reduction index*) menunjukkan tingkat pengurangan sampah pada periode pemberian pakan. Nilai WRI yang tinggi menunjukkan bahwa larva memiliki kemampuan mereduksi saampah yang tinggi (Hakim, 2017, hal. 182). Indeks pengurangan sampah dapat diukur dengan rumus:

$$WRI = \frac{D}{t} \times 100$$

$$D = \frac{W-R}{W}$$

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 indeks* (indeks pengurangan sampah)

Efisiensi Konversi Pakan Tercerna

Efisiensi konversi pakan tercerna atau *efficiency of conversion of digested feed* adalah efisiensi banyaknya pakan tercerna oleh larva selama masa pemeliharaan.

Efisiensi konversi pakan tercerna dapat dihitung dengan rumus:

$$ECD = \frac{B}{(I-F)} \quad (\text{Manurung, 2016, hal. 1037})$$

Keterangan

ECD : *efficiency of conversion of digested* (efisiensi konversi pakan tercerna)

B : *pertambahan massa larva selama periode makan, diperoleh dari pengurangan massa akhir larva dikurangi massa awal larva (g)*

I : *jumlah pakan yang dikonsumsi, diperoleh dari pengurangan massa awal pakan dikurangi massa akhir pakan (g)*

F : *massa sisa pakan dan material hasil ekskresi (g)*

Biomassa Larva

Biomassa larva adalah massa dari larva selama proses pemeliharaan. Pengukuran dilakukan pada hari ke-0, hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9, hari ke-12 dan hari ke-15. Biomassa larva rata-rata dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Biomassa rata-rata} = \frac{\text{total berat larva}}{\text{jumlah total larva}} \quad (\text{Hakim, 2017, hal. 182})$$

Data kemudian dianalisis menggunakan SPSS versi 25 dengan menggunakan uji *kruskal wallis* dengan kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) kemudian dilanjutkan dengan uji lanjutan *Mann whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi konsumsi pakan, indeks pengurangan sampah, efisiensi konversi pakan tercerna, dan biomassa larva.

Konsumsi Pakan

Pemberian pakan sampah buah dan sayur dengan perbandingan buah 20%: sayur 80%, buah 35%: sayur 65%, 50%: sayur 50%, 65%: sayur 35%, dan buah 80%: sayur 20% menunjukkan nilai berkisar 91,08%-96,23%. Nilai konsumsi pakan tertinggi terdapat pada perbandingan sampah buah 80%:sayur 20%. Dengan nilai rata-rata 96,24%. Penelitian sebelumnya yang menggunakan limbah domestik sebagai pakan mendapatkan nilai tertinggi konsumsi pakan pada daun singkong sebesar 69,49% (Muhayyat, 2016). Sehingga nilai konsumsi pakan pada penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian sebelumnya.

Tabel 1 Perbandingan rata-rata nilai parameter pada larva bsf yang diberi pakan sampah buah dan sayur

Parameter	Perlakuan				
	T1	T2	T3	T4	T5
Konsumsi Pakan (%)	95,31	93	94,59	95,58	96,15
Indeks Pengurangan Sampah (g/hari)	6,352	6,248	6,304	6,354	6,408
Efisiensi Konversi Pakan Tercerna (g)	0,136	0,128	0,084	0,082	0,068

