

RANCANGAN UNIT PENGEMBANGBIAKAN *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) SEBAGAI ALTERNATIF BIOKONVERSI SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA (REVIEW)

Eva Oktavia dan Firra Rosariawari

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: firra.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan organisme berupa serangga *Black Soldier Fly* (BSF) menjadi salah satu cara alternatif untuk mereduksi sampah organik dari sisa kegiatan dapur. Pemanfaatan media pakan ayam dan bungkil/ampas kelapa berpengaruh pada potensi dan hasil yang baik. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas rancangan unit dalam mengolah timbulan sampah organik. Hasil menunjukkan unit cukup efektif digunakan sebagai tempat pembang biakan larva BSF karena pupa menetas dalam waktu 3 hari sesuai dengan penelitian lain. Kelembaban dan suhu yang dijaga menjadi salah satu faktor keberhasilan pupa menetas. Antraktan yang belum tersedia dalam unit menjadikan imago BSF dewasa tidak tertarik bertelur meskipun telah melewati masa kawin. Nilai rasio C/N, P₂O₅ dan K₂O dari studi literatur yang telah dilakukan memberikan hasil bahwa residu/sisa dari proses biokonversi sampah organik oleh larva BSF dapat digunakan dalam bidang pertanian sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos organik.

Kata kunci : sampah organik, *Black Soldier Fly* (BSF), efektivitas, biokonversi, kompos

ABSTRACT

The use of organisms in the form of Black Soldier Fly (BSF) insects is an alternative way to reduce organic waste from the rest of the kitchen activities. Utilization of chicken feed media and coconut cake / pulp affects the potential and good results. The purpose of this study is to determine the effectiveness of unit design in processing organic waste generation. The results showed that the unit was effective enough to be used as a breeding ground for BSF larva because the pupa hatched within 3 days according to other studies. Humidity and temperature are maintained to be one of the success factors for pupae to hatch. Attractants that are not yet available in the unit make the adult BSF imago not interested in laying eggs even though they have passed the breeding season. The ratio values of C/N, P₂O₅ and K₂O from the studied literature that have been conducted give the result that the residue/ residual process of bioconversion of organic waste by BSF larvae can be used in agriculture in accordance with SNI 19-7030-2004 on the specifications of organic compost.

Keywords: *Black Soldier Fly (BSF), organic waste, effectiveness, bioconversion, compost*

PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan penduduk dan perubahan demografi juga kebiasaan konsumtif masyarakat memberi tantangan baru pada pengelolaan sampah padat (Diener, Zurbrügg, et al., 2011). Setiap harinya diketahui timbulan sampah di Indonesia mencapai 175.000 ton dengan pembuangan pada TPA sebesar 69%, dikubur sebesar 10%, dikompos atau daur ulang sebesar 7%, dibakar sebesar 5% dan tidak terkelola sebanyak 7% (Nirmala, 2020). Salah satu dampak dari pertumbuhan penduduk yang tinggi adalah munculnya timbulan sampah yang tinggi pula. Pengelolaan timbulan sampah padat dari sisa kegiatan masyarakat di wilayah dengan pendapatan menengah kebawah sering diabaikan dan tidak menjadi konsentrasi penting pemerintah. Sampah dapat dikelompokkan berdasarkan sumbernya, yaitu, sampah pemukiman (domestik), komersial, institusi, konstruksi dan pembongkaran bangunan, fasilitas umum, industri dan pertanian. Timbulan sampah terbesar diketahui ada pada golongan sampah organik dengan persentase 80% dari total sampah. Upaya dari pemerintah dan masyarakat untuk dapat mengurangi timbulan sampah telah banyak dilakukan dan dikelola oleh sektor formal maupun informal (Diener, Studt Solano, et al., 2011). Program alternatif dan lanjutan yang dapat dilakukan untuk mengurangi sampah dapat dengan memanfaatkan kembali atau mendaur ulang sampah yang memungkinkan untuk dijadikan produk yang ekonomis.

Salah satu alternatif yang dikembangkan oleh peneliti adalah pengolahan yang ditawarkan adalah penggunaan larva *Black Soldier Fly* (BSF) sebagai agen biokonversi sampah organik (Kinasih et al., 2017). Larva BSF sangat cocok untuk digunakan sebagai pereduksi sampah organik dengan volume besar sekaligus dapat mengurangi bau menyengat dari pembusukan sampah (Davic et al., 2015). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa larva lalat BSF efisien sebagai pereduksi sampah organik karena mereka dapat mengubah protein dan biomassa yang kaya lipid dari substrat makanannya.

