

# Teknologi Penyiapan Pakan Protein *Moderate* dan Strateginya untuk Meningkatkan Produktivitas Maggot

Preparation Technology of Moderate Protein Feed and Its Strategy to Increase Maggot Productivity

I Dafri, Nahrowi\*, A Jayanegara

Corresponding email:  
isnaininani24@gmail.com  
nahrowi@apps.ipb.ac.id

Departemen Ilmu Nutrisi dan  
Teknologi Pakan, Fakultas  
Peternakan, Institut Pertanian  
Bogor (Bogor Agricultural  
University/IPB University)

## ABSTRACT

The aim of this research was to prepare moderate protein diet and evaluate its quality to increase maggot productivity. This research was conducted from the egg stage to the pre-pupae stage. One gram of larval eggs was used for each replication. The substrates used were fruit waste, household waste, and concentrate diet. This study used a completely randomized design with 2 treatments and 6 replications. Treatments were P0 (control feed of fruit waste and household waste) and P1 (moderate protein treatment feed). Control feed and moderate protein treatment were given as much as 13 kg during maintenance. The variables measured were dry matter consumption (grams), maggot weight (grams), pre-pupae percentage, substrate reduction (%), FCR, bioconversion (%), and WRI (*Waste Reduction Index*). Data were analyzed using paired sample T test. The results showed that BSF larvae receiving moderate protein treatment were significantly higher ( $p < 0.05$ ) compared to control feed for substrate consumption parameters, substrate reduction, and WRI. The conclusion from this research is the quality of feed with moderate protein content of 18,30 % which was prepared using a crude protein and energy balance approach was better than feed based on papaya fruit waste and household waste seen from the aspect of increasing substrate reduction, improving performance, prepupa metamorphosis, and increasing bioconversion of BSF larvae.

**Key words:** bioconversion, larvae BSF, maggot, performance, waste

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyiapkan pakan protein *moderate* dan mengevaluasi kualitasnya untuk meningkatkan produktivitas maggot. Penelitian ini dilakukan dari tahap telur hingga prepupa. Satu gram telur larva digunakan untuk setiap ulangan. Pakan yang digunakan adalah limbah buah, limbah rumah tangga, dan pakan perlakuan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 perlakuan dan 6 ulangan dengan perlakuan P0 (pakan kontrol limbah buah dan limbah rumah tangga) dan P1 (pakan perlakuan protein moderat). Pakan kontrol dan perlakuan protein *moderate* diberikan sebanyak 13 kg selama pemeliharaan. Peubah yang diukur adalah konsumsi bahan kering (g), bobot maggot (g), persentase prapupa, reduksi substrat (%), FCR, biokonversi (%), dan WRI (*Waste Reduction Index*). Data dianalisis menggunakan uji T sampel berpasangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva BSF yang mendapatkan perlakuan protein moderat nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan pakan kontrol untuk konsumsi bahan kering, reduksi substrat, dan WRI. Kesimpulan dari penelitian ini, kualitas pakan protein *moderate* 18,30 % yang dipersiapkan menggunakan pendekatanimbangan protein kasar dan energi lebih baik dibandingkan pakan berbasis limbah buah pepaya dan limbah rumah tangga dilihat dari aspek peningkatan reduksi substrat, peningkatan performa, metamorfosis prepupa, dan peningkatan biokonversi larva BSF.

**Kata kunci:** biokonversi, larva *Black Soldier Fly* (BSF), limbah, maggot, performa

## PENDAHULUAN

*Black Soldier Fly* (BSF) atau lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) merupakan salah satu insekta yang mulai dipelajari karakteristiknya dan kandungan nutriennya. Kondisi iklim Indonesia yang tropis sangat ideal untuk budidaya BSF. Fase larva merupakan fase BSF makan dan menyimpan nutriennya untuk tumbuh dan berkembang di fase berikutnya. Kemudian menuju fase prepupa mereka beremigrasi sendiri dari media tumbuhnya sehingga memudahkan untuk dipanen. Siklus hidup BSF mulai bertelur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung sekitar 40-43 hari, tergantung kondisi lingkungan dan media yang diberikan (Tomberlin *et al.* 2009). Larva *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) merupakan salah satu alternatif pakan yang saat ini digunakan untuk ternak sebagai sumber protein. Maggot yang memiliki protein sebesar 40%-50% dengan kandungan lemak sebesar 29%-32% (Bosch *et al.* 2014). Kandungan protein pada maggot mampu menyamai sumber protein pakan lain, seperti bungkil kedelai dan *meat and bone meal* (MBM).