T1= sampah buah 20%:sayur 80%

T2= sampah buah 35%:sayur 65%

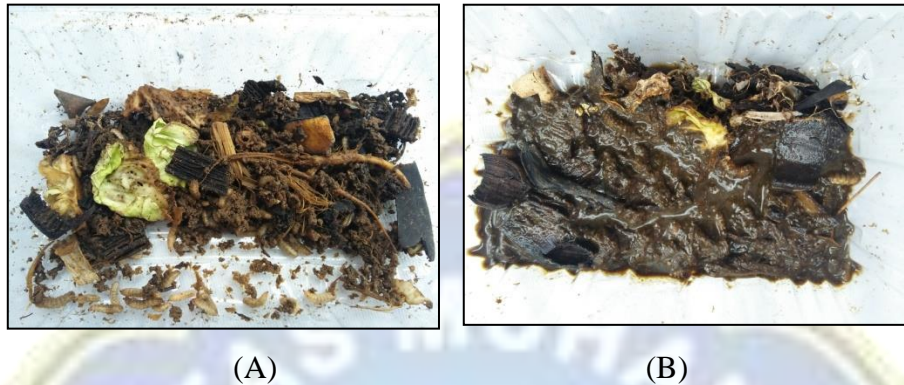
T3= sampah buah 50%:sayur 50%

T4= sampah buah 65%:sayur 30%

T5= sampah buah 80%:sayur 20%

Konsumsi pakan yang tinggi pada perlakuan 5 dikarenakan perbandingan buah lebih banyak daripada sayur. Kadar air dalam buah buahan lebih banyak daripada sayuran. Kadar air pada semangka sebesar 90,7% kulit pisang 69,8%, kulit melon 83,50%, dan pepaya sebesar 80,84% (Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, 2015). Kadar air ini dapat membuat makanan menjadi lembek sehingga mudah

dikonsumsi oleh larva. Nilai konsumsi pakan terendah terdapat pada perlakuan 2, hal tersebut dikarenakan pembusukan. Terjadinya pembusukan yang cepat pada perlakuan T2 kemungkinan dikarenakan sampah sayur dengan bagian mengandung banyak air berkumpul di perlakuan T2.



Gambar 2. Kondisi pakan hari ke-15 perlakuan 5 (A) dan perlakuan 2 (B)

Indeks Pengurangan Sampah

Indeks pengurangan sampah menunjukkan tingkat pengurangan sampah selama 15 hari. Nilai efisiensi konversi pakan tercerna rata-rata berkisar antara 0,06-0,14 gram atau 6-14%. Nilai pengurangan sampah tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan buah 80%:sayur 20% dengan nilai rata-rata 6,412g/hari. Nilai rata-rata WRI pada kelompok perlakuan buah 20%:sayur 80% sebesar 6,356g/hari dengan nilai tertinggi 3,38g/hari. Perlakuan buah dan sayur 35:65% menempai nilai terendah yaitu dengan rata-rata 6,296.

Nilai indeks pengurangan sampah yang tinggi menunjukkan bahwa kemampuan larva dalam mereduksi sampah juga tinggi. Menurut (Hakim, 2017) nilai indeks pengurangan sampah berbanding lurus dengan konsumsi pakan. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa urutan nilai konsumsi pakan dan indeks pengurangan sampah pada penelitian ini sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai konsumsi pakan berbanding lurus dengan nilai indeks pengurangan sampah.