Hermetia illucens atau dikenal dengan lalat BSF dapat ditemukan di hampir seluruh bagian dunia seperti di Asia, Eropa, Africa hingga Oceania (Davic et al., 2015), media persebaran lalat BSF yang terdapat diseluruh dunia juga dapat melalui manusia dan penyebaran alami (Kinasih et al., 2017). Larva BSF dewasa dapat hidup dengan baik dalam kondisi bersuhu 27 – 30°C (Katayane, 2014). Larva lalat BSF dapat mengurangi sampah organik hingga 55% dalam siklus hidupnya. Berat kering pada tubuh larva BSF dapat mengandung protein kasar hingga sebesar 50% dan lemak sebesar 35% dan memiliki kandungan asam amino yang mirip dengan kandungan tepung ikan sebagai alternatif pakan ternak .

***Black Soldier Fly* (BSF)**

Lalat Tentara Hitam memiliki nama latin *Hermetia illucens* juga populer disebut *Black Soldier Fly* (BSF). Lalat BSF termasuk spesies dari ordo Diptera, family Stratiomyidae dengan genus *Hermetia* (Davic et al., 2015). Lalat ini dapat hidup di kawasan tropis, sub-tropis dan wilayah bersuhu rendah. Lalat ini dapat ditemukan hampir di seluruh dunia seperti benua Eropa, Afrika, Oceania (Australia dan Selandia Baru) dan Asia (Indonesia, Jepang, Philipina dan Sri Lanka) (Davic et al., 2015). Menurut , berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, larva yang diletakkan pada suhu 4°C memiliki angka hidup hingga 92%. Menurut larva BSF yang berperan sebagai agen biokonversi ternyata mampu mengurangi limbah organik hingga 56%. Dalam teori lain, larva BSF dapat mengonsumsi serta mendegradasi sejumlah bahan organik yang terkandung dalam suatu sampah sampai sebesar 70% (Muhayyat et al., 2016). Setidaknya terdapat tiga produk yang dihasilkan dari pemberdayaan larva BSF, yaitu larva atau pre-pupa BSF sebagai sumber alternatif protein untuk pakan ternak, kedua adalah cairan hasil aktivitas larva yang berfungsi sebagai pupuk cair dan yang ketiga adalah sisa (residu) limbah organik kering yang dapat dijadikan sebagai pupuk (Suciati, 2017). Pupuk organik cair yang dihasilkan oleh larva didapatkan dari proses biologis yang terjadi dalam unit bioreaktor aerobik (Rannack et al., 2017). Studi lain juga menyebutkan sistem

pengolahan sampah menggunakan larva BSF terbukti dapat menghilangkan bakteri *Salmonella*.

Siklus Hidup *Black Soldier Fly* (BSF)

Menurut (Dortmans et al., 2017), siklus hidup BSF dapat dijabarkan seperti :

a. Fase Telur

Imago betina akan bertelur sebanyak $\pm 400 - 800$ telur dan meletakkannya dalam rongga-rongga yang kecil, kering, dan terlindung. Imago betina biasanya mati tidak lama setelah bertelur. Imago betina akan meletakkan telurnya dekat dengan bahan organik yang membusuk agar saat menetas, sumber makanan dapat ditemukan dengan mudah oleh larva.

b. Fase Larva

Larva yang telah menetas akan memiliki ukuran beberapa milimeter, namun ia akan makan dengan rakus sehingga ukuran tubuhnya menjadi bertambah panjang hingga 2,5 cm dan lebarnya 0,5 cm, larva akan memiliki warna krem. Dalam kondisi lingkungan yang baik dengan kualitas dan kuantitas makanan yang ideal, fase pertumbuhan larva akan berlangsung selama 14-16 hari. Pada penelitian, diketahui larva BSF akan berkembang secara optimal pada suhu 27.6°C juga pada rentang pH 6-7.

c. Fase Pupa

Setelah melalui fase telur hingga fase prapupa, larva akan memasuki fase pupa. Saat dalam masa prapupa, struktur mulut larva akan berubah bentuk menjadi seperti kait dan berubah warna menjadi cokelat tua hingga abu-abu arang. Bentuk kait pada mulut larva akan mempermudah pupa untuk berpindah dan keluar dari sumber makanan ke lingkungan baru yang kering, bertekstur seperti humus, teduh, dan terlindung juga aman dari predator. Pupasi dapat memakan waktu dua hingga tiga minggu.

d. Lalat Dewasa

Fase pupasi akan berakhir ditandai dengan keluarnya lalat dari dalam pupa. Proses keluarnya lalat ini berlangsung sangat singkat. Lalat dapat berhasil keluar dalam lima menit, lalat akan membuka bagian pupa yang dulunya merupakan bagian kepala, kemudian merangkak keluar, mengeringkan sayapnya lalu mengembangkannya dan terbang. Lalat BSF dapat hidup selama satu minggu. Masa

hidup yang singkat digunakan lalat betina untuk mencari pasangan, kawin, dan bertelur. Larva dewasa dapat memiliki panjang tubuh 15-20 mm (Kumar et al., 2018). Pada fase lalat dewasa hal yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan cahaya, kelembaban dan suhu.