Maggot mengkonsumsi bahan organik, limbah makanan, dan limbah lainnya. Namun, beberapa penelitian menyebutkan pemberian limbah organik cenderung memperlambat pertumbuhan, sehingga dari segi efisiensi dan ekonomis pertumbuhan maggot yang cepat dan besar lebih diuntungkan. Selain itu, pakan organik yang diberikan merupakan campuran berbagai limbah makanan dengan komposisinya yang tidak konstan dan sering tidak diperhatikan dan dianalisis kandungan nutriennya mencukupi atau tidak untuk kebutuhan hidup maggot. Menurut Tschirner & Simon (2015), kebutuhan nutrisi larva maggot tidak dipelajari dengan baik, padahal media mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap performa dan kandungan nutrisi maggot yang dihasilkan.

Penggunaan limbah makanan yang kurang tepat berdampak negatif terhadap pertumbuhan maggot. Pemeliharaan maggot dengan pemberian pakan limbah organik mampu mendegradasi substrat tersebut, namun belum tentu sejalan dengan pemanfaatan dan penyerapan nutrisi yang didegradasi untuk pertumbuhan maggot. Beberapa penelitian menyebutkan pemberian limbah organik cenderung memperlambat pertumbuhan, sehingga dari segi ekonomis pertumbuhan maggot yang cepat dan besar lebih diuntungkan.

Penelitian yang sudah dilakukan yaitu, pada Diener *et al.* (2009) didapatkan pada *feeding rate* optimal untuk 200 ekor larva BSF sebesar 100 mg ekor<sup>-1</sup> hari<sup>-1</sup> dengan pakan ayam protein kasar 15 % menghasilkan nilai *Waste Reduction Index* (WRI) paling optimum sebesar 3,81 dan produksi prepupa yang kaya akan nutrisi. Selain itu, Rachmawati *et al.* (2010) menyebutkan penggunaan substrat bungkil inti kelapa sawit dengan

kandungan protein 15,76 % memperoleh peningkatan bobot maggot dan perubahan prepupa terjadi pada hari ke-19. Penelitian terkait dengan pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan maggot belum pernah dilaporkan.

Penelitian yang dilakukan yaitu substrat dengan protein *moderate* 18,30%. Protein *moderate* diartikan sebagai protein dengan level medium. Pembagian persentase level protein ini didasarkan dengan protein yang terdapat pada substrat yang sering digunakan pada budidaya maggot, yaitu protein berkisar 7%-20%.

## METODE

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, tray plastik 60cm x 45cm x 15 cm, timbangan digital dan *trashbag*. Bahan-bahan yang digunakan adalah maggot, limbah buah pepaya, limbah rumah tangga, dan pakan dengan protein kasar 16,5 %, yaitu jagung, dedak halus, pollard, *corn gluten meal* (CGM), *meat bone meal* (MBM), *crude palm oil* (CPO), *dicalcium phospat* (DCP), dan premix. Limbah buah pepaya dan limbah buah papaya yang digunakan sebagai kontrol merupakan substrat yang sering digunakan pada tempat penelitian ini, di PT. Biomagg.

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan dan 6 ulangan. Program aplikasi yang digunakan dalam menganalisis data yaitu *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 25. Data dianalisis menggunakan uji *paired sample T-test*.

