



Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*)

Mahfudl Sidiq Muhayyat*, Ahmad Tawfiequrrahman Yuliansyah, dan Agus Prasetya

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta, 55281

*Alamat korespondensi: delmahfudel@gmail.com

(Submisi:; Revisi:; Penerimaan:)

ABSTRACT

The high content of protein is the main reason for domestic waste to be potentially processed by bioconversion using Hermetia illucens larvae. Hermetia illucens larva can accumulate protein content as high as 45-50% and fat which reaches 24-30%, so that it becomes a good source of highly nutritious feed. This research studied the production of Hermetia illucens larvae through bioconversion process on rice waste, cassava leaf, and mixed rice-cassava leaf (with the weight ratio of 1: 1), by varying the feed rate of 60, 80, and 100 mg/larva/day. The experiment was conducted for 21 days. Samples were taken periodically to be analyzed for their weight, substrate consumption, and waste reduction index. Proximate analysis was conducted on raw material and larvae media. The results of this study indicated that the optimum waste for larvae was the mixed rice-cassava leaf waste with feed rate of 60 mg/larva/day or total weight of 10.00 grams per feeding. At this condition, the optimal waste reduction in the bioconversion process was observed as substrate consumption of 65.82% and the waste reduction index of 18.02%.

Keywords: Domestic waste, bioconversion, *Hermetia illucens* larvae.

ABSTRAK

Tingginya kandungan protein membuat limbah domestik berpotensi untuk diproses secara biokonversi dengan menggunakan larva *Hermetia illucens*. Larva *Hermetia illucens* memiliki kandungan nutrisi protein yang mencapai 45-50% dan lemak yang mencapai 24-30%, sehingga dapat dijadikan sumber pakan bernutrisi tinggi. Penelitian ini mempelajari produksi larva *Hermetia illucens* melalui proses biokonversi pada limbah nasi, daun singkong dan campuran nasi-daun singkong (1:1), dengan memvariasikan *feed rate* sebesar 60, 80, 100 mg/larva/hari. Penelitian dilakukan selama 21 hari, dengan menganalisis berat larva, *substrate consumption*, dan *waste reduction index*. Analisis proksimat dilakukan pada media pakan dan larva. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah yang paling optimal memproduksi larva dalam proses ini adalah limbah campuran nasi-daun singkong dengan *feed rate* 60 mg/larva/hari atau dengan berat total 10,00 gram per *feeding*. Reduksi limbah paling optimal pada proses biokonversi teramati sebagai nilai konsumsi substrat sebesar 65,82% dan *waste reduction index* sebesar 18,02%.

Kata kunci: Limbah domestik; Biokonversi; Larva *Hermetia Illucens*

1. Pendahuluan

Sampah di Indonesia didominasi oleh sampah organik atau sampah yang mudah membusuk. Sampah jenis ini diantaranya adalah sampah sisa makanan atau *food waste*. Sampah organik atau limbah makanan ini merupakan limbah organik yang dibuang dari berbagai sumber sampah terbesar antara lain dari pabrik pengolahan makanan, dapur domestik (rumah tangga), dapur komersial, kantin, dan restoran (Kiran dkk., 2014). Jenis sampah yang dihasilkan rumah tangga antara lain adalah limbah nasi, limbah sayuran, kacang-kacangan, bawang merah, tomat, kentang, buah-buahan, dan lain sebagainya.

Salah satu upaya peningkatan efektivitas pengelolaan dan pengolahan sampah adalah dengan memanfaatkan sampah menjadi sumber protein bahan pakan ikan melalui proses biokonversi. Newton dkk. (2005) menjelaskan bahwa dalam proses ini limbah organik akan dikonversi menjadi senyawa sederhana baik protein maupun lemak, melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup. Menurut Fahmi (2015), proses biokonversi oleh larva serangga terjadi secara alamiah/natural, serangga memakan dan mengubah kandungan nutrisi limbah organik menjadi biomassa larva serangga.

