

Pemanfaatan Limbah Organik Berbeda Sebagai Media Budidaya Maggot *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) (Utilization of Different Organic Wastes as Maggot Cultivation Media)

Razid¹, Deki Zulkarnain¹, Rusli Badarudin^{1*}

¹Fakultas Peternakan Universitas Halu Oleo, Kampus Hijau Bumi Tridarma Andonohu
Jl. H.E.A. Mokodompit, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia 93232

Corresponding Author: rbadaruddin79@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah organik berbeda sebagai media budidaya maggot *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL terdiri atas 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah (P1) 100% limbah buah nanas, (P2) 100% limbah sayuran kol, (P3) 100% jeroan ikan tuna, (P4) 100% limbah warung makan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa maggot BSF dalam memanfaatkan limbah warung makan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan yang lain sebagai media budidaya, dengan reduksi substrat (96,27%), *waste reduction index* (WRI) (3,85%), biokonversi (62,93%) dan *feed conversion rate* (FCR) (1,59). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa limbah organik yang baik sebagai media budidaya maggot BSF (*Hermetia illucens*) secara berturut-turut adalah limbah warung makan, jeroan ikan tuna serta limbah sayur kol dan limbah buah nanas. Berdasarkan dari aspek reduksi substrat, *waste reduction index* (WRI), biokonversi serta *Feed conversion rate* (FCR) limbah warung makan memberikan pengaruh yang signifikan.

Kata Kunci: Biokonversi, *Black Soldier Fly*, budidaya, limbah organik dan media

Abstract. This study aims to analyze the utilization of different organic wastes as a medium for cultivating Black Soldier Fly maggot (*Hermetia illucens*). This research uses an experimental method. The design used was a completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments and 4 replicates. The treatments used were (P1) 100% pineapple fruit waste, (P2) 100% cabbage vegetable waste, (P3) 100% tuna offal, (P4) 100% food stall waste. The results showed that BSF maggot in utilizing food stall waste was better than the other treatments as cultivation media, with substrate reduction (96.27%), waste reduction index (WRI) (3.85%), bioconversion (62.93%) and feed conversion rate (FCR) (1.59). Based on the results of the research conducted, it can be concluded that organic waste that is good as a medium for cultivating BSF maggot (*Hermetia illucens*) is successively food stall waste, tuna offal and cabbage vegetable waste and pineapple fruit waste. Based on the aspects of substrate reduction, waste reduction index (WRI), bioconversion and Feed conversion rate (FCR), food stall waste has a significant effect.

Keywords: Bioconversion, Black Soldier Fly, cultivation, media, and organic waste

1. Pendahuluan

Limbah pada umumnya dianggap sebagai hasil pembuangan suatu proses tertentu yang sudah tidak dapat digunakan, sehingga keberadaannya menimbulkan masalah tersendiri. Limbah organik dapat menimbulkan beberapa masalah seperti masalah terhadap lingkungan, termasuk pencemaran, peningkatan emisi karbon dan potensi masalah kesehatan masyarakat. Limbah yang banyak ditemukan adalah limbah buah, sayuran, jeroan ikan serta sisa-sisa makanan. Pengolahan limbah memerlukan teknologi yang tepat supaya limbah tidak dihasilkan lagi selama proses pengolahan. Teknologi biokonversi bahan organik dapat menjadi solusi permasalahan limbah [1]. Salah satu kegiatan dalam paradigma baru adalah memanfaatkan sampah/ limbah organik. Salah satu bentuk pemanfaatan sampah organik adalah memanfaatkan sampah menjadi media pengembangbiakan maggot *Black Soldier Fly* (BSF).

Pemanfaatan larva BSF sebagai agen pengurai materi organik telah diteliti dapat mendegradasi

sampah organik dengan memanfaatkan larvanya yang mengekstrak energi dan nutrisi dari sampah sayuran, sisa makanan, bangkai hewan, serta kotoran sebagai bahan makanannya [2]. Selain itu, larva BSF mudah untuk dikembangkan dengan sifatnya yang resisten terhadap musim. Meskipun, larva BSF lebih aktif pada kondisi yang hangat, sehingga cocok dengan iklim Indonesia. Larva BSF (maggot) memiliki kemampuan dekomposisi yang lebih baik dibandingkan dengan organisme maupun mikroorganisme lainnya [3].

