

## “Optimalisasi Pertanian Berkelanjutan untuk Mendukung Indonesia Emas 2045”

---

### Reduksi Limbah Organik Dengan *Black Soldier Fly* (BSF)

M Afif Prabowo, Agus Prasetya, Chandra Wahyu Purnomo

Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada Daerah Istimewa Yogyakarta

e-mail: afff.prabowo@yahoo.com

#### Abstrak

Sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Pemilihan pengolahan sampah dengan metode biokonversi dinilai cukup efektif dalam mengolah sampah organik. Karena, BSF mampu mereduksi sampah organik hingga 70%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis limbah organik dan waktu yang sudah divariasikan terhadap berat larva BSF, *substrate consumption* (SC), *waste reduction index* (WRI), *sex ratio*, proksimat larva BSF, dan kandungan NPK pada kasgot. Penggunaan jenis limbah organik dan konsentrasi yang digunakan di variasikan menjadi limbah kotoran hewan ayam : limbah sludge sosis (75:25, 50:50, 25:75), limbah kotoran hewan ayam : limbah restoran (75:25, 50:50, 25:75), limbah restoran : limbah sludge sosis (75:25, 50:50, 25:75). Sedangkan variasi waktu data diambil setiap 3 hari hingga hari ke 21. Pada hasil penelitian ini melaporan jenis pakan campuran limbah restoran dengan limbah sludge sosis terutama pada sampel larva dari PRS7525 dapat memberikan berat larva yang optimal dan larva BSF dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambah makanan ternak lele. Residu kasgot dari campuran jenis pakan limbah restoran dengan limbah sludge terutama pada sampel PRS7525 dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambah pertumbuhan pada tanaman.

Kata kunci: *Hermetia Illucens L*, biokonversi, limbah organik, perbandingan jenis kelamin lalat BSF.

#### Pendahuluan

Meningkatnya kepadatan penduduk membuat konsumsi masyarakat khususnya pada bidang makanan juga semakin meningkat. Sehingga, menyebabkan potensi peningkatan sampah yang menumpuk. Prosedur pengelolaan sampah yang masih kurang benar dan akhirnya menjadi penumpukan sampah. Penumpukan sampah sebagian besar berupa sampah organik. Pengolahan sampah organik bisa dilakukan dengan cara mengkonversi menjadi pupuk kompos atau biogas. Selain diolah menjadi kompos dan biogas, daur ulang sampah organik dapat dilakukan dengan metode biokonversi.

Pemilihan pengolahan sampah organik dengan konsep biokonversi sering di pilih untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah organik. Pengelolaan sampah organik dengan menggunakan konsep biokonversi dengan bantuan larva *black soldier fly* jauh lebih efektif dan

dapat di jadikan investasi jangka panjang untuk mengelola sampah organik. Larva *black soldier fly* (BSF) dapat mengurangi massa sampah organik hingga 70% (Lalander *et al.*, 2015). Hasil akhir dari konsep biokonversi dengan bantuan larva *black soldier fly* yaitu larva BSF akan menyerap biomassa nutrisi dari limbah organik dan kemudian di konversi menjadi protein dengan kandungan yang tinggi (Darmawan *et al.*, 2017). Hasil samping dari proses biokonversi yaitu berupa pupuk kompos yang dapat di gunakan sebagai media penyubur tanaman (Xiao *et al.* 2018).

### **Metodologi**

Penelitian dilakukan di Pusat Inovasi Agro Teknologi (PIAT) UGM yang berada di Desa Kalitirto, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Alat yang digunakan berupa peralatan pemeliharaan larva *BSF* wadah plastik dengan ukuran 60 (panjang) cm x 38 (lebar) cm x 15 (tinggi) cm, saringan, timbangan digital, panci, kompor, mesin pencacah, *micro-wave*, *food processor*. Beberapa bahan yang digunakan pada penelitian seperti limbah kotoran ayam dan limbah *sludge* sosis yang diperoleh dari PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Limbah domestik restoran yang diperoleh dari Rindu Piat UGM. Cairan fermentasi EM4 yang diperoleh dari Diant Organic Farm. Telur BSF yang berasal dari Diant Organic Farm.