Pemanfaatan *Black Soldier Fly* (BSF)

Secara singkat (Saragi, 2015), menyebutkan keuntungan yang didapat dari pemanfaatan larva BSF, yaitu :

- Mengubah nutrisi dalam sampah menjadi biomassa tubuhnya dan mendegradasi lebih dari 50% sampah organik.
- Mengkonversi sampah organik menjadi kompos dengan kandungan penyubur yang tinggi. Faktor keberhasilan pengomposan oleh larva BSF adalah keseimbangan unsur nitrogen dan volatile solid (VS) yang terdapat dalam substrat (Lalander et al., 2019).
- Mengontrol bau dan hama, serta dapat mengurangi emisi gas rumah kaca pada saat proses dekomposisi sampah.
- Zat kitin dan protein terkandung dalam tubuh larva dapat digunakan sebagai alternatif pakan ternak.
- Dimanfaatkan menjadi bahan baku *biofuel* karena kandungan lemak yang tinggi pada tubuh.

Reduksi Sampah Organik dengan Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Percobaan yang pernah dilakukan dalam menunjukkan persentase reduksi sampah yang besar yaitu antara 65,5 – 78,9%, tergantung pada banyaknya sampah yang diberikan dan ketersediaan sistem drainase untuk lindi. Suhu optimal makanan yang dapat diberikan pada larva BSF yaitu 27 – 30°C . Setelah telur menetas, larva BSF akan mulai memakan sampah organik yang pertama kali diberikan sampai pada reduksi hampir 55% berdasarkan berat bersih sampah (Sipayung, 2015). Kadar air optimum pada makanan larva BSF berkisar antara 60 – 90%. Tingginya kadar air dalam sampah dapat menyebabkan larva keluar dari unit pembiakan untuk mencari tempat yang lebih kering. Namun, ketika kadar air terlalu sedikit atau kurang, akan menyebabkan larva BSF mencerna makanan

sehingga waktu konversi yang dibutuhkan semakin lama dan tidak efisien .

Indeks Reduksi Sampah Oleh Larva BSF

Menurut (Sipayung, 2015), tingkat reduksi sampah oleh larva BSF dapat dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu tingkat degradasi sampah dan waktu yang diperlukan untuk mendegradasi sampah. Indeks reduksi sampah dapat digambarkan dengan persamaan :

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

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

Dimana :

WRI = Indeks reduksi sampah

D = Tingkat degradasi sampah

t = Waktu yang diperlukan untuk mendegradasi sampah

W = Jumlah sampah sebelum terdegradasi

R = Jumlah residu

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Papan kayu, kaca atau *acrylic*, triplek, kawat, kain jaring, sampah organik, larva lalat hitam, air bersih, pakan ayam, ampas kelapa.

b. Proses Persiapan Unit

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan
2. Membuat reaktor
3. Merekayasa ruang kasa seperti habitat alami lalat larva hitam agar menetas telur yang maksimal
4. Memasukkan beberapa ekor lalat pada ruang kasa dalam 2 reaktor berbeda
5. Menata lembaran kayu untuk tempat lalat menempelkan telurnya (eggies)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4. 1 Perbandingan Reduksi Sampah dan Biomassa Larva BSF

Referensi/Literatur	Massa total	Residu/Sisa Makanan	Waste Reduction Index (WRI) (%)	Biomass	Sumber Makanan
(Darmawan et al., 2017)	200 mg/larva/hari		15.82	0.1252 gram/larva	Daun singkong
(Dortmans et al., 2017)				1.558 gram/larva	Pakan ayam
(Bokau et al., 2018)	1 kg			759 gram	Bungkil inti sawit

1. Pertumbuhan Larva BSF dengan Media Tumbuh Berbeda

Media tumbuh umumnya digunakan peneliti sebagai tempat peletakan larva yang baru menetas untuk dapat bertumbuh dan bertahan hidup dengan baik. Larva akan dikembangkan dalam media tumbuh hingga berusia 5 hari atau 5-DOL (day of larvae) untuk selanjutnya siap mengkonversi sampah organik atau substrat yang lebih kasar (Dortmans et al., 2017). Penelitian ini membandingkan penggunaan dua media tumbuh berbeda yaitu ampas kelapa dan pakan ayam.

Media tumbuh ini dipilih karena banyak digunakan pada penelitian sebelumnya seperti oleh(Suciati, 2017); (Lalander et al., 2019) dan (Dortmans et al., 2017). Menurut penggunaan media pakan ayam digunakan karena memiliki kandungan yang baik untuk mendukung pertumbuhan larva BSF muda seperti bahan kering, protein kasar, serat, kalsium dan pospor.

