

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL

## STRATEGI PEMANFAATAN LAHAN RAWA DALAM MENDUKUNG KEDAULATAN PANGAN

MENGETAHUI / MENGESAHKAN  
SALINAN SESUAI ASLINYA



17-18 Maret 2015

Hotel Banjarmasin International  
Banjarmasin, Kalimantan Selatan

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN  
KEPADA MASYARAKAT,  
UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN  
MUHAMMAD ARSYAD ALBANJARY



## PERBANDINGAN NILAI BIOKONVERSI BUNGKIL INTI SAWIT OLEH MAGGOT BSF MENGGUNAKAN METODE TERTUTUP DAN TERBUKA

Aam Gunawan<sup>1\*</sup>, Noor Arida Fauzana<sup>2</sup>, Muhammad Syarif Djaya<sup>1</sup>, dan Raga Samudera<sup>1</sup>

*Faculty of Agriculture, Islamic University of Kalimantan  
Jl. Adhyaksa No.2 Kayu Tangi Banjarmasin, Indonesia  
\*Corresponding author (aamgunawan@yahoo.com)*

### ABSTRAK

Pabrik minyak sawit menghasilkan limbah yang cukup besar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah sawit berupa bungkil inti sawit/ *palm kernel meal* (PKM) dapat dimanfaatkan untuk produksi maggot *black soldier fly* (BSF). Teknik produksi BSF dapat dilakukan secara terbuka atau alami dan secara tertutup, saat ini teknik produksi maggot yang banyak dipakai adalah secara terbuka, yang tingkat produksinya sangat tergantung pada lalat BSF yang berkeliaran di alam bebas. Teknik produksi perlu dikembangkan terus agar diperoleh tingkat efisiensi yang tinggi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian menggunakan teknik tertutup, dengan tujuan mendapatkan maggot sebanyak mungkin menggunakan media PKM. Maggot perlu diekstraksi agar kadar lemaknya berkurang, maggot hasil ekstraksi ini dinamakan *bungkil maggot BSF* dan menjadi layak digunakan sebagai bahan pakan. Bahan pakan yang sering digunakan untuk campuran pakan ternak dan ikan adalah jagung, dedak, bungkil kedelai, dan tepung ikan. Sampai saat ini tepung ikan merupakan bahan pakan sumber protein utama yang digunakan, namun harganya mahal. Oleh karena itu perlu digantikan oleh *bungkil maggot BSF* yang harganya lebih murah. Suatu peluang usaha baru bagi masyarakat untuk memproduksi *bungkil maggot BSF* dengan bahan utama dari limbah pabrik minyak sawit atau PKM. Peluang usaha ini diharapkan mampu mengatasi masalah harga pakan yang terus meningkat, yang akhirnya melumpuhkan ekonomi masyarakat khususnya peternak dan pemelihara ikan karena mengalami kerugian.

**Key words:** *Nilai Biokonversi, Manggot BSF, Bungkil inti sawit*

### PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia banyak yang berusaha di bidang peternakan dan perikanan. Masalah yang dihadapi oleh kedua bidang usaha ini adalah masalah pakan, banyak masyarakat yang tergolong usaha kecil dan menengah yang gulung tikar akibat dari melonjaknya harga pakan. Pakan menelan biaya yang sangat besar dalam usaha peternakan atau perikanan yaitu sekitar 70% dari total biaya produksi. Oleh karena itu, sangat diperlukan ketersediaan pakan yang murah, agar usaha yang dilakukan oleh masyarakat dapat terus berkesinambungan.