Larva (maggot) *Hermetia illucens* mampu mengkonversi sampah organik yang selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. *Black Soldier Fly* (BSF) memiliki banyak manfaat seperti mengurangi timbunan sampah, dapat mengubah sampah makanan menjadi kompos dan tidak membawa bibit penyakit. Larva (maggot) BSF dikenal sebagai agen biokonversi dan bioremediasi karena mempunyai kemampuan menguraikan bahan organik dalam bentuk padat maupun cair. Budidaya maggot merupakan penerapan teknologi biokonversi dengan bantuan serangga BSF. Maggot BSF dapat digunakan untuk mengubah bahan organik. Maggot BSF mampu mengurai limbah organik, baik hewani maupun nabati. Platform maka maggot harus mengandung nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan maggot hingga menjadi maggot dewasa. Maggot bermanfaat dalam konversi biomassa berbagai limbah tanaman organik, maggot juga dapat mengurangi limbah hingga 50-60%, yaitu dapat mereduksi polusi, bakteri patogen dan bau, serta untuk memperbaiki lingkungan [4]. Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah organik berbeda sebagai media budidaya maggot *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*)

2. Materi dan Metode

2.1. Materi

Maggot dapat memanfaatkan limbah organik sebagai sumber pakan. Bahan yang dipergunakan dalam riset ini adalah telur larva BSF, limbah sayur kol, limbah ikan tuna, limbah buah nanas, limbah warung makan. Alat yang dimanfaatkan dalam penelitian ini yaitu jaring halus 1×1×1 m, nampan, coper, timbangan digital, milimeter blok, alat tulis, kayu, saringan, semprot tangan dan Hp.

2.2. Metode

1. Persiapan Substrat dan Telur

Sebelum memulai budidaya maggot, nampan dicuci terlebih dahulu dan ditempatkan pada rak yang tersedia. Selanjutnya siapkan makanan/substrat untuk maggot. Makanan terdiri dari 100% limbah buah nanas, 100% limbah sayur kol, 100% limbah ikan tuna termasuk 100% limbah warung makan. Langkah selanjutnya telur maggot dikumpulkan dan ditimbang sebanyak 5 gram/perlakuan selanjutnya ditetaskan.

2. Perawatan Maggot

Perawatan Maggot dilakukan sampai umur panen yakni umur 25 hari. Pemberi pakan secara berkala hingga umur 25 hari, pakan disiram setiap hari agar pakan tidak terlalu kering. Sedangkan limbah yang digunakan untuk pakan ternak ada 4 jenis yaitu limbah buah nanas, limbah sayur kol, limbah ikan tuna serta limbah warung makan. Setiap pemberian pakan untuk maggot dilakukan penimbangan terlebih dahulu.

3. Pemanenan Maggot

Maggot dapat dilakukan Pemanenan pada hari 25. Persiapan alat yang diperlukan antara lain timbangan, saringan dan milimeter blok. Pada umur 25 hari dilakukan pengukuran panjang, lebar dan bobot maggot untuk mengetahui peningkatan performa maggot. Kemudian dilakukan pemisahan antara sisa makanan dengan belatung/maggot. Kemudian sisa dan maggot dilakukan penimbangan untuk mengetahui beratnya. Jika maggot sudah menjadi pupa, dipisahkan pupanya dan ditimbang.