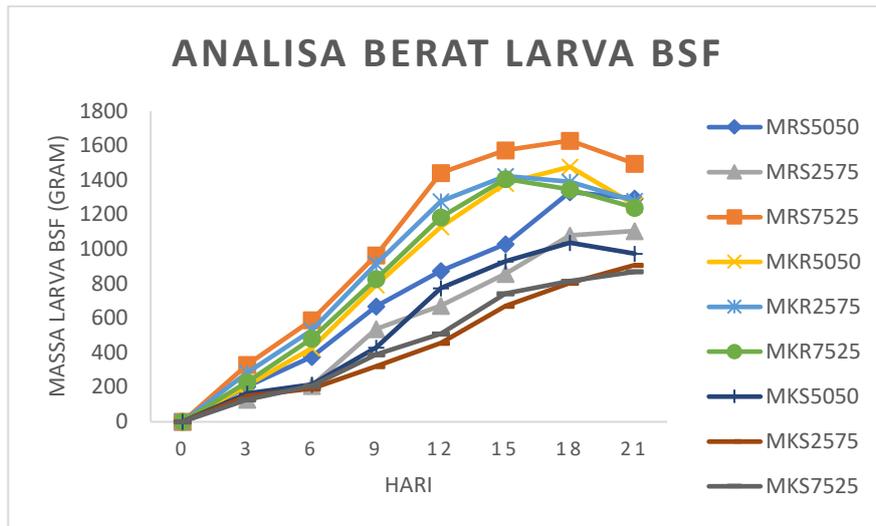
Prosedur penelitian ini melewati beberapa tahapan persiapan sampah organik dan tahapan persiapan telur larva *BSF*. Untuk tahapan sampah organik, setiap jenis sampah organik melewati proses *treatment* yang berbeda-beda. Sampah *sludge* sosis perlu dilakukan pengolahan dengan cara dipanaskan selama 2 jam di atas kompor sampai kandungan air pada limbah *sludge* sosis berkurang. Sampah kotoran hewan ayam dilakukan pengolahan dengan cara dilakukan pencacahan dengan mesin pencacah hingga halus. Sampah restoran dilakukan pengolahan dengan cara ditumbuk secara manual hingga halus. Masing-masing jenis sampah organik kemudian difermentasi dengan menggunakan cairan fermentasi EM4 dan cairan molasae dengan rasio perbandingan 2:4 tutup botol per 12 kg sampah organik. Pencampuran dilakukan hingga tercampur merata. Campuran sampah organik yang sudah tercampur merata dengan larutan fermentasi dimasukkan ke dalam tong untuk fermentasi anaerob dan didiamkan selama 14 hari. Tahap persiapan telur, telur BSF yang ditetaskan sebanyak 1 gram di letakkan dalam bak penetasan yang diberi saringan serta diberi pakan limbah organik yang sudah divariasikan sebanyak 4 kg. Wadah bak penetasan telur BSF yang dipakai saat proses biokonversi dengan ukuran 60 (panjang) cm × 38 (lebar) cm × 15 (tinggi) cm.

Telur akan menetas menjadi larva, kemudian larva bertransformasi menjadi prepupa. Pada fase prepupa sudah tidak mengkonsumsi sampah organik hingga memasuki fase pupa. Pada fase pupa, pupa dipindahkan ke dalam insektarium untuk proses menjadi lalat dewasa.

## Hasil dan Pembahasan

### Analisa Berat Larva BSF

Analisa bobot larva BSF dilakukan dengan cara penimbangan larva BSF yang telah di pisahkan dari kasgot. Berat larva BSF pada Gambar 4.



Gambar 4 Berat Larva BSF pada Berbagai Jenis Limbah Organik.