Salah satu bahan pakan yang sangat penting untuk ternak adalah tepung ikan, namun harga tepung ikan cukup mahal yaitu sekitar Rp 15.000,-/kg, sedangkan harga maggot segar sekitar \$200/ton (Olivier, 2000) atau Rp 2.000,-/kg. Kualitas tepung maggot relatif sama dengan tepung ikan. Hal ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Awoniyi dkk., (2003), Agunbi dkk. (2007) dan St-Hilaire dkk. (2007) yang membuktikan bahwa maggot memiliki kualitas yang

mirip sama dengan tepung ikan sehingga dapat digunakan dalam susunan ransum untuk menggantikan tepung ikan. Namun teknologi produksi maggot perlu dikembangkan guna menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi dan mudah untuk diaplikasikan, agar masyarakat mampu mengadopsinya. Sampai saat ini teknologi yang dipakai hanya teknologi produksi maggot secara terbuka (alami) belum ada yang mencoba teknologi produksi maggot secara tertutup. Teknologi produksi maggot secara terbuka telah diteliti oleh Hem dan Fahmi (2008) yang mendapatkan hasil satu kilogram maggot BSF (*Hermetia illucens*) segar untuk setiap tiga kilogram *palm kernel meal* / bungkil kelapa sawit. Di samping itu belum ada yang memanfaatkan sisa media pertumbuhan maggot untuk pupuk tanaman seperti halnya casting dari media cacing).

Maggot dapat digunakan untuk pakan berbagai jenis ikan dan ternak (Agunbiade, dkk. 2007; Tegua, dkk. 2002; Awoniyi, dkk. 2003; Bodri dan Cole 2007; Bondari dan Sheppard 2011; Hem dkk. 2008; Haryati 2011; Kardana, dkk 2012; Torang 2013). Maggot dapat diberikan dalam keadaan hidup maupun dibuat tepung, tentunya ini dapat dijadikan bisnis baru bagi masyarakat yang penduduknya banyak memelihara ikan dan ternak terutama itik. Apalagi saat ini harga pakan terus mengalami kenaikan.

Maggot *Hermetia illucens* atau yang lebih dikenal dengan istilah maggot BSF sangat baik digunakan sebagai bahan pakan sumber protein menggantikan tepung ikan yang akhir-akhir ini banyak diimpor. Maggot BSF mengandung protein sekitar 45% dengan kandungan lemak 35% (Olivier, 2000). Untuk pakan ternak penggunaan tepung maggot mengalami kendala karena kandungan lemaknya yang tinggi sekitar 35% (Olivier, 2000) sehingga dapat menurunkan tingkat konsumsi ransum (Gunawan, 2012), oleh karena itu perlu dibuat bungkil maggot yang rendah kadar lemaknya dengan menggunakan metode ekstraksi.

Penggunaan bungkil maggot untuk bahan pakan ternak diprediksikan akan memiliki kualitas yang sama dengan tepung ikan, karena dengan diekstraksinya lemak maka persentase kandungan protein bungkil maggot akan meningkat, walaupun masih memiliki asam amino yang defisien yaitu asam amino valin (Gunawan, 2012).

## MAGGOT

Maggot (larva lalat) berasal dari telur lalat yang mengalami *metamorphosis* pada fase kedua setelah fase telur dan sebelum fase pupa yang kemudian berubah menjadi lalat dewasa. Panjang maggot BSF prepupa sekitar 25 mm dengan diameter 6 mm dan berat sekitar 0,2 g. Maggot BSF ini liat, kuat, dan dapat hidup dalam kondisi sedikit oksigen (Olivier, 2009).

Substrat kaya nutrient seperti kotoran yang berasal dari unggas, merupakan material organik yang cocok untuk medium perkembangan lalat (Awoniyi dkk., 2003). Bila maggot telah tumbuh lengkap dapat bergerak merangkak sampai mencapai jarak 50 kaki menuju ke tempat yang lebih kering untuk berubah ke tahap pupa.

Media yang digunakan untuk pertumbuhan maggot umumnya berasal dari limbah organik. Newton, dkk. (2009) menggunakan kotoran babi sebagai media kultur. Olivier (2000) menggunakan limbah dari restoran, sedangkan Hem dkk. (2008) menggunakan *palm kernel meal* sebagai media pemeliharaannya.

Maggot sangat potensial sebagai sumber protein alternatif untuk bahan pakan unggas dan dapat dikembangkan pada berbagai media yang umumnya berupa limbah organik. Komposisi nutrien larva BSF yang dibiakkan dalam manur babi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Asam Amino Esensial, Mineral, dan Nutrien Lainnya dari Prepupa *H.illucens* pada Manur Babi.