2.3. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan terdiri dari 4 perlakuan dan 4 kali ulangan dengan perlakuan sebagai berikut:

P1= 100% limbah buah nanas

P2= 100% limbah sayuran kol

P3= 100% jeroan ikan tuna

P4= 100% limbah warung makan

Model matematika yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut [5]:

$$Y_{ij} = \mu + \pi_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i , ulangan ke j

μ = nilai tengah umum

π_i = pengaruh perlakuan ke i

ϵ_{ij} = pengaruh acak (kesalahan percobaan) pada perlakuan ke i dan ulangan ke j

2.4. Variabel Penelitian

2.4.1. Reduksi Substrat

Reduksi substrat dihitung saat hari ke-25, selama 25 hari pemeliharaan. Perhitungan berdasarkan rumus [6] yaitu:

$$\text{Reduksi substrat (\%)} = \frac{\text{Pemberian pakan awal} - \text{sisa pakan}}{\text{Pemberian pakan awal}} \times 100\%$$

2.4.2. Waste Reduction Index (WRI)

Index reduksi limbah atau *Waste Reduction Index* menunjukkan proyeksi tingkat pengurangan limbah dalam periode tertentu dan dihitung berdasarkan rumus [6] yaitu:

$$\text{WRI (\%)} = \frac{D}{T} \times 100\%$$

$$\text{Dimana, } D = \frac{W-R}{W}$$

t = waktu yang diperlukan untuk mendegradasi sampah

W = jumlah limbah sebelum terdegradasi (kg)

R = jumlah sisa/residu (kg/g)

2.4.3. Biokonversi

Biokonversi dihitung dari pembagian total biomassa larva dan total pemberian pakan dikalikan 100% [7].

$$\text{Biokonversi (\%)} = \frac{\text{Total biomassa larva}}{\text{Total pemberian pakan}} \times 100\%$$

2.4.4. Feed conversion rate (FCR)

Feed conversion rate (FCR) dihitung dari pembagian antara jumlah pakan yang diberi dan total biomassa larva [7].

$$\text{FCR} = \frac{\text{Total pemberian pakan}}{\text{Total biomassa larva}}$$

2.5. Analisis Data

Data yang akan diperoleh dalam penelitian ini dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan bantuan program SPSS versi 25. Bila uji signifikansi memperlihatkan pengaruh nyata, maka diuji lanjut dengan Uji DMRT.

3. Hasil dan Pembahasan

Nilai perhitungan rata-rata reduksi substrat, *waste reduction indeks*, biokonversi dan FCR disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Reduksi substrat (%), *waste reduction indeks* (%), biokonversi (%) dan FCR maggot *Black Soldier Fly* terhadap pemberian jenis substrat berbeda pada pengamatan hari ke-25

Perlakuan	Parameter			
	Reduksi Substrat	<i>Waste reduction index</i>	Biokonversi	FCR
P1	91,36 ^a ±2,9	3,65 ^a ±0,12	28,24 ^b ±1,11	3,54 ^c ±0,14
P2	97,10 ^b ±0,30	3,88 ^b ±0,01	22,24 ^a ±2,96	4,52 ^d ±0,35
P3	95,81 ^b ±0,10	3,83 ^b ±0,00	45,91 ^c ±5,5	2,21 ^b ±0,30
P4	96,27 ^b ±0,25	3,85 ^b ±0,01	62,93 ^d ±1,66	1,59 ^a ±0,04

Keterangan: P1: Limbah buah nanas; P2: Limbah sayur kol; P3: Limbah ikan tuna; P4: Limbah warung makan. Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

3.1. Reduksi Substrat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai substrat limbah organik berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap reduksi substrat pada maggot BSF. Penelitian yang dilakukan diperoleh hasil lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian [8] dengan menggunakan limbah *catering*, wortel dan lobak diperoleh reduksi substrat berkisar 40,72%-72,05%. Hal ini menandakan bahwa substrat yang digunakan setiap perlakuan mampu dimanfaatkan dengan baik oleh maggot sebagai pakan. Efisiensi konsumsi substrat besar dapat menghambat proses terjadinya pembusukan sampah sehingga kadar air dari sampah mengalami peningkatan bagi sampah yang diberikan [9]. Semakin tinggi nilai konsumsi substrat, maka potensi pemanfaatan larva untuk mengurai sampah atau limbah semakin besar [10].