Efisiensi Konversi Pakan Tercerna

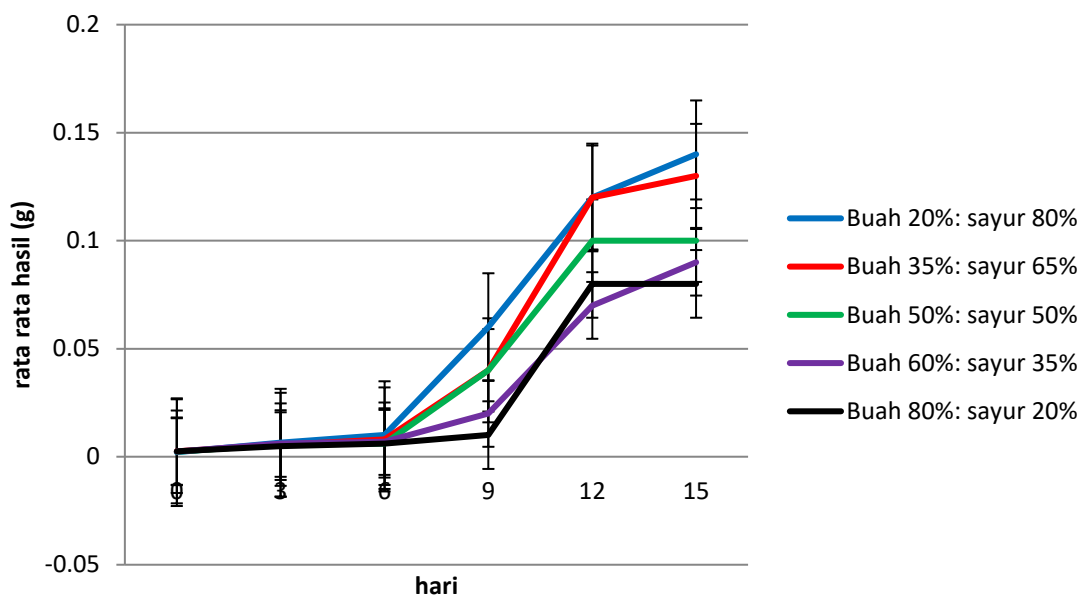
Nilai efisiensi konversi pakan tercerna berfungsi untuk mengetahui efisiensi banyaknya pakan buah dan sayur yang tercerna selama 15 hari masa pemeliharaan. Nilai efisiensi konversi pakan tercerna untuk mengetahui tingkat efisiensi larva dalam mengkonversi pakan menjadi biomasnya. Nilai tertinggi efisiensi konversi

pakan tercerna terdapat pada perlakuan buah 80%:sayur 20%. Sedangkan nilai efisiensi konversi pakan tercerna terdapat pada buah 20%:sayur 80%.

Pemberian sampah buah dan sayur yang tidak maksimal dapat mempengaruhi nilai ECD. Kadar faktor gizi dapat menyebabkan perbedaan yang signifikan misalnya pada ECD (Manurung, 2016). Nilai ECD terendah pada penelitian ini terdapat pada perlakuan buah 20%: sayur 80%. Nilai ECD yang rendah menunjukkan bahwa larva sedang mengalami stres makanan (Abduh, *Bioconversion of Pandanus tectorius using black soldier fly larvae for the production of edible oil and protein-rich biomass*, 2017). Pada kondisi ini larva mengkonsumsi pakan hanya untuk mencapai berat kritisnya dan memperoleh jumlah energi yang dibutuhkan untuk melakukan fase pupa.

Biomassa Larva

Biomassa larva adalah massa dari larva selama proses pemeliharaan. Biomassa larva diukur mulai hari ke 0 hingga akhir pemeliharaan. Biomassa larva dihitung 3 hari sekali untuk mengetahui pertumbuhan biomassa larva. Rata rata berat larva pada hari ke 0 sebesar 0,0023 gram. Rata rata berat larva pada hari ke 15 berkisar antara 0,9-0,15 gram.



Gambar 3. Grafik rata rata nilai biomassa larva *black soldier fly* diberi pakan sampah buah dan sayur

Larva dengan perlakuan buah 20%: sayur 80% lebih tinggi dibandingkan dengan buah 80%: sayur 20%. Hal tersebut karena gizi yang terkandung dalam sayur

lebih tinggi dibandingkan buah. Faktor kadar gizi dapat menyebabkan perbedaan dalam massa larva bsf (Muhayyat, 2016). Faktor lain yang mempengaruhi biomassa larva adalah intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya tinggi, maka sampah akan mengering dan susah dicerna oleh larva bsf. Suhu dan kelembapan juga mempengaruhi pertumbuhan larva BSF.