Asam amino esensial	Kandungan (%)	Mineral dan nutrient lainnya	Kandungan
Methionine	0.83	P	0.88%
Lysine	2.21	K	1.16%
Leucine	2.61	Ca	5.36%
Isoleucine	1.51	Mg	0.44%
Histidine	0.96	Mn	348 ppm
Phenylalanine	1.49	Fe	776 ppm
Valine	2.23	Zn	271 ppm
l-Arginine	1.77	Protein kasar	43.2%
Threonine	1.41	Lemak kasar	28.0%
Tryptophan	0.59	Abu	16.6%

Sumber: Newton dkk. (2009)

Diener (2009) telah menyebutkan beberapa keunggulan dari *maggot black soldier fly*. Sisa *maggot* yang memakan sisa-sisa dapur dan feses ayam, babi, sapi dan manusia sehingga dapat mengurangi limbah sekitar 50% dan mengeliminasi bakteri patogen. Sifat stadia prepupa yang dapat bergerak memanjat kemiringan hingga 45° dapat dimanfaatkan sebagai cara panen (*harvesting*). Selain itu, karena sifat dari lalat BSF yang tidak membawa makanan dan hidup di luar rumah hunian manusia, maka *maggot* BSF diduga tidak membawa vektor penyakit. Keberadaan larva BSF mencegah lalat rumah untuk bertelur sehingga dapat mengontrol jumlah lalat rumah di kandang.

#### MANFAAT LARVA *HERMETIA ILLUCENS*

Larva *Hermetia illucens* dapat digunakan dalam manajemen manur yang bermanfaat untuk mengontrol populasi lalat rumah (*Musca domestica*) dan mengurangi volume manur (Sheppard dkk 1994; Newton dkk. 2009). Bobot kering limbah bubuk kopi dapat tereduksi sebanyak 29.8% dalam 13 hari oleh larva *H. illucens*, (Lardé 1990). Begitu pula pada sistem pengelolaan kotoran ayam yang terintegrasi dengan sistem peternakannya. Larva *H. illucens* dapat mereduksi paling tidak 50% volume kotoran ayam yang tersedia secara bersinambungan pada sistem terintegrasi tersebut (Sheppard dkk. 1994). Larva BSF juga dapat mereduksi 55 kg manur segar (dasar bahan kering) menjadi 24 kg manur tercerna (dasar bahan kering) dalam 14 hari, jadi manur berkurang 56% (Newton dkk. 2005). Selain itu, pada sistem yang terintegrasi diketahui bahwa kehadiran larva *H. illucens* juga mampu menekan populasi larva lalat rumah (*Musca domestica* Linnaeus) 94-100% (Sheppard, 1983). Larva BSF juga dapat mengurangi konsentrasi nutrien dalam manur segar dari 40% sampai 55% (Newton dkk. 2005).

Larva *H. illucens* yang telah dimanfaatkan untuk mereduksi limbah/kotoran selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan tambahan bagi beragam spesies ternak dan ikan. Larva ini dimanfaatkan sebagai pakan pengganti tepung ikan untuk ayam petelur (Akpodiete, dkk. 1999; Agunbiade, dkk. (2007), ayam broiler (Teguia, dkk. (2002); Awoniyi, dkk. (2003), ikan (Newton, dkk. 2009), aligator (Bodri & Cole 2007), ikan nila dan patin (Bondari & Sheppard

Hem dkk. 2008). Prepupa juga dapat menggantikan tepung ikan sampai 25% dalam komposisi pakan ikan pelangi/*rainbow trout* (St-Hilaire, dkk. 2007). Penggunaan maggot dalam sistem unggas dapat mendatangkan keuntungan berupa daur ulang limbah unggas dan dapat menunjang manajemen limbah unggas yang ramah lingkungan (Akpodiete dkk., 1998).

Liu, dkk. (2008) menyatakan bahwa larva BSF dapat mengurangi jumlah *E.coli* dalam manur sapi dan pengurangan terbesar terjadi pada temperatur 27 °C. Pada penelitian Myers dkk. (2003) yang bertujuan untuk menguji kemampuan larva BSF dalam mengurangi berat kering dan kandungan nutrisi dalam manur sapi, maka diperoleh hasil sebagai berikut: (1) Larva yang diberi makan 27 g manur sapi per hari dapat mengurangi berat kering manur sapi sampai 58%, sedangkan yang diberi makan 70 g/hari mengurangi berat kering 33%, dan (2) Larva BSF dapat mengurangi ketersediaan fosfor hingga 61-70% dan nitrogen sampai 30-50%.