### Peubah yang Diamati

1. Konsumsi bahan kering (g)  
Konsumsi BK=  
(berat pemberian pakan-berat sisa pakan) x %BK bahan
2. Reduksi substrat  
Reduksi substrat= $\frac{(\text{pemberian pakan awal}-\text{sisa pakan})}{\text{pemberian pakan awal}} \times 100\%$

**Tabel 1** Komposisi pakan yang digunakan pada pakan perlakuan selama penelitian (*as fed*)

Bahan pakan	Pakan perlakuan
	%
Jagung	52,7
Dedak halus	10,0
Pollard	10,0
Bungkil kedelai	15,0
CGM	0,3
MBM	6,0
CPO	4,0
Premix	1,0
DCP	1,0

**Tabel 2** Komposisi nutrisi pakan kontrol dan pakan perlakuan (*as fed*)

Komposisi nutrisi	PO (limbah buah pepaya)	PO (limbah rumah tangga)	P1
	%		
Bahan kering	4,10	17,36	89,05
Protein kasar	0,92	4,65	16,30
Lemak kasar	0,44	1,25	4,60
Serat kasar	0,90	3,19	8,11
BetaN	1,15	5,82	51,7
Abu	0,69	2,45	8,34
Ca	0,05	0,09	3,13
P	0,03	0,25	1,10
Energi metabolis kkal kg <sup>-1</sup>			3024,4

3. *Waste Reduction Index* (WRI)

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

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

t = waktu yang diperlukan untuk mendegradasi sampah

W = jumlah sampah sebelum terdegradasi

R = jumlah residu (Diener et al. 2009)

4. Bobot maggot

Bobot maggot ditimbang pada larva umur 21 hari. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan digital.

5. Persentase prepupa

$$\text{Prepupa (\%)} = \frac{\text{berat prepupa (g)}}{\text{berat larva + prepupa}} \times 100\%$$

6. *Feed conversion rate* (FCR)

*Feed conversion rate* (FCR) dihitung dari pembagian antara pemberian pakan dan total biomassa larva (Banks et al. 2014)

7. Biokonversi

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

**Persiapan Pakan dan Telur**

Sebelum dilakukan pemeliharaan, *tray* yang digunakan dibersihkan terlebih dahulu dan merapikan rak-rak yang digunakan. Pakan yang diberikan kepada maggot berupa pakan kontrol (pakan yang biasa digunakan di PT Biomagg) dan pakan dengan kandungan protein kasar 18,30%. Pakan kontrol berupa 100% limbah pepaya dan limbah perumahan terdiri dari 50% sisa sayuran dan rumput, 45% sisa makanan, dan 5% sisa tulang ikan. Sebelum peletakan telur diatas pakan, dilakukan pembuatan ransum perlakuan protein *moderate*. Pakan perlakuan ditambahkan air matang agar pakan lembab dan maggot dapat berkembang.

**Tabel 3** Komposisi nutrisi pakan kontrol dan pakan perlakuan selama 21 hari (100% BK)

Komposisi nutrisi	PO (limbah buah pepaya)*	PO (limbah rumah tangga)**	P1
	%		
Bahan kering	100,00	100,00	100,00
Abu	16,83	14,11	9,36
Protein kasar	22,44	26,78	18,30
Lemak kasar	10,73	7,20	5,17
Serat kasar	21,95	18,37	9,11
BetaN	28,05	33,53	58,06
Ca	1,21	0,52	3,51
P	0,73	1,44	1,33

Keterangan: Hasil uji Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan IPB.

\*limbah buah pepaya diberikan hari 0-7

\*\*limbah rumah tangga diberikan hari 8-19

Telur maggot dipanen dari wadah kayu dan ditimbang sebanyak 1 g per ulangan. Telur maggot diletakan diatas wadah (tidak langsung menyentuh pakan. Komposisi pakan perlakuan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1. Komposisi hasil proksimat nutrisi setiap perlakuan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Pemeliharaan Maggot**

Pemeliharaan maggot dilaksanakan dari umur 0-21 hari (umur 0 dimulai saat belum mulai menetas) dan telur maggot yang diperlukan sebanyak 1 gram per ulangan. Pemberian pakan diberikan secara berkala sebanyak 6 kali pemberian sampai umur 21 hari dengan ditambahkan air panas agar pakan tidak begitu kering. Pernambahan air pada pakan perlakuan sebesar 460 g kg<sup>-1</sup>. Total pakan yang diberikan selama 6 kali pemberian sebanyak 13 kg dengan rincian minggu pertama diberikan sebanyak 1 kg dengan sekali pemberian, minggu ke-2 diberikan sebanyak 4 kg dengan 3 kali pemberian, minggu ke-3 diberikan sebanyak 8 kg dengan 2 kali pemberian. Setiap hari dilakukan penyemprotan air pada pakan perlakuan untuk menghindari pakan yang terlalu kering. Pakan kontrol terdapat 2 jenis limbah yang digunakan, yaitu limbah pepaya dan limbah rumah tangga. Limbah pepaya diberikan pada umur 0-7 hari, sedangkan limbah rumah tangga diberikan pada umur 8-19 hari.