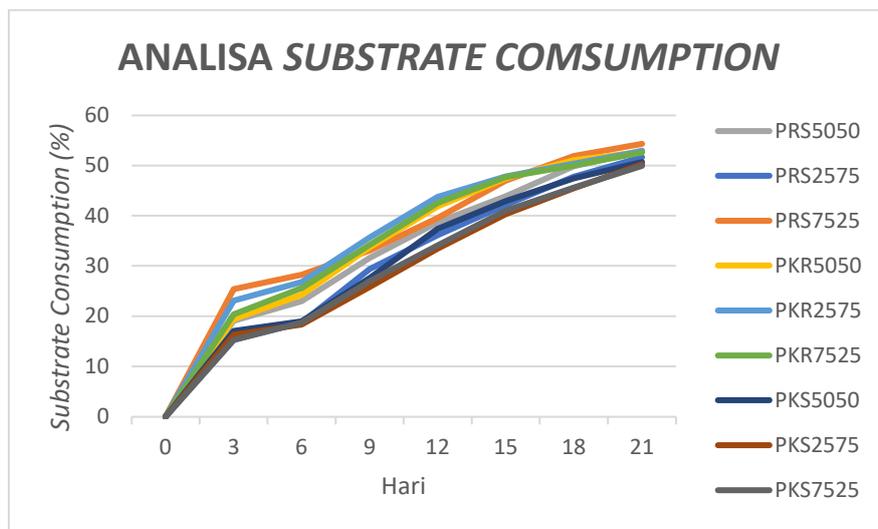
Pertumbuhan berat larva diamati dengan pengukuran bobot dari larva tiap 3 hari bersamaan dengan penggantian dan atau penambahan pakan. Sebagian besar bobot larva BSF dari campuran jenis limbah organik mengalami tren peningkatan dari hari ke-0 sampai hari ke 18. Pada hari ke 18 sampai hari ke 21 bobot larva BSF dari jenis *mix* limbah organik mengalami penurunan. Penurunan bobot larva BSF ini dapat di sebabkan beberapa hal seperti yang pertama pada fase ini larva BSF memasuki fase prepupa yang dimana fase ini larva akan berhenti makan sehingga nutrisi limbah organik sudah tidak dapat dicerna oleh larva BSF dan mulut mereka berubah menjadi alat bantu memanjat dan bergerak keluar untuk mencari daerah yang lebih kering (Muhayyat et al., 2016) Penelitian (Prasetya et al., 2021) melaporkan bahwa, berat larva BSF pada berbagai perlakuan komposisi pakan mengalami kenaikan hingga hari ke-15 dan kemudian turun pada hari ke-20.

Pada Gambar 4 campuran limbah restoran dengan limbah sludge sosis yang telah divariasikan mendapatkan hasil bobot larva yang berbeda beda. Bobot magot MRS2575, MRS5050, MRS7525 jika semakin banyak konsentrasi limbah restoran maka bobot larva BSF yang didapat semakin besar. Percobaan variasi konsentrasi limbah restoran dengan limbah

sludge sosis mendapatkan hasil bobot maggot paling puncak sebesar 1630 gram pada hari ke-18. Hasil bobot maggot dari eksperimen MRS7525 sesuai dengan hasil laporan penelitian yang telah dilakukan (Fonseca., K B B et al., 2017), yang melaporkan bahwa larva BSF yang lebih banyak mengkonsumsi karbohidrat di bandingkan protein akan menghasilkan lemak dan berat yang lebih banyak.

### **Analisa *Substrate Consumption***

Analisa *substrate consumption* dapat dirumuskan massa pakan awal dikurangi massa pakan dibagi massa pakan awal dikali 100%. Analisa *substrate consumption* pada Gambar 5