Berdasarkan uji DMRT rataan reduksi substrat pada P4 tidak berbeda terhadap P2 dan P3 tetapi berbeda terhadap P1. Reduksi substrat berbanding lurus dengan nilai konsumsi pakan, jika nilai konsumsi pakan tinggi maka nilai reduksi substrat juga tinggi. Salah satu faktor penyebab perbedaan nilai reduksi substrat adalah kadar air pada jenis substrat yang diberikan. Semakin banyak jumlah substrat yang diberikan, maka semakin banyak kandungan air substrat. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan [10] penyebab sulitnya larva mereduksi pakan karena disebabkan oleh kadar air yang terlalu tinggi. Bbudidaya larva harus pada media kadar air rendah, hal ini disebabkan larva tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan media kadar airnya relatif tinggi [11].

3.2. *Waste reduction index* (WRI)

Indeks pengurangan limbah (*waste reduction index*) merupakan indikator pengurangan limbah oleh maggot BSF yang dihitung pada saat akhir budidaya (pemanenan). [12] nilai WRI mengindikasikan efisiensi larva dalam mereduksi substrat yang diberikan, serta menunjukan efektivitas waktu yang diperlukan untuk mereduksi substrat tersebut.

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan pemberian berbagai substrat limbah organik berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *waste reduction indeks* (WRI). Nilai indeks pengurangan limbah yang tinggi mengandung makna bahwa kemampuan larva dalam mereduksi umpan yang tinggi pula. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan [10] bahwa pada perlakuan substrat dengan jumlah lebih tinggi maka nilai WRI cenderung menurun. Hal ini diduga bahwa larva tidak mampu mengkonsumsi substrat yang diberikan dalam jumlah yang lebih sehingga nilai persentase substrat maupun reduksi substrat yang dikonsumsi menurun.

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa rataan *waste reduction index* (WRI) pada P4 tidak berbeda terhadap P2 dan P3 tetapi berbeda terhadap P1. Nilai WRI akan rendah apabila limbah yang digunakan memiliki kandungan serat kasar yang tinggi sehingga maggot BSF tidak mampu mencerna media budidaya dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan [13], Salah satu jenis serat kasar yang susah dirombak menjadi karbohidrat sederhana yaitu lignin. Lignin yang terdapat di dalamnya merupakan jenis serat yang susah diubah menjadi asam lemak. Larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) di saluran pencernaannya terdapat mekroorganisme pencernaan lignin diubah menjadi selulosa sumebr energi untuk maggot bahwa serat kasar yang terkandung pada media budidaya tidak mampu dicerna oleh maggot BSF (*Hermetia illucens*) karena maggot BSF tidak memiliki enzim yang mampu mencerna serat kasar menjadi senyawa sederhana agar saluran pencernaannya dapat menyerap dan mencerna. Oleh

sebab itu maggot BSF tidak mampu mereduksi media budidaya, sehingga menyebabkan indeks pengurangan limbah pada setiap perlakuan berbeda nyata. Serta nilai WRI berbeda nyata diduga karena media budidaya yang diberikan pada setiap perlakuan dalam jumlah yang sama.

3.3. Biokonversi

Biokonversi umumnya menjelaskan proses limbah organik yang dirubah menjadi senyawa-senyawa sederhana baik berupa protein maupun lemak yang melibatkan agen biokonversi/agen mikroorganisme hidup seperti bakteri, jamur, dan larva serangga [14]. Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian berbagai substrat limbah organik berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap biokonversi pada maggot BSF. Biokonversi tertinggi pada penelitian ini yaitu terdapat pada perlakuan P4 dengan nilai 62,93%. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berbeda dibandingkan hasil penelitian [8] dengan menggunakan limbah *catering*, wortel dan lobak diperoleh biokonversi sebesar 61,28%. Hal ini menandakan bahwa maggot mampu mendegradasi/mengonversi limbah organik sebagai pakannya.

Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan [15] bahwa maggot BSF dianggap menguntungkan karena memanfaatkan sampah organik baik dari hewan maupun tumbuhan, maupun kotoran sebagai makanannya. Beberapa penelitian melaporkan bahwa maggot dapat mendegradasi limbah organik lebih baik dari serangga lainnya yang pernah diteliti. Selanjutnya, menurut [7] maggot mampu mengkonversi sejumlah besar sampah organik menjadi biomassa yang kaya akan protein sebagai pengganti tepung ikan.