Berdasarkan beberapa perbandingan penelitian dalam Tabel 4.1, media tumbuh pakan ayam memiliki potensi dan hasil yang baik saat digunakan. Larva BSF dengan media pakan ayam juga memiliki biomassa tinggi yang mnegindikasikan nutrisi di dalamnya sangat baik bagi pertumbuhan larva, seperti pada penelitian (Dortmans et al., 2017) dan (Sprangers et al., 2017). Media tumbuh ampas kelapa memberikan hasil yang sangat tidak efektif, terbukti pada penelitian oleh dimana penggunaan 100% ampas kelapa tidak menghasilkan larva sama sekali.

Referensi/Literatur	Massa total	Residu/Sisa Makanan	Waste Reduction Index (WRI) (%)	Biomass	Sumber Makanan
(Suciati, 2017)	500 gram				Ampas kelapa
(Supriyatna et al., 2017)	3.300 mg	684.16 mg	0.35	13.86 mg	Jerami padi
(Mahardika, 2016)					Sampah organik
(Fahmi, 2015)				1864.6 mg	Ampas tahu+PKM fermentasi
(Salman et al., 2019)	1 kg	8.123 gram			Sampah organik+kotoran puyuh
(Muhayyat et al., 2016)	60 mg/larva/hari		20.79	10 gram	Daun singkong
(Rumondang, Juliwati P. Batubara, 2019)				5680 gram	Bungkil kelapa+ampas tahu
(Nova, 2015)	19 kg	6.79 kg	1.70	0.18 gram	Darah sapi+feses sapi+cacahan batang pisang
(Perkasa, 2019)	300 gram		86.67	4.68 gram	Sampah organik pasar
(Arthur et al., 2019)	50.76 kg		48.98	0.19 gram/larva	Sampah dapur
(Norgren et al., 2019)	15 kg		49.3		Limbah pulp and paper
(Ong, 2017)	500 gram		72.12		Limbah nasi
(Lalander et al., 2019)			85	251 mg	Pakan unggas
(Mazza et al., 2020)	500 gram		53.58	0.1184 gram/larva	Dedak gandum+ <i>Bacillus subtilis</i>
(T. Liu et al., 2020)	7 kg		21.99		Sampah makanan+BSFL
(Sprangers et al., 2017)	600 gram			930 gram	Pakan ayam
(Ibadurrohman et al., 2020)	4 kg	1 kg	6.25	0.8 kg	Sampah makanan
(Monita et al., 2017)	19.1	10.0 kg		0.11 mg	Palm Kernel Meat (PKM)
(Mahardika, 2016)	400 gram		82.9	19.89 gram	Sampah buah+sisa makanan
(Saragi, 2015)	20 mg/larva/hari		63.9	0.25 mg	Sampah sayur+buah

Sumber : Hasil Review Paper

Nilai WRI berfungsi untuk mengetahui bagaimana tingkat efisiensi larva dalam mengkonsumsi limbah dan mereduksi massa dari sampah tersebut (Darmawan et al., 2017). Menurut (Nova, 2015), dari penelitian yang telah dilakukan nilai WRI juga dinyatakan sebagai nilai susut media. Nilai WRI juga dapat ditandai oleh bobot akhir larva, semakin berat bobot larva BSF mengindikasikan reduksi yang semakin baik pula (Perkasa, 2019).

1. Waktu Proses Efektif Pengomposan Oleh Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Waktu efektif proses pengomposan yang dilakukan oleh larva BSF selama hidupnya adalah 14-27 hari sampai larva mencapai fase pre-pupa (Dortmans et al., 2017). Larva yang siap mendekomposisi limbah organik umumnya berusia 5-10 hari. Sepanjang hidupnya larva BSF hanya dihabiskan dengan makan karena memiliki sifat sebagai dekomposer dan rakus. Hasil terbaik dari proses pengomposan dapat diketahui ketika pakan yang diberikan telah habis dan meninggalkan residu. Waktu sampling pada hari ke-5, 10, 15 dan

20 dipilih berdasarkan beberapa literatur yang menyebutkan bahwa BSF akan maksimal melakukan pengomposan saat tahap larva yaitu pada usia 5-27 hari dan sebelum fase prapupa. Dari beberapa perbandingan penelitian yang telah dilakukan didapatkan rata-rata waktu

efektif larva melakukan konversi dan menghasilkan residu adalah 10-27 hari. Waktu yang diperlukan oleh larva untuk mengkonversikan substrat menjadi kompos juga dipengaruhi oleh banyaknya massa atau porsi makan yang diberikan selama proses.