**Pemanenan Maggot**

Pemanenan maggot dilakukan hari ke-21. Persiapan alat-alat yang dibutuhkan meliputi, timbangan, saringan dan sendok kecil. Selanjutnya, dilakukan pemisahan antara residu pakan dengan maggot. Setelah itu, residu dan maggot ditimbang untuk mengetahui berapa berat yang diperoleh. Jika maggot sudah ada yang berubah menjadi prepupa, dipisahkan prepupa tersebut dan ditimbang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 4 terlihat pakan perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap konsumsi bahan kering, reduksi substrat, dan WRI (*Waste Reduction Index*), namun tidak berbeda nyata terhadap bobot maggot, persentase prepupa, reduksi substrat, FCR, dan biokonversi pakan perlakuan nyata lebih tinggi dibandingkan konsumsi bahan kering pakan kontrol (Tabel 4). Konsumsi pakan pada maggot dipengaruhi beberapa faktor, yaitu kandungan nutrisi substrat, kandungan air substrat, dan tekstur pakan. Tingginya konsumsi bahan kering pada pakan perlakuan dibanding pakan kontrol dipengaruhi oleh kadar air pada pakan perlakuan jauh lebih tinggi dibandingkan pakan kontrol. Menurut Murni *et al.* (2012) konsumsi bahan kering menentukan produktivitas ternak. Selain itu, bahan organik berkaitan erat dengan bahan kering, karena BO merupakan bagian dari BK. Apabila tingkat konsumsi BK pada ternak rendah maka diikuti tingkat konsumsi BO yang rendah juga dan sebaliknya. Dengan demikian, konsumsi bahan kering yang tinggi pada pakan perlakuan dapat menandakan konsumsi bahan organik yang juga tinggi.

Nilai reduksi substrat dan nilai *Waste Reduction Index* berkorelasi dengan nilai konsumsi pakan. Pakan perlakuan nyata mempengaruhi reduksi substrat dan WRI ( $p < 0,05$ ) dibandingkan pakan kontrol. Hasil nilai WRI pada penelitian ini menandakan jika pemberian pakan 13 kilogram, maggot mampu mereduksinya dengan periode selama 21 hari dan menghasilkan nilai rata-rata WRI pada P0 sebesar 0,42% sedangkan pada P1 sebesar 2,85%. Supriyatna & Putra (2017) menyebutkan, nilai WRI menunjukkan efisiensi maggot dalam mereduksi pakan yang diberikan, selain itu nilai WRI juga menunjukkan efektivitas waktu yang dibutuhkan untuk mereduksi pakan tersebut. Semakin besar nilai WRI maka semakin baik efisiensi reduksi substrat yang dihasilkan (Diener *et al.* 2009). Hal ini menandakan, jika nilai konsumsi dan nilai WRI sejalan, dimana konsumsi bahan kering pada P1 lebih tinggi hal tersebut menghasilkan nilai WRI juga lebih tinggi.

Pakan perlakuan tidak berbeda nyata terhadap pakan kontrol pada bobot maggot. Namun, bobot maggot pakan perlakuan lebih besar dibandingkan pakan kontrol, yaitu bobot maggot P1 sebesar 1978,83 g dan bobot maggot P0 sebesar 1468,82 g. Menurut Purba *et al.* (2021), pertumbuhan larva maggot sangat dipengaruhi oleh komposisi nutrisi pakan terutama makromolekul seperti, karbohidrat, lemak dan protein. Makromolekul terutama protein dan lemak akan mengkonversi menjadi biomassa larva. Kandungan protein kasar P1 (pakan perlakuan) sebesar 18,30% (BK), protein kasar pada P0 (limbah buah pepaya) sebesar 22,44% (BK) dan P0 (limbah rumah tangga) sebesar 26,78% (BK), sedangkan karbohidrat pada P1 lebih tinggi dibanding P0. Hal ini juga diperkuat oleh Tomberlin *et al.* (2002) yang mengatakan, komposisi nutrisi pakan menunjukkan pengaruh terhadap pertumbuhan maggot. Pakan dengan kandungan nutrisi protein dan lemak tinggi akan mempercepat kenaikan bobot maggot. Hal ini menandakan jika nutrisi pakan perlakuan lebih banyak dikonversi menjadi bobot maggot dibandingkan pakan kontrol, terlihat bahwa konsumsi bahan kering pakan P1 yang lebih tinggi dibandingkan P0 menghasilkan bobot maggot lebih tinggi P1.