Berbagai penelitian terkait penggunaan larva *Hermetia illucens* sebagai serangga biokonversi antara lain, yaitu: Diener dkk. (2009), Rahmawati dkk. (2010), Zheng dkk. (2012), Saragi dkk. (2015), Fahmi (2015), Li dkk. (2016), menyatakan bahwa larva *Hermetia illucens* memberikan banyak kelebihan dalam mereduksi limbah organik dan berguna sebagai bahan pakan ikan. Menurut Fahmi (2015), larva *Hermetia Illucens* memiliki kandungan protein yang mencapai 45-50% dan lemak yang mencapai 24-30%. Karena kandungan protein tinggi inilah beberapa produsen pakan telah menjadikannya sebagai pengganti pakan ikan (Rambet dkk., 2016). Larva *Hermetia illucens* memiliki fase hidup yang sebagian besar hidup berperan sebagai dekomposer atau pengurai.

Menurut Silmina dkk. (2011), maggot (larva dari *Hermetia illucens*) dapat tumbuh dan berkembang pada media yang mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Budidaya maggot dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik dan berbasis limbah ataupun hasil samping kegiatan agroindustri. Dengan demikian, budidaya maggot dapat dikatakan sebagai bentuk degradasi limbah.

Peluang nyata dalam pengolahan sampah dengan biokonversi dapat ditunjukkan oleh penelitian sebelumnya bahwa larva ini mengonsumsi serta mendegradasi sejumlah bahan organik yang terkandung dalam suatu sampah sampai sebesar 70% (Lalander dkk., 2014). Studi lainnya juga menunjukkan bahwa sistem pengolahan limbah dengan menggunakan larva *Hermetia illucen* terbukti dapat menghilangkan bakteri *Salmonella*. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa *Hermetia illucen* ini merupakan serangga atau larva yang sehat. Lalat ini sangat mudah untuk dikembangbiakkan serta mudah ditemukan di sekitar rumah.

Keberhasilan pengembangbiakan lalat *Hermetia illucen* ini, ditentukan oleh media tumbuhnya. Ketika proses reproduksi lalat terjadi, lalat jenis ini akan menyukai media tumbuh yang khas dan ketika dia menyukai aroma tersebut maka lalat tersebut mau hidup dan berkembang di media tersebut (Katayane dkk., 2014). Lalat ini sangat cepat pertumbuhannya dan mudah tumbuh di limbah organik seperti kotoran unggas. Ketika lalat *Hermetia illucen* sudah matang, dibutuhkan waktu 3–4 hari untuk dijadikan pakan yang akan melalui proses pengeringan dan penggilingan untuk dijadikan bahan pakan (Widjastuti dkk., 2014).

Pada penelitian ini dipelajari produksi larva *Hermetia illucens* melalui proses biokonversi limbah nasi, daun singkong dan campuran nasi-daun singkong (1:1), dengan memvariasikan *feed ratio*. Analisis *substrate consumption*, *waste reduction index*, berat larva, proksimat media pakan dan larva juga dilakukan dalam penelitian ini.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah antara lain larva *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*). Larva diperoleh dari produksi telur serangga *Hermetia illucens* hasil produksi di Laboratorium Pakan Alami Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Depok, Jawa Barat, serta limbah domestik campuran dari limbah nasi yang dicampur dengan limbah daun singkong.

2.2. Alat Penelitian

Alat penelitian berupa peralatan pemeliharaan larva *Hermetia illucens* yaitu kontainer plastik dengan ukuran 14 cm x 7.5 cm x 7 cm dan kain penutup, ember besar untuk menyimpan media atau limbah, timbangan digital, termometer dan alat ukur kelembaban.

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan persiapan media untuk penetasan telur *Hermetia illucens*. Media berupa campuran dedak dan sayuran (wortel, kacang panjang, sawi, kol). Telur yang diperoleh dari Laboratorium Pakan Alami Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, diletakkan pada media yang telah disiapkan dengan alas kertas. Telur menetas dalam waktu 2-3 hari. Larva yang muncul dikultivasi selama 6 hari dalam media tersebut sebelum dipanen. Larva usia 6 hari kemudian dijadikan agen biokonversi limbah domestik organik. Selama proses kultivasi larva, dipersiapkan juga media untuk bahan yang akan dikonversi atau substrat pakan larva. Media tersebut berupa limbah domestik yang terdiri dari limbah nasi, limbah daun singkong, dan limbah campuran nasi-daun singkong (1:1).