Tabel 4.2 Perbandingan Waktu Efektif Larva Melakukan Proses Pengomposan

Referensi	Massa Sampah	Jenis Sampah	Waktu Pengomposan
(Nirmala, 2020)	1 kg	Sampah sayur + buah	15 hari
(Ibadurrohman et al., 2020)	4 kg	Sampah makanan	12 hari
(Nova, 2015)	19 kg	Darah sapi+feses sapi+cacahan batang pisang	27 hari
(Darmawan et al., 2017)	200 mg/larva/hari	Daun singkong	21 hari
(Ranncak, 2017)		Sampah organik	21-30 hari
(Mahardika, 2016)	40 mg/larva/hari	Sampah buah + sayur	14 hari
(Salman et al., 2019)	1 kg	Kotoran puyuh	21 hari
(Monita et al., 2017)	19.1 kg	Palm Kernel Meat (PKM)	10-11 hari
(Mahardika, 2016)	400 gram	Sampah buah+sisa makanan	14 hari
(Sarpong et al., 2019)	2 kg	Sampah organik perkotaan	14 hari
(T. Liu et al., 2020)	7 kg	Limbah lumpur	9 hari

Sumber : Hasil Review Paper

2. Efektivitas Rancangan Unit Pengembang-biakan

Efektivitas rancangan unit dapat diketahui dari hasil akhir penelitian yaitu kemampuan larva BSF sebagai agen biokonversi dalam mengubah limbah organik menjadi pupuk kompos yang sesuai untuk bidang pertanian. Penelitian awal berupa penetasan pupa menjadi imago dewasa terjadi sesuai dengan penelitian yaitu pupa akan menetas 2-3 hari pada kelembaban 60-80% dan suhu 27-30°C. Kadar kelembaban unit dijaga dengan penambahan air dan diukur menggunakan alat hygrometer begitu pula dengan suhu. Suhu dijaga dengan menempatkan unit pada tempat kering dan teduh karena larva dan imago BSF cenderung tidak menyukai paparan sinar matahari langsung seperti pernyataan (Perkasa, 2019). juga menyatakan penguraian oleh larva BSF akan maksimal terjadi pada malam hari karena memiliki sifat nocturnal yaitu lebih aktif di malam hari atau dalam kondisi gelap.

Hasil dari biokonversi oleh larva BSF diharapkan berupa kompos organik yang aman bagi sektor pertanian dan memenuhi SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos. Terdapat beberapa parameter yang berperan penting dalam menambah kesuburan tanah seperti kandungan C, N, fosfat, kalium dan rasio C/N.

Hasil rasio C/N

Rasio C/N juga merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pengomposan suatu media. Menurut tinggi rendahnya nilai rasio mungkin dapat disebabkan oleh fakta bahwa degradasi limbah organik oleh mikroba membutuhkan waktu yang cukup agar dapat berkembang baik dan memanfaatkan senyawa karbon dengan baik pula. Studi mengatakan rasio C/N dengan nilai 15 atau lebih rendah cocok untuk digunakan dalam proses agrikultur. Sementara rasio dengan nilai 30 atau lebih tidak direkomendasikan karena akan mengganggu penyerapan nitrogen oleh tanaman (Nova, 2015)

Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Parameter

Referensi	Parameter					Sumber makanan
	C	N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
(Saragi, 2015)	44.26%	2.06%	21.50			Sampah sayur+buah
(Sipayung, 2015)	50%	3.6%	14.2			Sampah organik kantin
(Perkasa, 2019)	8.99%	0.77%	11.67	0.42%		Sampah organik pasar
(Mahardika, 2016)	7.02%	0.64%	11.04			Sampah makanan
(Nirmala, 2020)	39.08%	3.744%	10.44	3.05%	7.568	Sampah sayur + buah
(Nova, 2015)	48.68%	1.08%	48.11	0.95%	1.36%	Darah sapi+feses sapi+cacahan batang pisang
(Sarpong et al., 2019)	21%	4.8 mg/kg	14:1	0.9 mg/kg	0.62 mg/kg	Sampah organik perkotaan
(Rezafie, 2019)				15.29 ppm	0.24 ppm	Limbah sayur+darah sapi
(Mahardika, 2016)	46.1%	3.7%	15.3			Sampah buah+sayur
(T. Liu et al., 2020)			13.67	11.06 g/kg	5.14 g/kg	Limbah lumpur

Sumber : Hasil Review Paper

Hasil P₂O₅ (Pospat)

Unsur fosfor dibutuhkan oleh tanaman sebagai penunjang pertumbuhannya juga sebagai zat yang membantu proses metabolisme energi, akan tetapi tanaman tidak dapat memproduksi fosfornya sendiri. Fosfat dapat diperoleh tanaman dari tanah atau kompos sebagai media tanam, fosfat yang terkandung lalu diubah oleh tanaman menjadi fosfor yang dibutuhkan. Nilai kandungan fosfat tanah dapat berubah sejalan dengan kandungan nitrogen (N) didalamnya (Perkasa, 2019). Hasil dari penelitian (Mahardika, 2016), pospor yang tercipta berasal dari limbah sayuran yang membusuk dan dibantu oleh larva dan bakteri dekomposer. Hasil pembusukan akan menghasilkan senyawa flour, clour atau hidroksi apatit yang akan membentuk senyawa pospor.