Perubahan prepupa terjadi setelah melewati tahap larva. Perubahan prepupa sangat dipengaruhi pada tahap larva tersebut mengkonsumsi substrat dan kandungan nutrisi substrat tersebut. Persentase prepupa P1 tidak berbeda nyata terhadap persentase prepupa. Namun, rata-rata nilai persentase prepupa pada P1 lebih tinggi dibanding P0. Rata-rata persentase prepupa P1 sebesar 13,53% sedangkan P0 sebesar 4,79%. Menurut Suciati & Faruq (2017) siklus hidup BSF memiliki 5 tahap, yaitu tahap telur, larva, prepupa, dan pupa. Menurut Gobbi *et al.* (2013) menyebutkan jika kualitas dan kuantitas media pertumbuhan maggot sangat mempengaruhi kandungan nutrisi didalam tubuh maggot dan tingkat keberlangsungan hidup larva pada setiap fase metamorfosisnya. Oleh karena itu, dengan kandungan nutrisi pakan yang baik dan mencukupi akan mendukung pertumbuhan maggot secara optimal untuk setiap fase kehidupan.

**Tabel 2** Rataan performa, biokonversi (%), dan WRI (*Waste Reduction Index*) yang diberi pakan kontrol dan perlakuan

Parameter	Perlakuan		Sig (2-tailed)
	P0	P1	
Konsumsi bahan kering (g)	1152,48 ± 252,12 <sup>b</sup>	7791,87 ± 613,73 <sup>a</sup>	0,000
Reduksi Substrat (%BK)	8,86 ± 1,94 <sup>b</sup>	59,94 ± 4,72 <sup>a</sup>	0,000
WRI (%BK)	0,42 ± 0,09 <sup>b</sup>	2,85 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,000
Bobot Maggot hidup (g)	1468,82 ± 547,40	1978,83 ± 616,35	0,191
Prepupa (%)	4,79 ± 11,68	13,53 ± 16,78	0,379
FCR	12,39 ± 11,47	7,67 ± 4,34	0,406
Biokonversi (%)	11,29 ± 4,21	15,22 ± 4,74	0,191

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ). P0 = pakan kontrol, P1 = pakan perlakuan dengan protein kasar 18,30 %.

Saat kondisi optimal, larva membutuhkan waktu sekitar 2 minggu untuk mencapai tahap prepupa, tetapi jika makanan yang tersedia terbatas dapat mencapai lima bulan untuk mencapai tahap prepupa. Saat mencapai fase prepupa, larva maggot akan mengosongkan saluran pencernaan dan berhenti makan dan bergerak. Perubahan dari fase larva ke prepupa pada P1 lebih cepat dibandingkan P0. Perubahan prepupa pada P1 sudah mulai terjadi pada hari ke-13 sedangkan pada P0 baru terlihat pada hari ke-21.

Nilai *Feed Conversion Rate* (FCR) diperoleh dari pembagian antara jumlah pakan yang diberikan dan bobot yang diperoleh. Nilai FCR P1 tidak berpengaruh terhadap FCR P0 nilai FCR dibandingkan pakan kontrol. FCR pada P0 berkisar 7,74 dan pada P1 berkisar 5,73. Nilai FCR pada P1 nyata lebih rendah dibanding P0. Menurut Banks *et al.* (2014) rendahnya nilai FCR menandakan jika konsumsi bahan kering larva BSF pada rasio pemberi pakan yang dilakukan lebih efisien untuk mengkonversi substrat tersebut kedalam bobot larva maggot. Faktor yang menyebabkan nilai FCR tinggi salah satunya, yaitu kualitas pakan yang dikonsumsi karena ketika hewan menerima makanan yang memenuhi kebutuhan nutriennya, hewan tersebut cenderung memiliki FCR yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan jika pakan perlakuan (P1) cukup memenuhi kebutuhan nutrisi maggot.