Larva yang diperoleh dengan usia 6 hari selanjutnya diberikan perlakuan pakan harian menggunakan media pakan limbah yang telah dipersiapkan selama 21 hari masa pemeliharaan. Perlakuan yang diberikan pada masing-masing media pakan adalah variasi *feed rate* sebesar 60,80,100 mg/larva/hari dengan masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan.

Kombinasi variasi dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1. Parameter yang dianalisis meliputi biomasa larva, proksimat larva, *substrate reduction*, *waste reduction index*, dan *survival rate* larva.

Tabel 1. Simbol dan Keterangan Perlakuan pada Penelitian

No.	Simbol	Keterangan Perlakuan
1.	d1	Media pakan daun singkong 60 mg/larva/hari
2.	d2	Media pakan daun singkong 80 mg/larva/hari
3.	d3	Media pakan daun singkong 100 mg/larva/hari
4.	n1	Media pakan nasi 60 mg/larva/hari
5.	n2	Media pakan nasi 80 mg/larva/hari
6.	n3	Media pakan nasi 100 mg/larva/hari
7.	c1	Media pakan campuran 60 mg/larva/hari
8.	c2	Media pakan campuran 80 mg/larva/hari
9.	c3	Media pakan campuran 100 mg/larva/hari

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penetasan telur *Hermetia illucens*

Dalam penelitian ini, media tetas (Gambar 1) yang digunakan berupa campuran dedak, kacang panjang, sawi, kol dan wortel. Telur *Hermetia illucens* menetas setelah 3 hari, sebagaimana hasil yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Tomberlin dkk. (2012), Sheppard dkk. (2002), dan Myers dkk. (2008) dimana telur *Hermetia illucens* menetas setelah 3-4 hari. Larva yang telah menetas segera memasuki tahap makan, dan dipindahkan ke media pakan setelah 6 hari dipelihara di dalam media tetas. Hal ini dilakukan karena fase ini adalah proses rawan dalam adaptasi larva. Proses pemeliharaan juga berfungsi sebagai fase persiapan menuju media pakan. Setelah 6 hari, larva dipindahkan ke media pakan sesuai perlakuan masing-masing.



Gambar 1. Telur *Hermetia Illucens* pada Media Tetas

3.2. Biomassa Larva

Fase pemeliharaan dilakukan dalam kontainer yang seragam dan dijaga dalam suhu 27-29°C dan kelembaban 58-70%. Larva *Hermetia illucens* mulai menjadi pupa pada hari ke-21, sehingga masa pemeliharaan dihentikan. Laju pertumbuhan larva sangat pesat hingga hari ke-10, dimana pada hari ke-10 hingga 21 pertambahan panjang larva cenderung kurang signifikan.

Pertumbuhan larva juga diamati dengan penambahan bobot larva. Pengukuran bobot larva dilakukan tiap 3 hari bersamaan dengan penggantian pakan sesuai dengan perlakuan. Penambahan kenaikan bobot larva secara drastis terjadi pada hari ke-3 hingga hari ke 15. Gambar 2 menunjukkan bahwa setiap jenis pakan dan jenis perlakuan, memberikan tren yang seragam.

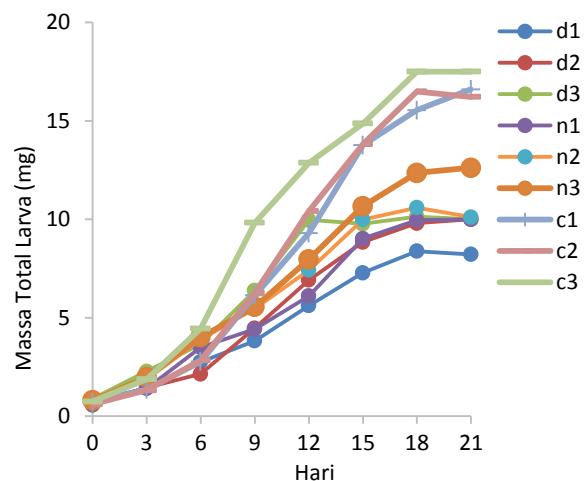
Fase kenaikan pertumbuhan relatif kecil atau stagnan terjadi setelah hari ke-15. Pada tahap ini larva sudah memasuki fase prepupa. Tahapan prepupa adalah tahap ketika tidak lagi dilakukan aktivitas makan, maka ada kecenderungan ketika pada fase prepupa ini bobot larva cenderung tetap atau bahkan sedikit berkurang (Fahmi, 2015).