Diener dkk. (2009) menyatakan bahwa larva BSF sangat rakus memakan material organik, sehingga boleh jadi dapat digunakan dengan teknik yang sederhana untuk mengurangi sampah organik yang dapat mendatangkan pendapatan yang rendah sampai sedang bagi suatu negara. Selain itu larva BSF mempunyai kemampuan yang potensial untuk mengkonversi sejumlah besar sampah organik menjadi biomassa kaya protein untuk mensubstitusi tepung ikan dan mungkin memberikan kontribusi untuk *aquaculture*.

#### FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERKEMBANGAN *MAGGOT*

Perkembangan *maggot* dipengaruhi oleh:

1. Kelembaban; tingkat kelembaban dibawah 40% tidak memungkinkan perkembangan larva, kelembaban optimum untuk perkembangan larva berkisar 50-80% (Moon dkk. 2001). Larva BSF dapat berkembang dengan baik pada kadar air media 30-70%, perkembangan yang cepat terjadi pada kisaran kadar air 40-70% (Fatchurochim dkk. 1989). Kelembaban manur mempengaruhi lamanya perkembangan tahapan larva dan pupa (Hogsette, 1996).
2. Temperatur; lamanya setiap tahapan perkembangbiakan lalat sangat dipengaruhi oleh temperatur, ini ditunjukkan dari data yang diperoleh Anderson (2000) yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan perkembangan *Lucilia sericata* (dalam jam) pada tiga temperatur berbeda

Temperatur (°C)	Telur	Larva instar I	Larva instar II	Larva instar III	Pre-pupa	Pupa	Total waktu (hari)
16	41	53	42	98	148	393	32
21	21	31	26	50	118	240	20
27	18	20	12	40	90	168	14

Tomberlin dkk. (2009) dalam penelitiannya menggunakan ransum dasar berupa biji-bijian pada temperatur 27°, 30°, dan 36° C. Larva menjadi dewasa rata-rata 74-97% dan mampu bertahan hidup selama 4-6 hari pada suhu 27° dan 30° C tetapi hanya 0,1% pada suhu 36° C. Lalat memerlukan waktu sekitar 4 hari lebih lama untuk perkembangan larva dan pupa lengkap pada temperatur 27° C daripada temperatur 30° C. Pada kedua temperatur ini, betina dewasa hidup rata-rata sekitar 3,5 hari lebih singkat daripada jantan dewasa.

3. Kualitas gizi media/substrat; rasio C/N yang rendah meningkatkan kualitas substrat dan mempunyai aktivitas mikrobiologi yang lebih besar, hal ini penting untuk tahapan perkembangan lalat. Rasio karbon/nitrogen (C/N) yang lebih rendah, contohnya pada manur ayam. Pada manur sapi, kuda dan kambing, kandungan nitrogen rendah tetapi lebih tinggi karbon dan serat. Demikian juga manur yang difermentasi akan lebih efisien untuk perkembangan larva (Larrain dan Salas, 2008).
4. Kuantitas substrat; makin banyak substrat tersedia makin lama umur hidup *maggot* saat dewasa, karena lebih banyak lemak tertimbun dalam tubuhnya. Myers dkk. (2000) menyatakan bahwa lalat dewasa yang dihasilkan dari larva yang diberi makan manur sapi 20 g/hari akan hidup 3-4 hari lebih singkat daripada yang diberi makan 70 g/hari.
5. Ukuran dan rasio luas/volume manur; manur kambing karena ukurannya lebih kecil dan tinggi rasio luas/volumenya menyebabkan angka kematian larva yang tinggi (Larrain dan Salas, 2008).
6. Kandungan fosfor; menurut Barnard dkk. (1995) terdapat korelasi positif antara kandungan fosfor manur dengan ukuran dan berat pupa. Larva yang makan manur ayam yang tingginya konsentrasi fosfornya menghasilkan ukuran pupa yang lebih besar. Kandungan kalsium larva BSF mencerna kalsium dan mengkonversikannya ke dalam kalsium karbonat, yang disekresikan melalui hipodermis dan lapisan integumen larva.
7. Umur manur; manur segar mengandung nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan larva. Manur yang sudah lama kemungkinan telah dicerna oleh organisme anaerob sehingga mengandung nutrisi yang lebih sedikit.
8. Pemberian air pada media; pemberian air dapat memperpanjang lama waktu mencapai prepupa. Lama waktu mencapai prepupa pada media yang diberi air 1-2 hari lebih lama daripada media yang tidak diberi air (Tomberlin dkk. 2002). Lama waktu prepupa dapat menyebabkan kandungan kalori prepupa berbeda, dan yang lebih lama tahapannya akan mengandung kalori yang lebih tinggi.