Hasil K₂O (Kalium)

Kandungan kalium atau potassium dalam tanah memiliki banyak manfaat penting bagi tanaman. Beberapa manfaatnya adalah sebagai pengaktif enzim, membantu meningkatkan metabolisme nitrogen, membantu penyerapan unsur hara dari tanah dan banyak lainnya. Tanaman yang kekurangan kalium akan terlihat layu dan kerdil juga tidak sehat. Kekurangan unsur kalium sama dengan apabila kekurangan unsur nitrogen pada tanaman. Kalium sering ditambahkan dalam bentuk pupuk sebagai

penyubur tanah dnegan bantuan manusia. Penelitian lain oleh dengan membandingkan larva BSF dengan ulat kandang didapatkan kandungan unsur kalium yang dihasilkan oleh residu larva BSF lebih tinggi. Menurut pula, kalium merupakan katalistor bagi mikroorganisme untuk mempercepat proses fermentasi. Kehadiran bakteri dan aktivitas yang terjadi sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium.

Penelitian awal yang telah dilakukan, pupa menetas pada hari ke-3 setelah peletakan pupa dalam unit. Pupa diletakkan dalam wadah dan terdapat campuran kompos+serat kelapa agar suhunya terjaga. Imago BSF akan hidup selama 3-7 hari untuk berkembang biak dan bertelur dan mulai kawin pada umur 2 hari (Saragi, 2015). Pada penelitian ini pula, imago BSF mati sebelum bertelur karena tidak terdapat attraktan berupa limbah organik atau media tumbuh yang menghasilkan aroma khas sehingga imago BSF tidak tertarik bertelur seperti penelitian yang sudah dilakukan oleh BSF bertahan hidup sampai hari ke-5, sejalan dengan penelitian pada (Dortmans et al., 2017). Rancangan unit dapat dinyatakan cukup efektif karena pupa dapat menetas sesuai dengan studi literatur dan acuan lainnya dengan keadaan lingkungan alami *Black Soldier Fly* (BSF).

KESIMPULAN

1. Media tumbuh ampas kelapa tidak cocok digunakan sebagai media tumbuh larva BSF karena mengeluarkan minyak dan rentan berjamur. Media tumbuh pakan ayam lebih baik digunakan karena terdapat pula kandungan nutrisi seperti protein, serat kasar dan lemak yang baik untuk pertumbuhan larva BSF muda. Perbedaan media tumbuh juga akan terlihat pada biomassa akhir larva, dimana larva dengan pakan ayam tumbuh dan berkembang dengan baik.
2. Waktu proses pengomposan yang dilakukan oleh larva BSF selama hidupnya adalah 14-27 hari. Larva yang siap mendekomposisi limbah organik berusia 5-10 hari. Hasil terbaik dari proses pengomposan dapat diketahui ketika pakan yang diberikan telah habis dan meninggalkan residu.
3. Hasil efektivitas rancangan unit dapat diketahui saat residu yang dihasilkan oleh larva memiliki kandungan unsur-unsur berupa total N, total C, rasio C/N, P₂O₅ dan K₂O yang memenuhi standart baku mutu SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos. Efektivitas juga dapat diketahui dari BSF yang mampu bertahan dan berkembangbiak dalam unit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Anwar, K., Aidil, M., Fadjar, F., Alim, S., Dwi, B., Setyono, H., Fajri, N. A., Studi, P., Perairan, B., Pertanian, F., Mataram, U., Peternakan, F., Nahdlatul, U., Mataram, W., Manajemen, D., Ikan, K., Perikanan, F., & Surabaya, U. A. (2020). *Produksi Sinbiotik Untuk Mendukung Penggunaan Bahan Pakan Lokal Dalam Budidaya Unggas Dan Udang Synbiotic Production To Support The Use Of Local Feedstuff In Poultry And Shrimp Cultivation*. 7(April), 93–99.
- Arthur, R., Elly, S., Martin, L., & Michael, D. (2019). Bioconversion of Fermented Kitchen Waste or Sweet Potato Roots by Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae in an Open Shed Environment. *Journal of South Pacific Agriculture*, 22(February), 1–9.
- Azkha, N. (2007). Pemanfaatan komposter berskala rumah tangga. *Kesehatan Masyarakat*, 2(1), 97–99.
- Bokau, R. J. M., & Basuki, P. (2018). Bungkil Inti Sawit sebagai Media Biokonversi Produksi Massal Larva Maggot dan Uji Respon Pemberian pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) The Level of Pleasure of *Plutella Xylostella* and Locust (*Locusta migratoria*) Pests on The Lowland Cabbage (*Brass. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, 122–128.
- Damanhuri, E. dan T. P. (2010). *Diktat Kuliah TL-34 Pengelolaan Sampah*.
- Darmawan, Sarto, & Prasetya, A. (2017). “Budidaya Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens* .) Dengan Pakan Limbah Dapur (Daun Singkong).” *Simposium Nasional 1*, 208–213.
- Davic, E., Caruso, D., Subamia, W., Talamond, P., & Baras, E. (2015). *Nutritional characteristics of hermetia illucens for fish farming* (Issue 3). <https://ued-formationaquaculture.cirad.fr/content/download/4328/32130/version/3/file/BLACK+SOLDIER+Technical+Handbook.pdf>
- Diener, S., Studt Solano, N. M., Roa Gutiérrez, F., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste and Biomass Valorization*, 2(4), 357–363.
- Diener, S., Zurbrügg, C., Gutiérrez, F. R., Nguyen, D. H., Morel, A., Koottatep, T., & Tockner, K. (2011). *Black Soldier Fly Larvae For Organic Waste Treatment – Prospects And Constraints*. 52(February), 978–984.
- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrugg, C. (2017). *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF): Panduan Langkah-Langkah Lengkap*. https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain/1/Abteilungen/sandec/publikationen/SW/M/BSF/Buku_Panduan_BSF_LR.pdf
- Febrian, F. dan S. (2011). Analisis Spasial Kejadian Penyakit Leprospirosis di kabupaten Sleman Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2011. *KESMAS*, 7–14.
- Harlystiarini, H., Mutia, R., Wibawan, I. W. T., & Astuti, D. A. (2020). Immune Responses and Egg Productions of Quails Fed Rations Supplemented with Larvae Meal of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Tropical Animal Science Journal*, 43(1), 43–49.
- Ibadurrohman, K., Gusniani, I., Hartono, D. M., & Suwartha, N. (2020). The potential