Larva dengan suhu normal mencapai ukuran 20 mm dengan waktu 32 hari, sedangkan larva yang hidup pada suhu 30°C mencapai ukuran 20 mm dalam waktu 20 hari (Fahmi, 2018). Larva mengalami penurunan konsumsi pakan pada hari ke 12-15. Penurunan konsumsi pakan dikarenakan larva mengalami masa pre pupa. Sebelum menjadi pupa, larva menghentikan pemberian pakan untuk menghasilkan hormon prothoracicotropic (PPTH) yang diperlukan untuk proses metamorfosis menjadi pupa (Manurung, 2016).

KESIMPULAN DAN SARAN

Semua perlakuan secara signifikan dapat diuraikan oleh larva BSF. Konsumsi pakan tertinggi terdapat pada sampah buah 80% : sampah sayur 20% dengan nilai 96,24%. Sampah buah 80% : sayur 20% juga lebih banyak tereduksi dengan nilai WRI 6,408 gram per hari. Nilai ECD tertinggi pada penelitian ini juga terdapat pada sampah buah 80% : sayur 20%. Sedangkan biomassa larva tertinggi terdapat pada buah 20% : sayur 80%.

Saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya antara lain: Sampah yang digunakan dalam penelitian lebih baik jika mengandung protein yang tinggi. Kandang larva BSF lebih baik disimpan dalam tempat yang hangat tetapi tidak terkena matahari secara langsung. Konsumsi pakan, indeks pengurangan sampah dan efisiensi konversi pakan tercerna lebih baik diukur setiap 3 hari sekali untuk mengetahui proses biokonversi. Wadah yang digunakan tidak tertutup rapat karena dapat menyebabkan media lembab dan berjamur.

DAFTAR PUSTAKA

Abduh, M. Y. (2017). Bioconversion of *Pandanus tectorius* using black soldier fly larvae for the production of edible oil and protein-rich biomass. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5, 803-900.

- Abduh, M. Y. (2017). Bioconversion of rubber seeds to produce protein and oil-rich biomass using black soldier fly larva assisted by microbes. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5, 591-597.
- Alfianika, N. (2018). *Metode Penelitian Pengajaran Bahasa Indonesia*. Yogyakarta: DEEPUBLISH (grup penerbitan CV BUDI UTAMA).
- Artomo. (2015). *Halaman Hijau*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.
- Azizi, Z. (2018). Penggunaan Berbagai Jenis Kotoran Ternak Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Larva *Hermetia Illucens* (Kajian Potensi Pakan Unggas). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 4, 224-230.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lumajang. (2016, Juni 20). *Jumlah Rumah Tangga Hasil SP 2000, SP 2010 dan Proyeksi 2011-2020 Menurut Kecamatan*. Dipetik April 20, 2020, dari Badan Pusat Statistik: <https://lumajangkab.bps.go.id/statictable/2016/06/20/69/jumlah-rumah-tangga-hasil-sp-2000-sp-2010-dan-proyeksi-2011-2020-menurut-kecamatan.html>
- Darmawan, M. (2017). Budidaya Larva black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Dengan Pakan Limbah Dapur (Daun Singkong). *Simposium Nasional RAPI XVI* (hal. 208-213). Yogyakarta: FT UMS.
- Desnita, D. (2015). Pengaruh Penambahan Tepung Gaplek Dengan Level Yang Berbeda Terhadap Kadar Bahan Kering dan kadar Bahan Organik Silase Limbah Sayuran. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3, 140-144.
- Dortmans, B. (2017). *Proses Pengolahan Sampah Organik Dengan Black Soldier Fly (BSF)*. Switzerland: Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Environmental Health Risk Assesment (EHRA). (2016). *Laporan Studi EHRA Lumajang 2016*. Lumajang: ppsp.nawasis.info.
- Fahmi, M. R. (2018). *Maggot Pakan Ikan Protein tinggi & Biomesin Pengolahan Sampah Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Fahmi, M. R. (2015). Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan minilarva *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan. *Proseding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, I*, hal. 139-144.
- Fatsecret Indoneia. (2018). *Kalori Gizi Makanan*. Dipetik July 21, 2020, dari Fatsecret Indoneia: <https://www.fatsecret.co.id/kalori-gizi>
- Hakim, A. R. (2017). Studi Laju Umpan Pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva *Hermentia illucens*. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 12, 197-192.
- Indriani, Y. H. (1999). *Membuat Kompos Secara Kilat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Isabela, M. (2019). Efektivitas Ekstrak Serbuk Biji Sirsak Dan Ekstrak Serbuk Methanol Biji Sirsak Sebagai Larvasida. *Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI)*, (hal. 7-9).
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). *Data Pengolahan Sampah-Timbulan Sampah Provinsi Jawa Timuri*. Dipetik April 6, 2020, dari Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional: http://sipsn.menlhk.go.id/?q=3a-tsph&field_f_wilayah_tid=1485&field_kat_kota_tid=All&field_periode_id_tid=2168
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). *Data Pengolahan sampah: Jumlah Timbulan Sampah menurut Sumber Sampah*. Dipetik April 21, 2020, dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional: <http://sipsn.menlhk.go.id/?q=3a-sumber->