### NILAI BIOKONVERSI

Biokonversi didefinisikan sebagai perombakan sampah-sampah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup. Proses ini biasanya dikenal sebagai penguraian secara anaerob. Umumnya organisme yang berperan dalam proses biokonversi ini adalah bakteri, jamur dan larva serangga (familia: Chaliforidae, Mucida Stratiomyidae). Dalam kehidupan sehari-hari, proses ini sering ditemukan, seperti pada pembuatan tempe yang memanfaatkan jamur (ragi) sebagai organisme perombak, dan pada pembusukan sampah-sampah organik (pembuatan pupuk kompos) yang melibatkan bakteri sebagai organisme perombak. Sedangkan pada limbah-limbah hewani agen perombak yang sering ditemukan adalah larva serangga Diptera. Larva serangga dari familia Stratiomyidae Genus *Hermetia*, dan spesies *Hermetia illucens*, banyak ditemukan pada limbah kelapa sawit. Larva serangga ini, lebih dikenal dengan istilah *maggot* (Hem dan Fahmi, 2008).

Biokonversi merupakan suatu manajemen limbah sederhana yang mengkonversi limbah makanan ke dalam biomassa larva dan residu organik (Barry, 2004). *Black Soldier* dapat melakukan proses biokonversi sejumlah besar limbah makanan, limbah ternak dan limbah organik lainnya pada tahap larva (Olivier, 2000; Sheppard dkk., 1995).

Keuntungan biokonversi menggunakan *maggot H. illucens* menurut Olivier (2000) ada

Larva mengandung 44% berat kering, 42,1% protein, 34,8% lemak, mengandung chitin, berukuran 2,75 kali lebih besar dari larva lalat rumah dan dapat dijual dengan harga \$200/ton sebagai suplemen pakan ikan.

Residu dari proses biokonversi dapat dijadikan pupuk kompos atau digunakan sebagai pakan bagi cacing tanah untuk menambah biokonversi.

Konversi yang dihasilkan adalah:

- $\geq 20\%$  (diamati pada limbah makanan)
- 10 kali lipat mengurangi berat dan volume limbah
- Lebih cepat dibandingkan dengan komposting (hari vs bulan)
- Memindahkan sekitar 50% phosphor dari manur
- Bau tidak menjijikkan
- Tidak menghasilkan gas rumah kaca
- Daur ulang nutrien yang sebenarnya.

Jika dibandingkan dengan dekomposisi secara acrob atau anaerob, semua limbah menimbulkan bau busuk. Dekomposisi dengan larva pembusukan limbah sangat efektif menghilangkan bau dalam periode waktu yang sangat pendek. Dekomposisi larva pada manur dan babi setelah empat hari tidak tercium lagi bau yang menjijikkan.

Limbah makanan paling sedikit dikonversi sebanyak 20% ke dalam larva segar (ESR, 2009). Hem dan Fahmi (2008) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan satu kilogram *maggot* Black Soldier (*Hermetia illucens*) segar dibutuhkan tiga kilogram *palm kernel meal* / bungkil kelapa sawit.