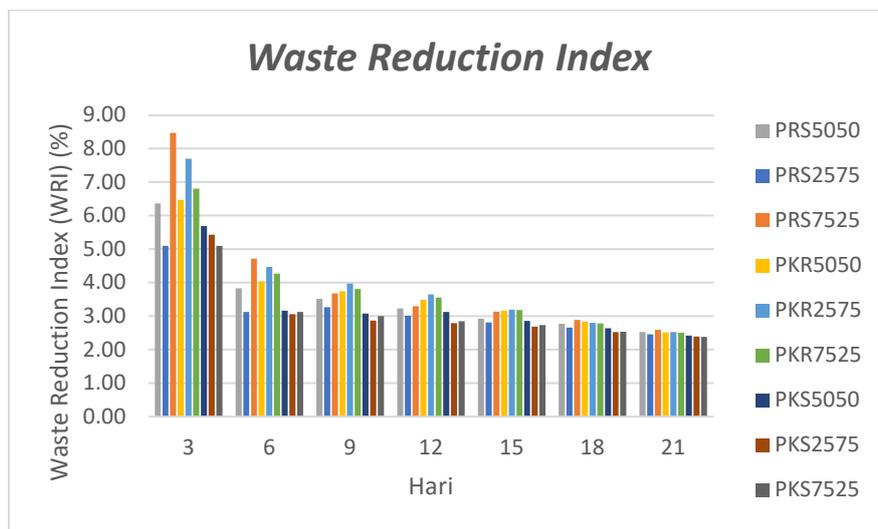
Gambar 5 *Substrate Consumption* pada Berbagai Jenis Limbah Organik.

Pada Gambar 5 didapat nilai *substrate consumption* mulai hari ke-3 sampai hari ke 21 memiliki tren meningkat pada semua jenis limbah organik. Nilai *substrate consumption* tertinggi pada jenis limbah organik PRS5050 pada hari ke-21 sebesar 52.99%. Peningkatan nilai *substrate consumption* pada berbagai limbah organik mengindikasikan bahwa daya konsumsi larva BSF mengalami peningkatan. Dan, daya konsumsi larva BSF yang mengalami peningkatan menandakan bahwa limbah organik terdegradasi menjadi pupuk kompos atau nutrisi pada limbah organik telah diserap oleh larva BSF. Dengan kata lain, semakin tinggi nilai *substrate consumption* maka limbah organik lebih mudah terurai atau bersifat *biodegradable* (Kiran, et al., 2014).

### **Analisa *Waste Reduction Index***

Menurut (Diener et al 2009), nilai WRI berfungsi untuk mengetahui bagaimana tingkat efisiensi larva dalam mengonsumsi limbah dan mereduksi massa dari sampah tersebut. Berdasarkan Gambar 6, nilai WRI pada semua jenis *mix* limbah organik mengalami penurunan seiring berjalannya waktu. Semakin lama waktu biokonversi, maka akan semakin banyak

limbah organik yang dikonsumsi oleh larva. Semakin banyak limbah organik yang dikonsumsi oleh larva BSF dapat menyebabkan ketersediaan nutrisi dalam limbah organik akan semakin menurun karena pemberian pakan larva BSF dilakukan hanya satu kali untuk masing-masing perlakuan dan ditambah setiap 3 hari sekali. Sebagian besar nutrisi pakan larva telah terkonversi menjadi kompos dan bercampur dengan pakan yang belum dikonsumsi oleh larva BSF. Hal tersebut mengakibatkan nilai WRI menurun. Nilai WRI pada Gambar 6.



Gambar 6 *Waste Reduction Index* pada Berbagai Jenis Limbah Organik.

Pada Gambar 6 didapat nilai WRI pada berbagai jenis limbah organik. Nilai WRI tertinggi sebesar 8,47% pada *mix* limbah organik (PRS7525) pada waktu pengomposan hari ke 3. Nilai WRI yang tertinggi menandakan bahwa untuk satu kali pemberian pakan, laju konsumsi larva BSF bernilai optimum di tiga hari pertama sejak pemberian pakan karena nutrisi yang terdapat pada limbah organik masih besar.

### **Sex Ratio**

Pada fase Pupa sebanyak 100 ekor ditetaskan di dalam insektarium box dengan kondisi lingkungan yang sama. Lalat BSF dilakukan analisa *sex ratio* dengan cara memasukan lalat BSF dewasa ke dalam plastik. Perbandingan antara lalat BSF jantan dengan lalat BSF betina pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Jumlah Antara Lalat BSF Jantan dengan Lalat BSF Betina

Jenis Limbah Organik	<i>Sex Ratio</i>	
	<i>Female</i>	<i>Male</i>
PKS5050	53	47
PKR5050	64	36
PRS5050	56	44