- analysis of food waste management using bioconversion of the organic waste by the black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in the cafeteria of the faculty of engineering, universitas Indonesia. *Evergreen*, 7(1), 61–66.
- Joly, G. (2018). Valorising Organic Waste using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*), in Ghana. *Trita-Abe-Mbt Nv - 1811, Independen*, 103. <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1196375/FULLTEXT01.pdf%0Ahttp://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-225841>
- Katayane, F. A. dan B. B. F. R. W. R. I. (2014). Produksi dan kandungan Protein Maggot (*Hermetia illucens*) Dengan Menggunakan Media Tumbuh Berbeda. *Jurnal Zootek*, 34, 27–36.
- Kinasih, I., Putra, R. E., Permana, A. D., Gusmara, F. F., & Nurhadi, M. Y. (2017). *Performa Pertumbuhan Larva Terbang Prajurit Hitam (Hermetia illucens) Makan di Beberapa Limbah Organik Berbasis Tanaman*.
- 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 wastes - A comprehensive review. *Journal of Environmental Management*, 227(May), 189–199.
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrugg, 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.
- Liu, T., Awasthi, M. K., Awasthi, S. K., Duan, Y., & Zhang, Z. (2020). Effects of black soldier fly larvae (Diptera: Stratiomyidae) on food waste and sewage sludge composting. *Journal of Environmental Management*, 256(December 2019), 109967.
- Liu, Z., Minor, M., Morel, P. C. H., & Najjar-Rodriguez, A. J. (2018). Bioconversion of Three Organic Wastes by Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *Environmental Entomology*, 47(6), 1609–1617.
- Mahardika, T. R. (2016). *Solid Waste Reduction Technology Using Black Soldier Fly (Bsf) Larvae On Puspa Agro Sidoarjo*.
- Mazza, L., Xiao, X., ur Rehman, K., Cai, M., Zhang, D., Fasulo, S., Tomberlin, J. K., Zheng, L., Soomro, A. A., Yu, Z., & Zhang, J. (2020). Management of chicken manure using black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae assisted by companion bacteria. *Waste Management*, 102, 312–318.
- Monita, L., Sutjahjo, S. H., Amin, A. A., & Fahmi, M. R. (2017). Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 227–234.
- 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.
- Nirmala, W. P. dan D. I. (2020). Pengaruh Komposisi Sampah Pasar Terhadap Kualitas Kompos Organik Dengan Metode Larva Black Soldier Fly (BSF). *Prosiding Seminar Nasional Pakar Ke 3*, 1–5.
- Norgren, R., Björkqvist, O., & Jonsson, A. (2019). Bio-sludge from the Pulp and Paper Industry as Feed for Black Soldier Fly Larvae: A Study of Critical Factors for Growth and Survival. *Waste and Biomass Valorization*, 0123456789.
- Nova, L. (2015). Pengolahan Feses Dan Darah Dengan Memanfaatkan Larva *Hermetia Illucens* Pada Taraf Penambahan Darah Yang Berbeda Listian Nova. *Journal IPB*.
- Nurdin, S., & Mahmud, A. T. B. A. (2019). Massa Nutrisi Maggot Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) Pada Media yang Berbeda. *Jurnal Ternak*, 10(2), 70.
- Perkasa, H. D. (2019). *Biokonversi Sampah Organik Menggunakan Larva lalat Tentara Hitam (Hermetia illucens)*.
- Rannack, G. T., Alawiyah, T., & Hadi, T. (2017). Kajian Pengolahan Sampah Organik Dengan BSF (Black Soldier Fly) di TPA Kebon Kongok. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 1(1), 1–6. <http://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JISIP/article/view/702>
- Rezafie, P. (2019). *Efektivitas Maggot BSF (Hermetia illucens) dan Ulat Limbah*