Pada tahap ini mereka akan berhenti makan dan akan mengosongkan ususnya (*self-cleansing*). Mulut akan berubah menjadi alat bantu memanjat dan mereka akan bergerak keluar untuk mencari daerah kering dan terlindung untuk menjadi pupa (Hall dan Gerhardt, 2002). Larva akan menggunakan energi di dalam tubuhnya untuk menjalani proses metamorphosis menjadi lalat, oleh karena itu bobot tubuhnya mengalami penyusutan.

Larva yang memiliki massa paling besar adalah Perlakuan 3 yaitu campuran nasi-daun singkong dengan komposisi 1:1. Hal ini disebabkan oleh komposisi nutrisi pada media campuran yang lebih lengkap dibanding pada media nasi atau daun singkong saja. Pada media campuran nasi-daun singkong, terdapat kelengkapan nutrisi yang berupa unsur makro yang bersumber dari nasi berupa karbohidrat dan unsur mikro yang bersumber dari daun singkong berupa vitamin A, B1, C, kalsium, fosfor dan zat besi. Hubungan kelengkapan nutrisi dan gizi dengan produksi berat larva ini sesuai dengan

penelitian yang dilakukan oleh Mangunwardoyo dkk. (2011) bahwa umumnya substrat yang berkualitas akan menghasilkan maggot yang lebih banyak karena dapat menyediakan zat gizi yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan maggot.

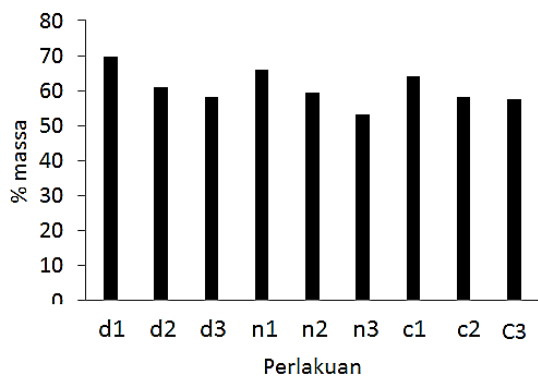
Daun singkong selain memiliki asam methionine yang relatif rendah protein yang terkandung dalam daun singkong merupakan protein dan serat kasar serta mengandung asam sianida yang bersifat racun. Sehingga, daun singkong kurang dianjurkan ditambahkan dalam bahan lain yang kadar methionine rendah terutama bagi ternak non ruminensia (Djajaneegara,1983).



Gambar 2. Pertumbuhan Larva Rata-rata Tiap Jenis Pakan

3.3. Substrate Consumption

Substrate consumption menunjukkan banyaknya jumlah substrata pakan yang dikonsumsi oleh larva *black soldier fly* selama masa observasi. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *substrate consumption* yang dihasilkan dari pakan daun singkong, nasi dan campuran sebanyak 60, 80 dan 100 mg berkisar antara 53,39-69,49%, dengan nilai tertinggi didapatkan pada pakan limbah daun singkong 60 mg/larva/hari sebesar 69,49% dan nilai terendah pada pemberian pakan limbah nasi 100 mg/larva/hari dengan nilai 53,06%.