Pada Tabel 1 jumlah lalat BSF betina dari beberapa pakan substrat didapat lebih mendominasi dibandingkan jumlah lalat BSF jantan. Namun, perbedaan antara lalat BSF betina dengan lalat BSF jantan tidak terlalu signifikan. Pada penelitian yang telah dilakukan (Ma et al., 2018) melaporkan bahwa pengaruh keasaman juga dapat mempengaruhi *rasio sex* yang dihasilkan antara lalat BSF betina dengan lalat BSF jantan. Penelitian tersebut menunjukkan hasil bahwa pada kondisi keasaman pH 2, 4, 6, 7, 8 dan 10 secara berurutan sebesar  $0.86 \pm 0.02$ ,  $0.89 \pm 0.02$ ,  $0.97 \pm 0.01$ ,  $1,33 \pm 0,04$ ,  $1,47 \pm 0,07$  dan  $0.86 \pm 0.02$ . Nilai tersebut menunjukkan ada sebuah perbedaan namun tidak signifikan. Sedangkan yang dilakukan pada penelitian ini dapat di indikasikan bahwa keadaan keasaman pH pada jenis pakan PKR5050 yang memiliki *range* pH 6,5-7,5 menghasilkan jauh lebih banyak jumlah lalat BSF betina lebih banyak. Hal ini kurang lebih sama dengan apa yang dilakukan pada peneliti (Ma et al., 2018). Dimana, pada kondisi keasaman pH 7-8 menghasilkan jumlah lalat BSF betina yang mendominasi dibandingkan pada kondisi keasaman pH asam maupun basa.

### Analisa Kandungan Proksimat Pada Maggot

Uji analisa proksimat dilakukan pada Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM secara *duplo*. Tabel 2 memberikan hasil uji analisa proksimat pada penelitian ini dan perbandingan hasil uji analisa proksimat pada peneliti sebelumnya.

Tabel 2 Perbandingan Uji Analisa Proksimat Maggot pada Berbagai Penelitian

Media Pakan	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Lemak	Kadar Protein	Karbohidrat	Refrensi
MRS7525	7,93%	10,51%	25,16%	37,17%	19,23%	Penelitian ini
	7,51%	10,49%	15,11%	37,02%	19,87%	
<i>Kitchen Waste</i>	-	-	-	21,2g	-	Nguyen et al., (2015)
Limbah Ikan	-	-	11,6g	19,4g	12,7g	Nguyen et al., (2015)
Kotoran Ayam	-	14,60%	34,80%	42,10%	-	Newton et al., (2005)
Kotoran Kuda		19,63%	3,87%	35,38%	28,71%	Julita U et al, (2018)

Penelitian ini didapat hasil proksimat kadar air sebesar 7,93% dan 7,51%, kadar abu 10,51% dan 10,49%, kadar lemak 25,16% dan 15,11%, kadar protein 37,17% dan 37,02%, dan karbohidrat 19,23% dan 19,87%. Kandungan proksimat pada penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dapat dikatakan tinggi atau sudah bagus. Karena menurut SNI 01-4087-2006 kandungan protein minimal untuk pembesaran pakan ikan lele sebesar 25% dan untuk pembenihan dan indukan ikan sebesar 30%.

## Analisa Kandungan NPK pada Kasgot

Uji analisa proksimat dilakukan pada Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM secara *duplo*. Tabel 3 memberikan hasil uji analisa NPK.

Tabel 3 Uji Analisa NPK

Nama Pakan	Kadar Nitrogen	Kadar Fosfor	Kadar Kalium
PRS7525	1,1176%	2,0188%	1,0908%
	1,0921%	2,0225%	1,1211%