Berdasarkan uji DMRT menunjukkan rataan biokonversi pada P4 berbeda terhadap P3, P2 dan P1. Rataan biokonversi pada P3 berbeda terhadap P1 dan P2 sedangkan P2 berbeda terhadap P1. Hal ini dimungkinkan karena media yang digunakan pada P4 berupa sisa nasi, daging ayam, mentimun dan daging ikan mampu dengan mudah didegradasi oleh maggot. Hal sesuai dengan pernyataan [16] bahwa proses biokonversi oleh larva terjadi secara alamiah, larva serangga mengkonsumsi dan mengkonversi kandungan nutrisi substrat yang dimakan menjadi biomassa larva. Hal ini menjelaskan jika nutrisi substrat juga mempengaruhi bobot pada larva. Nutrien substrat yang baik akan mendukung pertumbuhan larva yang lebih besar dibanding nutrisi yang rendah. Kemampuan maggot dalam mengkonversi substrat dipengaruhi oleh struktur substrat, komposisi nutrien substrat dan kandungan air pada substrat [17]. Maggot yang dipelihara dengan substrat yang seimbang nutrisinya akan menghasilkan pertumbuhan yang sangat efisien dan singkat [18].

3.4. Feed conversion rate (FCR)

Feed conversion rate (FCR) merupakan perbandingan antara jumlah pakan yang digunakan dengan jumlah bobot larva BSF yang dihasilkan. Semakin kecil nilai FCR menunjukan kondisi perkembangan larva BSF semakin baik. Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai substrat limbah organik memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *Feed conversion rate* (FCR). Konsumsi terendah diperoleh pada perlakuan P4 yaitu 1,59. Nilai yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian [19] bahwa dengan menggunakan limbah buah dan limbah rumah tangga diperoleh FCR $12,39 \pm 11,47$. Nilai FCR yang rendah pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan sejumlah pakan dapat menghasilkan bobot yang bertambah dengan jumlah yang lebih besar. Menurut [7] rendahnya nilai FCR menandakan jika konsumsi bahan kering larva BSF pada rasio pemberi pakan yang dilakukan lebih efisien untuk mengkonversi substrat tersebut kedalam biomassa larva BSF. Faktor yang menyebabkan nilai FCR tinggi salah satunya, yaitu kualitas pakan yang dikonsumsi karena ketika hewan menerima makanan yang memenuhi kebutuhan nutrisinya, hewan tersebut cenderung memiliki FCR yang lebih rendah.

Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan nilai rataan *Feed conversion rate* (FCR) pada P4 berbeda terhadap P1, P2 dan P3. Rataan nilai FCR pada P3 berbeda terhadap P1 dan P2 sedangkan nilai rataan pada P2 berbeda terhadap P1. Hal ini dikarenakan kandungan serat kasar pada P1 dan P2 tinggi sehingga maggot tidak mampu untuk mencernanya dimana maggot sendiri tidak memiliki mikroba maupun enzim untuk mencerna serat kasar. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan [20] bahwa maggot memiliki 4 jenis phylum mikroba utama, salah satunya adalah *Bacteroidetes*. Dimana, jenis spesies yang mendominasi adalah *Dysgonomonassp.* yang dikenal sebagai salah satu bakteri lignoselulolitik karena mampu memproduksi enzim α -galaktosidase. Enzim tersebut mampu mendegradasi struktur kompleks

polisakarida yang terdapat pada substrat secara acak. Hasil degradasi yang didapatkan berupa oligosakarida-polisakarida. Struktur oligosakarida yang dirasa masih cukup besar dan kompleks menyebabkan maggot belum mampu menyerapnya secara optimal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa limbah organik yang baik sebagai media budidaya maggot BSF (*Hermetia illucens*) secara berturut-turut adalah limbah warung makan, jeroan ikan tuna serta limbah sayur kol dan limbah buah nanas. Berdasarkan dari aspek reduksi substansi, *waste reduction index* (WRI), biokonversi serta *Feed conversion rate* (FCR) limbah warung makan memberikan pengaruh yang signifikan.