sampah&field_f_wilayah_tid=1498&field_kat_kota_tid=All&field_periode_id_t
id=2168

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). *Data Pengolahan Sampah-Komposisi Sampah Kabupaten Lumajang*. Dipetik April 6, 2020, dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional: http://sipsn.menlhk.go.id/?q=3a-komposisi-sampah&field_f_wilayah_tid=1498&field_kat_kota_tid=All&field_periode_id_tid=2168
- Manurung, R. (2016). Bioconversion of Rice straw waste by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) : Optimal feed rate for biomass production. *Jurnal Studi Entomologi dan Zoologi* , 4, 1036-1041.
- Muhayyat, M. S. (2016). Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Rekayasa Proses* , 10, 23-29.
- Mulyono. (2016). *Membuat Mikroorganisme Lokal (MOL) dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga*. Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka.
- Pemerintah Desa Sindupaten. (2019). *Sosialisasi Pengelolaan Sampah dengan Budidaya Larva Maggot*. Dipetik April 25, 2020, dari Membangun Bersama Rakyat: <https://sindupaten-kertek.wonosobokab.go.id/postings/details/1038281/Black-Soldier-Fly>
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. (2015). PENELITIAN PENGUKURAN KADAR AIR BUAH. *Seminar Nasional Cendekiawan 2015*, (hal. 12-27).
- Rahayu, D. E. (2017). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Organik Pasar berdasarkan Karakteristiknya. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* , 77-90.
- Rajab, W. (2008). *Buku Ajar Epidemiologi untuk Mahasiswa Kebidanan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Salman, N. (2020). Pengaruh dan Efektivitas Maggot Sebagai Proses Alternatif Penguraian Sampah Organik Kota di Indonesia. *Serambi Engineering* , 835-841.
- Sudrajat. (2006). *Mengelola Sampah Kota*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Supriyatna, A. (2017). Estimasi Pertumbuhan Larva Lalat Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dan Penggunaan Pakan Jerami Padi Yang di Fermentasi Dengan Jamur *P. chysosporium*. *Jurnal Biodjati* , 2, 159-166.
- Wardhana, A. H. (2016). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Sumber Protein Alternati funtuk Pakan Ternak. *WARTAZIOA* , 26, 69-78.
- Wardhana, A. H. (2017, November 11). *Kandungan Nutrisi Maggot BSF*. Dipetik Januari 10, 2020, dari Peternakankita.com: <https://www.peternakankita.com/kandungan-nutrisi-maggot-bsf/>
- Wardhana, A. H. (2017, November 20). *Morfologi Dan Siklus Hidup Black Soldier Fly (BSF)*. Dipetik Maret 19, 2020, dari Peternakankita.com Teknologi Solusi Dunia Peternakan: <https://www.peternakankita.com/siklus-hidup-black-soldier-fly-bsf/>