Biokonversi P1 tidak berpengaruh terhadap biokonversi P0. Namun, pakan perlakuan nyata lebih tinggi menghasilkan biokonversi dibandingkan pakan kontrol, dimana biokonversi pada P0 berkisar 11,29% dan pada P1 berkisar 15,22%. Menurut Fahmi (2015) proses biokonversi pada larva terjadi secara alamiah. Larva akan memakan dan mengubah kandungan nutrisi substrat yang dimakanya menjadi biomassa larva. Hal ini menjelaskan jika nutrisi substrat juga mempengaruhi bobot larva. Nutrien substrat yang baik akan mendukung pertumbuhan larva yang lebih besar dibanding nutrisi yang rendah. Dalam penelitian ini menunjukkan jika substrat protein kasar pada P1 18,30% nyata lebih tinggi mengkonversi substrat tersebut menjadi bobot larva dibandingkan pakan kontrol.

## SIMPULAN

Kualitas pakan protein *moderate* 18,30% yang dipersiapkan menggunakan pendekatanimbangan protein kasar dan energi lebih baik dibandingkan pakan berbasis limbah buah pepaya dan limbah rumah tangga dilihat dari aspek peningkatan reduksi substrat, peningkatan performa, metamorfosis prepupa, dan peningkatan biokonversi larva BSF.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banks LJ, Gibson WT & Cameron, MM. 2014. Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Tropical Medicine and International Health*. 19(1): 14-22.
- Bosch G, Zhang S, Dennis GABO & Wouter HH. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *Journal of Nutrition Science*. 3:1-4
- Diener S, Gutiérrez FR, Zurbrügg C & Tockner K. 2009. Are larvae of the black soldier fly *Hermetia illucens* a financially viable option for organic waste management in Costa Rica. Di dalam : Diaz LR, Stegmann R. 12<sup>th</sup> International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia : 2009 Oct 5-9. Cagliari (ITA): CISA Publisher. 6 pp.
- Diener, S, Solano, NMS, Gutiérrez, FR, Zurbrügg, C. & Tockner, K. 2011. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste Biomass Valor*. 2: 357-363.
- Fahmi, M R. 2015. Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini larva *Hermetica illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(1) : 139-144.
- Gobbi P, Martínez-Sánchez A & Rojo S. 2013. The effects of larval diet on adult life-history traits of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera : Stratiomyidae). *European Journal of Entomology*. 110:461-468.
- Murni R, Akmal A, & Okrisandi Y. 2012. Pemanfaatan kulit buah kakao yang difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* sebagai pengganti hijauan dalam ransum ternak kambing. *Agrinak*. 2(1) : 6-10.
- Purba J, Kinasih I & Putra E. 2021. Pertumbuhan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) dengan pemberian pakan pakan susu kadaluwarsa dan alpukat. *Biotropika*. 9(1) : 88-95. DOI: 10.21776/ub.biotropika.2021.009.01.10
- Rachmawati, Buchori D, Hidayat P, Hem S & Fahmi RM. 2010. Perkembangan dan kandungan nutrisi larva *Hermetia illucens* (Linnacus) (Diptera : Stratiomyidae) pada bungkil kelapa sawit. *Journal Entomologi Indonesia*. 7(1) : 28-41.
- Suciati, R. & Faruq, H. 2017. Efektifitas media pertumbuhan maggots *Hermetia Illucens* (lalat tentara hitam) sebagai solusi pemanfaatan sampah organik. *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):159-166.
- Tomberlin JK, Adler PH & Myers HM. 2009. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) in relation to temperature. *Environmental Entomo*. 38:930-934.
- Tomberlin, J K, Sheppard, D C, & Joyce, JA. 2002. Selected life-history traits of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Annals of the Entomological Society of America*. 95:379-386. doi.org/10.1603/0013 8746(2002)095[0379:SLHTOB]2.0.CO;2.
- Tschirner, M. & Simon, A. 2015. Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. *Journal Insects Food Feed*. 1: 249-259.