Pada penelitian ini didapat kandungan nitrogen sebesar 1,1176% dan 1,0921%. Menurut SNI 19-7030-2004 nilai minimum kadar nitrogen sebesar 0,40%. Kandungan kadar fosfor didapat sebesar 2,0188% dan 2,0225%. Sedangkan pengukuran kandungan kalium didapat sebesar 1,0908% dan 1,1211%. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 nilai minimum kadar fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) sebesar 0,10% dan kadar kalium (K<sub>2</sub>O) sebesar 0,20%. Menurut penelitian yang telah dilakukan (Hidayati et al., 2010) melaporkan bahwa besarnya kadar fosfor ada kaitannya dengan kadar N pada kompos. Besarnya kadar N total membuat jumlah mikroorganisme semakin banyak, sehingga fosfor yang dirombak juga akan besar. Perombakan ini terjadi karena peran enzim fosfatase yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Sementara itu, besarnya kadar kalium dapat dipengaruhi oleh nutrisi awal pakan. Kandungan kalium pada kompos akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk beraktifitas (Hidayati et al., 2010).

## Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisa yang telah dilakukan jenis pakan campuran limbah restoran dengan limbah sludge sosis terutama pada sampel larva dari PRS7525 dapat memberikan berat larva yang optimal dan larva BSF dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambah makanan ternak lele. Karena memiliki nutrisi protein yang melebihi ambang batas SNI. Dan pada sampel kasgot dari PRS7525 dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambah pertumbuhan pada tanaman. Karena memiliki kandungan nitrogen melebihi ambang batas SNI. Namun pengaruh jenis pakan ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap lalat BSF jantan dengan lalat BSF betina. Sehingga perlu disarankan untuk melakukan studi yang lebih lanjut terkait *sex ratio* BSF agar mendapat hasil yang cukup signifikan.

## Daftar Pustaka

- Darmawan, M., Sarto, & Agus, P. (2017). "Budidaya Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) dengan Pakan Limbah Dapur (Daun Singkong)." Simposium Nasional 1, 208–213.
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. *Waste Management and*

- Research, 27(6), 603–610.
- Fonseca, Karon. B. Barragan,. M. Dicke,. J. J. A. van Loon. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed - a review, *J. Insects as Food Feed*, vol. 3, no. 2, hal. 105–120.
- Hidayati, Y., Marlina, E., AK, T., & Harlia, E. (2010). Pengaruh Campuran Feses Sapi Potong Dan Feses Kuda Pada Proses Pengomposan Terhadap Kualitas Kompos. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan Universitas Jambi*, XIII(6), 299–303.
- Julita U, Suryani Y, Kinasih I, Yuliawati A, Cahyanto T, Maryeti Y, Fitri LL. (2018). Growth performance and nutritional composition of black soldier fly, *Hermetia illucens* (L), (Diptera: Stratiomyidae) reared on horse and sheep manure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 187:012071.
- Kiran, E. U., et al. (2014). Bioconversion of food waste to energy: A review. *Fuel*, 134 (June), 389–399.
- Lalander, C.H., Fidjeland, J., Diener, S., Eriksson, S., Vinnerås, B., (2015). High Waste-To-Biomass Conversion and Efficient *Salmonella* Spp. Reduction using Black Soldier Fly for Waste Recycling. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 261–271.
- Ma, J., Lei Y., Rehman KU., Yu Z, Zhang J., Li W., Li Q., Tomberlin JK., Zheng L. (2018). Dynamic effects of initial pH of substrate on biological growth and metamorphosis of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). *Environmental Entomology*. 47(1): 159–165.
- 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), 23–28.
- Newton, L., et al. (2005). Using The Black Soldier Fly, *Hermetia Illucens*, as A Value-Added Tool for The Management of Swine Manure. *Journal Korean Entomology and Applied*
- Nguyen, T.T.X., Tomberlin, J.K., Vanlaerhoven, S., (2015). Ability of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste. *Enviro. Entomol.* 44 (2), 406–410.
- Prasetya, A., et al. (2021). A Growth Kinetics Model for Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae. *International Journal of Technology*, 12(1), 207–216.
- Xiao, X., Mazza, L., Yu, Y., Cai, M., Zheng, L., Tomberlin, J.K., Yu, J., van Huis, A., Yu, Z., Fasulo, S., 2018. Efficient Co-conversion Process of Chicken Manure into Protein Feed and Organic Fertilizer by *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae) larvae and Functional Bacteria. *Journal of Environmental Management*, Volume 217, pp. 668–676.