- Sayur Menjadi Pupuk Organik Dengan Penambahan Limbah Darah Sapi Melalui Proses.*
- Rodiyah, N., Edho, Okta Hendriyanto, Harahap, M. A. Y., Ani, Entry Widyawati Kusuma Puspita, R., & Zurinani, S. (2019). INSTABLE (Integrated Stock Raising Double Solution) Application Intergrated Farming System Zero Waste by Black Soldier Fly Larvae Cultivation, Organic Composter Process and Feed Processing for Islamic boarding school Raudhatul Madinah Batu. *Journal of Innovation and Applied Technology*, 05(01), 824–832.
- Rumondang, Juliwati P. Batubara, E. S. (2019). Pengaruh Media Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Lalat Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Abulyatama*, 163–171.
- Salman, N., Nofiyanti, E., & Nurfadhilah, T. (2019). Pengaruh dan Efektivitas Maggot Sebagai Proses Alternatif Penguraian Sampah Organik Kota di Indonesia. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1), 835–841.
- Saragi, E. S. (2015). *Penentuan Optimal Feeding Rate Larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens) dalam Mereduksi Sampah Organik Pasar.*
- Sarpong, D., Oduro-Kwarteng, S., Gyasi, S. F., Buamah, R., Donkor, E., Awuah, E., & Baah, M. K. (2019). Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the black soldier fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(0123456789), 45–54.
- Setiawan, I. (2008). Pemeriksaan Laboratorium Untuk Mendiagnosis Penyakit Leptospirosis. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 18.
- Shumo, M., Osuga, I. M., Khamis, F. M., Tanga, C. M., Fiaboe, K. K. M., Subramanian, S., Ekesi, S., van Huis, A., & Borgemeister, C. (2019). The nutritive value of black soldier fly larvae reared on common organic waste streams in Kenya. *Scientific Reports*, 9(1), 1–13.
- 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.*
- Sprangers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Obyn, A., Deboosere, S., Meulenaer, B. De, Michiels, J., Eeckhout, M., Clercq, P. De, & Smet, S. De. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (*Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 2594–2600.
- Suciati, R. H. F. (2017). Efektifitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia illucens* (Lalat Tentara Hitam) Sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Suciati, R. (2017). Efektifitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia Illucens* (Lalat Tentara Hitam) Sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Organik. *Bi. Biosfer : Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 8–13.
- 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.
- Villazana, J., & Alyokhin, A. (2019). Tolerance of Immature Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) to Cold Temperatures Above and Below Freezing Point. *Journal of Economic Entomology*, 112(6), 2632–2637.
- Wang, S. Y., Wu, L., Li, B., & Zhang, D. (2020). Reproductive potential and nutritional composition of *hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) prepupae reared on different organic wastes. *Journal of Economic Entomology*, 113(1), 527–537.
- Wisnawa, I. G. Y., & Prasetya, I. N. D. (2017). Pengolahan Sampah Melalui Pemanfaatan Bio Konversi Larva Lalat Tentara. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2017), 237–242. <https://eproceeding.undiksha.ac.id/index.php/senadimas/article/view/1035>
- Wong, C. Y., Lim, J. W., Chong, F. K., Lam, M. K., Uemura, Y., Tan, W. N., Bashir, M. J. K., Lam, S. M., Sin, J. C., & Lam, S. S. (2020). Valorization of exo-microbial fermented coconut endosperm waste by black soldier fly larvae for simultaneous biodiesel and protein productions. *Environmental Research*, 185(February), 109458.
- Zuraidah, S., Sujatmiko, B., & Bustamin, M. O.

(2019). Mandiri Dengan Metode Takakura (Desa Berbek Kecamatan Waru Sidoarjo) Pemahaman yang salah tentang pengertian “ renewable resources ” , yakni , meskipun air tanah adalah renewable resources , tetapi pembaharuannya memerlukan proses yang panjang dan waktu. *Abadimas Adi Buana*, 03(1), 1–4.