5. Daftar Pustaka

- [1] Aditama, Y., O. Imanudin, dan D. Widianingrum. 2023. Pemanfaatan limbah sayuran organik dan limbah feses ayam petelur sebagai media dalam budidaya maggot (*Hermetia illucens*). *Tropical Livestock Science Journal*. 2(1): 49-56.
- [2] Popa, R. dan T. Green. 2012. DipTerra LCC e-Book 'Black Soldier Fly Applications'. DipTerra LCC
- [3] Guerero, L. A., G Maas, W. Hogland. 2013. Solid waste management challenges for cities in developing countries- review. *Waste Management Journal*. 33(1): 220 –232.
- [4] Sumiati, 2020. Kajian penggunaan maggot dalam ransum unggas. Makalah Seminar On line AINI, 9 Juli 2020
- [5] Steel, R.G D and J H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. Ed ke-2. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta (ID).
- [6] Diener, S., C. Zurbugg and K. Tockner. 2009. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Manag. Res.* 27: 603-610.
- [7] Banks, I. J., W. T. Gibson and M. M Cameron. 2014. Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Tropical medicine & international health*. 19(1): 14-22.
- [8] Pathiassana, M. T., S. Y Izzy, Haryandi dan S. Nealma. 2020. Studi laju umpan pada proses biokonversi dengan variasi jenis sampah yang dikelola PT. Biomagg Sinergi Internasional menggunakan larva *Black Soldier Fly* (*Hermetica illucens*). *J. Tambora*. 4(1): 86-95.
- [9] Darmawan, M. Sarto dan A. Prasetya. 2017. Budidaya larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*.) dengan pakan limbah dapur (daun singkong). *Simposium Nasional RAPI XVI*. pp. 208-213
- [10] Hakim, A. R, A. Prasetya dan H. T. Petrus. 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.
- [11] 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(3): 230-29.
- [12] Supriyatna, A. dan R. E. Putra. 2017. Estimasi pertumbuhan larva lalat black soldier (*Hermetia illucens*) dan penggunaan pakan jerami padi yang difermentasi dengan jamur *P. chrysosporium*. *J Biodjati*. 2(2): 159-166.
- [13] Kim, W . 2011. "Biochemical Characterization of Digestive Enzymes in the Black Soldier Fly, *Hermetia Illucens* (Diptera: Stratiomyidae)." *J. of Asia-Pasific Entomology* 14: 11–14.
- [14] Newton, L., C. Sheppard, D. W. Watson, G. Burtle and R. Dove. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a valueadded tool for the management of swine manure. Report for The Animal and Poultry waste Management Center. North Carolina State (NC): Univ Raleigh.
- [15] Kim, W. T. and S.W. Bae. 2010. The larval age and mouth morphology of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Int J Ind Entomol*. 21(2): 185-187.
- [16] Fahmi, M.R. 2021. Raup Untung dari Magot. Penebar Swadaya. Jakarta.(ID)

- [17] Nyakeri, M., H.J.O. Ogola, M.A. Ayiek and F.A. Amimo. 2017. Valorisation of organic waste material: growth performance of wild black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) reared on different organic wastes. J Insect as Food Feed. 3(3): 193-202. doi: 10.3920/JIFF2017.0004.
- [18] Cummins, V.C., S.D. Rawles, K.R. Thompson, A. Velasque, K. Yuka, J. Hager and C.D. Webster. 2017. Evaluation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture. Elsevier B.V. 473: 337–344.
- [19] Dafri I. Nahrowi, A. Jayanegara. 2022. Teknologi penyiapan pakan protein moderate dan Strateginya untuk Meningkatkan Produktivitas Maggot. Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan. Vol. 20 No. 1: 25-29
- [20] Jiang, C.L., W.Z. Jin, X.H. Tao, Q. Zhang, J. Zhu, S.Y. Feng, X.H.Xu , H.Y. Li, Z.H. Wang and Z.J. Zhang. 2019. Black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) strengthen the metabolic function of food waste biodegradation by gut microbiome. J. Microb. Biotechnol. 12: 528–543. doi:10.1111/1751-7915.13393.