Kandungan bahan kering limbah makanan rata-rata 37%, sedangkan kandungan bahan kering prepupa rata-rata 44%. Dengan demikian untuk mendapatkan 20 kg larva segar BSF diperlukan 100 kg limbah makanan. Dengan asumsi berat larva 0,2 g, maka dalam 20 kg larva BSF diperkirakan terdapat 100.000 larva. Untuk mendapatkan 100.000 larva ini diperlukan telur sebanyak 2,8 g, dengan asumsi berat telur 0,028 mg (ESR, 2009).

Nilai biokonversi umumnya dihitung dengan membandingkan jumlah *maggot* BSF yang diperoleh dengan jumlah media yang digunakan dan dikalikan dengan 100%. Rata-rata nilai biokonversi yang diperoleh dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode terbuka disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai biokonversi *maggot* BSF untuk berbagai macam limbah organik

Limbah organik yang digunakan	Nilai biokonversi (%)	Sumber
Manur ayam petelur	7-8	Sheppard et al (1994)
Limbah restoran	20	Olivier (2000)
Bungkil inti sawit	11,11	Hem dan Fahmi, (2008)
Manur ayam broiler	8,34	Gunawan, 2012
Manur itik petelur	8,48	Gunawan, 2012

Sheppard et al (1994) menggunakan manur ayam petelur sebagai media perkembangan *maggot* BSF dan memperoleh nilai biokonversi sebesar 7-8%. Sementara itu Olivier (2000) menggunakan limbah restoran dan memperoleh nilai biokonversi paling tinggi sebesar 20%. Hem dan Fahmi (2008) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan satu kilogram *maggot* Black Soldier (*Hermetia illucens*) segar dibutuhkan tiga kilogram *palm kernel*

meal / bungkil kelapa sawit. Nilai biokonversi yang diperoleh apabila bungkil inti sawit dicampur air dengan perbandingan 1:2 maka berat media menjadi 9 kg, dengan demikian nilai biokonversinya menjadi 1/9 atau 11,11%. Sedangkan Gunawan (2012) menggunakan manur ayam broiler dan manur itik petelur. Berturut-turut memperoleh nilai biokonversi sebesar 8,3% dan 8,48% dalam satuan bahan kering.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai biokonversi yang diperoleh sangat beragam. Nilai biokonversi untuk manur unggas (kotoran ayam petelur, ayam broiler dan itik petelur) berkisar 7% sampai 8,48%, limbah restoran paling tinggi 20%, dan bungkil inti sawit 11,11%. Nilai biokonversi yang dihasilkan ternyata sangat tergantung pada media limbah organik yang digunakan. Hal ini dikarenakan setiap jenis limbah organik mempunyai komposisi nutrisi yang berbeda. Maggot sangat membutuhkan nutrisi yang tinggi kandungan protein dan lemak untuk menunjang pertumbuhannya (Larrain dan Salas, 2008; Myer et al 2008), sehingga dapat diprediksikan bahwa limbah restoran mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan bungkil inti sawit, manur itik petelur, manur ayam broiler dan manur ayam petelur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alkpodiete, O.J., AD Ologhobo and AA Onifade. 1998. Maggot meal as a substitute for fish meal in laying chicken diet. *Ghana Jnl agric. Sci.* 31(2): 137-142
- Anderson, G.S. (2000). Minimum and Maximum Development Rates of Some Forensically Important Calliphoridae (Diptera). *Journal of Forensic Sciences* 45: 824-832.
- Awoniyi, T.A.M., V.A. Aletor and J.M. Aina. 2003. Performance of Broiler- Chickens Fed with Maggot Meal in Place of Fish Meal. *International Journal of Poultry Science* 2(4):271-274
- Barnard, D., R. Harms, and D. Sloan. 1995. Influence of Nitrogen, Phosphorus, and Calcium in Poultry Manure on Survival, Growth, and Reproduction in House Fly (Diptera: Muscidae). *Environ. Entomol.* 24:1297-1301.
- Barry, T. 2004. *Evaluation of the Economic, Social, and Biological Feasibility of Bioconversion of Food Wastes with the Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*. Dissertation. University of North Texas.
- Diener, S. 2009. Conversion of Organic Refuse by Saprophages (CORS). <http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/schwerpunkt/swm/project/cors> [15/07/10]
- Diener, S., C. Zurbrugg, and K. Tockner. 2009. Conversion of Organic Material by Black Soldier Fly Larvae – Establishing Optimal Feeding Rates. *Waste. Manaj. Res.* 27:603-610.
- ESR. 2009. Bio-Conversion of Putrescent Waste. Melalui <http://www.esrint.com/bioconversion.html> [17/03/2009]
- Fatchurochim, S., C.J. Geden, and R.C. Axtell. 1989. Filth Fly (Diptera) Oviposition and Larval Development in Poultry Manure of Various Moisture Levels. *J. Entomol. Sci.* 24:227-231.
- Hem, H dan M.R. Fahmi. 2008. Potensi Maggot sebagai Salah Satu Sumber Protein Pakan Ikan Melalui [http://www.apsordko.Com/files/Maggot\\_Sumber\\_Protein\\_Alternatif\\_Pakan\\_Tepung\\_Ikan.pdf](http://www.apsordko.Com/files/Maggot_Sumber_Protein_Alternatif_Pakan_Tepung_Ikan.pdf) [04/03/08]
- Hem, S., S. Toure, Ce Sagbla, and M. Legendre. 2008. Bioconversion of Palm Kernel Meal in Aquaculture: Experiences from the Forest Region (Republic of Guinea). *African Journal of Biotechnology* 7:1192-1198.