Gambar 3. Substrate Consumption Larva Black SoldierFly

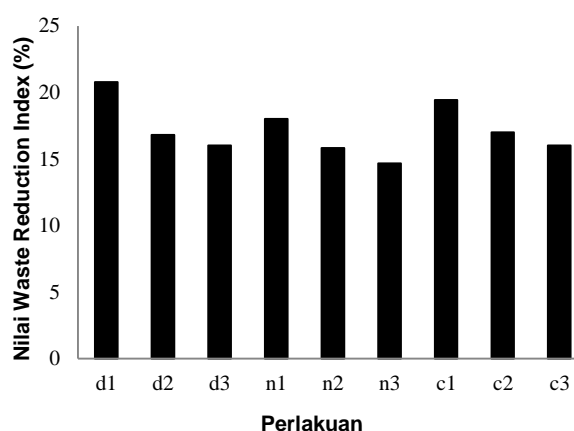
Rentang nilai *substrate consumption* pada tiap jenis pakan juga hampir sama. Pada jenis pakan daun singkong nilai *substrate consumption* berkisar pada nilai 57,90%-69,49%, pada jenis pakan nasi berkisar pada 53,06%-65,82% dan pada jenis pakan campuran berkisar pada 57,35%-63,82%. Hal ini diduga dimungkinkan karena tidak jauh berbedanya kandungan lemak, protein dan air pada ketiga jenis pakan. Kualitas media pakan akan memberikan pengaruh terhadap pemberian gizi bagi larva untuk berkembang biak (Katayane, 2014). Hal ini dibuktikan dengan perbedaan nilai *substrate consumption* hasil penelitian dengan beberapa peneliti. Dalam hal ini, media pakan limbah ikan memiliki kandungan protein yang lebih tinggi (23,43-25,58%) daripada jenis pakan daun singkong, nasi dan campuran (3,14 -5,6%).

Salah satu faktor penyebab perbedaan nilai *substrate consumption* adalah kadar air pada media pakan. Larva *black soldier fly* hanya dapat tumbuh pada media dengan kadar air yang rendah (Tran dkk., 2014), sehingga kadar air yang tinggi hanya akan menghambat perkembangbiakan larva *black soldier fly*. Hakim (2017) menyatakan bahwa kadar air media yang tinggi merupakan penyebab sulitnya larva mereduksi pakan. Hal serupa juga diungkapkan oleh Tran dkk. (2014) yang menyatakan bahwa kadar air media pembudidayaan larva harus rendah dikarenakan larva tidak dapat tumbuh pada media dengan kadar air yang tinggi.

3.4. Waste Reduction Index

Nilai *waste reduction* menunjukkan proyeksi tingkat pengurangan limbah dalam periode

tertentu. Nilai *waste reduction* tertinggi terdapat pada nilai *feeding rate* 60 mg/larva/hari pada tiap jenis pakan. Berdasarkan Gambar 4, nilai *waste reduction* paling optimal didapatkan pada media pakan daun singkong 60 mg sebesar 20,79% dan nilai terendah pada media pakan nasi 100 mg sebesar 14,66%. Hal ini sesuai dengan Hakim (2017) yang menyatakan bahwa nilai *waste reduction index* berbanding lurus dengan nilai *substrate consumption*. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa pakan daun singkong sebesar 60 mg/ larva/ hari adalah *feeding rate* yang sesuai untuk reduksi limbah yang efisien.



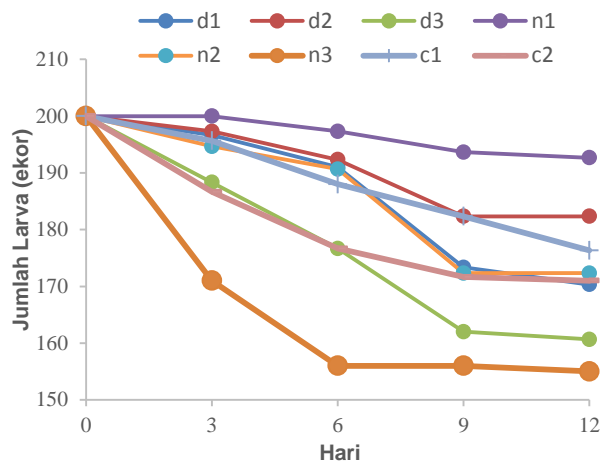
Gambar 4. Nilai Waste Reduction

3.5. Survival Rates

Survival rates merupakan banyaknya jumlah larva *Hermetia illucens* yang masih tersisa selama masa observasi. *Survival rates* (SR) larva *Hermetia illucens* pada penelitian ini yaitu 72,67-95,17%. Nilai SR tertinggi (95,17%) terdapat pada jenis pakan nasi dengan *feed rate* 60 mg dan SR terendah (72,67%) terdapat pada daun singkong dengan *feed rate* 100 mg. Hal ini disebabkan kandungan air yang terdapat pada daun singkong lebih tinggi dari pada yang terdapat pada nasi.

Media pakan dengan karakter kandungan air tinggi akan menyebabkan kondisi aerobik. Menurut Saragi dkk. (2015), proses dekomposisi bahan organik secara anaerobik akan menghasilkan NH₃ (ammonia) dan CH₄ (metana) yang bisa menghambat proses konsumsi pakan dan mempengaruhi pertumbuhannya. Komposisi limbah pakan, umur, dan pH merupakan hal-hal yang dapat mempengaruhi bobot larva, *survival*

rate dan jumlah lalat dewasa. Nilai SR pada penelitian ini cenderung tinggi. Hal ini disebabkan stabilnya kandungan air pada bahan pakan. Kestabilan ini juga didukung dengan kondisi penelitian yang dilakukan dalam kondisi ruangan sesuai dengan kondisi optimum perkembangan larva, yakni kelembaban ruang 70% dan suhu ruang berkisar 27-30°C (Katayane, 2014).



Gambar 5. Jumlah Larva Hidup Selama Masa Pemeliharaan

Nilai SR memberikan tren seperti halnya pola pertumbuhan larva. Pada Gambar 5, terlihat bahwa secara umum jumlah larva pada tiap variasi *feed rate* dan jenis pakan mengalami penurunan yang berarti hingga hari tertentu, kemudian cenderung tetap setelahnya. Hal ini disebabkan karena tahap awal masa pemeliharaan merupakan masa adaptasi larva terhadap jenis pakan. Larva yang kurang bisa beradaptasi ataupun mengalami stress setelah pemindahan dari media tetas akan mati. Tingkat kelulusan hidup (*survival rates*) larva *black soldier fly* dapat dipengaruhi oleh kadar air pada pakan karena larva tidak menyukai tempat yang terlalu basah (Katayane dkk., 2014; Hakim, 2017), kualitas nutrisi pada pakan (Hem dkk., 2011), intensitas cahaya (Zhang dkk., 2012) dan temperatur selama eksperimen berlangsung (Tomberlin, 2012).

4. Kesimpulan

Larva *Hermetia illucens* dapat digunakan dalam proses biokonversi limbah domestik

berupa daun singkong, nasi dan campuran nasi-daun singkong. Produksi optimum larva *Hermetia illucens* diperoleh pada proses limbah campuran nasi dengan *feed ratio* 60 mg/larva/hari dengan berat total 10,00 gram dan *survival rate* sebesar 95,17%.

Reduksi limbah paling optimal pada proses biokonversi mencapai nilai *substrate consumption* sebesar 69,49% dan *waste reduction index* 20,79% yang didapat pada media pakan limbah daun singkong dengan *feed rate* sebesar 60 mg/larva/hari.

Daftar Pustaka

- Diener, S., Zurburg, C., & Tockner, K. 2009. Conversion Of Organic Material By Black Soldier Fly Larvae : Establishing Optimal Feeding Rates. *Waste Management and Research*. Volume 27. Halaman 603–610.
- Djajanegara, A., W. Mathius dan M . Rangkuti. 1983. Pengaruh penambahan daun singkong (*Manihot utilisima* Pohl) dalam ransum kambing. *Ilmu dan Peternakan*, Vol 1 (3) 99-102.
- Fahmi, M, R., Hem, S., & Subamia, I, W. 2007. Potensi Maggot Sebagai Salah Satu Sumber Protein Pakan Ikan. *Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII*. Halaman 125–130.
- Fahmi, M, R. 2015. Optimalisasi Proses Biokonversi dengan Menggunakan MiniLarva *Hermetica illucens* Untuk Memenuhi Kebutuhan Pakan Ikan. *PROSEMNAS MASY BIODIV INDON*. Volume 1. No. 1. Halaman 139-144.
- Hakim, A. R. 2017. Produksi Bahan Pakan Ikan dari Larva *Hermetia illucens* Berbasis Limbah Industri Pengolahan Ikan dan Kajian Keekonomiannya. Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Hall, D.C. dan Gerhardt, R.R., 2002, “Medical and Veterinary Entomology”, *Flies (Diptera)*, pp 127-161, Academic Press., San Diego, California.
- Katayane, F, A., Bagau, B., Wolayan, F, R., & Imbar, M, R. 2014. Produksi dan Kandungan Maggot (*Hermetia illucens*) Dengan Media

- Tumbuh yang Berbeda. *Jurnal Zootehnik*. Volume 34. Halaman 27-36.
- Kiran, E, U., Trzcinski, A, P., Ng, W, J., & Liu, Y. 2014. Bioconversion Of Food Waste To Energy : A Review. *Journal Fuel*. Halaman 389–399.
- Lalander, C, H., Fidjelan, J., Diener, S., Eriksson, S., & Vinneras, B. 2014. High waste-to-Biomass Conversion and Efficient Salmonella spp. Reduction using Black Soldier Fly For Waste Recycling. *Agron Suistain Development*. Volume 36. Halaman 261–271.
- Li, S., Ji, H., Zhang, B., Tian, J., Zhou, J., Yu, H. 2016. Influence of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae oil on growth performance, body composition, tissue fatty acid composition and lipid deposition in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Journal Aquaculture* 465. 43-52.
- Mangunwardoyo, W., Aulia., & Hem, S. 2011. Penggunaan Bungkil Inti Kelapa Sawit Hasil Biokonversi Sebagai Substrat Pertumbuhan Larva *Hermetia illucens* L (Maggot). *Jurnal Biota*. Volume 16 ISSN 0853 – 8670. Halaman 166–172.
- Myers, H.M., Tomberlin, J.K., Lambert, B.D. and Kattes, D., 2008. Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure. *Environmental Entomology* 37: 11-15.
- Newton L, Sheppard C, Watson DW, Burtle G, Dove R. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. Report for The Animal and Poultry waste Management Center. North Carolina State University Raleigh.
- Rahmawati., Buchori, D., Hidayat, P., Hem, S., Fahmi, M.R. 2010. Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada Bungkil Kelapa Sawit. *J. Entomol. Indon.*, Vol. 7, No.1, 28-41 28
- Rambet, V., Umboh, J, F., Tulung, Y, L, R., & Kowel, Y, H, S. 2016. Kecernaan Protein dan Energi Ransum Boiler Yang Menggunakan Tepung Maggot (*Hermetia illucens*) Sebagai Pengganti Pakan Ikan. *Jurnal Zootehnik*. Nomor 1 Volume 36. Halaman 13–22.
- Saragi, E.S., Bagastyo, A.Y., 2015. Reduction of Organic Solid Waste by Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae. The 5th Environmental Technology and Management Conference “Green Technology towards Sustainable Environment” November 23-24, 2015, Bandung, Indonesia.
- Sheppard, D.C., dkk., 2002, “Rearing Methods for The Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae)”, *Journal of Medical Entomology* 39: 695-698.
- Silmina, D., Edriani, G., & Putri, M. 2011. Efektivitas Berbagai Media Budidaya Terhadap Pertumbuhan Maggot *Hermetia illucens*. Institut Pertanian Bogor.
- Tran, G. Gnaedinger, C. Melin, C. 2014. Black soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*). *Feedipedia*. Org. Melalui: <http://www.feedipedia.org/node.16388>.
- Tomberlin JK, Sheppard DC, Joyce JA. 2002. Selected life-history traits of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Ann Entomol Soc Am*. 95:379-386.
- Widjastuti, T., Wiradimadja, R., & Rusmana, D. 2014. The Effect of Substitution of Fish Meal By Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Maggot Meal In The Diet On Production Performance Of Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Scientific Papers Series D Animal Science*. Volume 57. Halaman 125 – 129.
- Zheng, L., Li, Q., Zhang, J., Yu, Z. 2012. Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production. *Renewable Energy* 41; 75-79.