- Desmette, J. 1996. Development of House Flies (Diptera: Muscidae) in Sand Containing Varying Amounts of Manure Solids and Moisture. *J. Econ. Entomol.* 89:940-945.
- Train, P.S and Salas, C.F. 2008. House Fly (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) Development in Different Types of Manure. *Chilean Journal of Agricultural Research* 68:192-197.
- Wang, O., J.K. Tomberlin, J.A. Brady, M.R. Sanford, and Z. Yu. 2008. Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Reduce Escherichia coli in Dairy Manure. *Environ. Entomol.* 37(6):1525-1530.
- Newton, R.D., J.L. Hinton, S.D. O'Rourke, and D.R. Schmidt. 2001. Nutritional Value of Fresh and Composted Poultry Manure for House Fly (Diptera: Muscidae) Larvae. *J. Econ. Entomol.* 94:1308-1317.
- Wang, O., J.K. Tomberlin, J.K., Lambert, B.D., and Kattes, D. 2008. Development of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Fed Dairy Manure. *Environ. Entomol.* 37(1):11-15.
- Newton, G. L., D. C. Sheppard, D. W. Watson, G. J. Burtle, C. R. Dove, J. K. Tomberlin, and E. E. Thelen. 2009. The Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, as a Manure Management / Resource Recovery Tool. Melalui [http://www.cals.ncsu.edu/waste\\_mgt/natcenter/sanantonio/Newton.pdf](http://www.cals.ncsu.edu/waste_mgt/natcenter/sanantonio/Newton.pdf) [17/03/2009]
- Newton L., C. Sheppard, D.W. Watson, G. Burtle, R. Dove. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. Director of the Animal and Poultry Waste Management Center North Carolina State University, Raleigh, NC. Report for Mike Williams. Melalui [http://www.pc.ctc.edu/coe/newpdfs/BlackSoldierFly\\_manure\\_control\\_mar1706\(2\).pdf](http://www.pc.ctc.edu/coe/newpdfs/BlackSoldierFly_manure_control_mar1706(2).pdf) [01/05/2009].
- Mivier PA. 2000. Larval Bio-conversion. E-conference: Area-Wide Integration of Specialized Crop and Livestock Production. 18<sup>th</sup> June-3<sup>rd</sup> August 2000. Melalui [http://lead-fr.vurualcentre.org/en/e/awi\\_2000/downloads.htm](http://lead-fr.vurualcentre.org/en/e/awi_2000/downloads.htm) [01/05/2009]
- Mivier PA. 2009. The On-site Recycling of Food Residuals. Melalui <http://www.esrla.com/pdf/biocycle.pdf> [01/05/2009]
- Sheppard, D.C., G.L. Newton, S.A. Thompson and S. Savage. 1994. A Value Added Manure Management System Using The Black Soldier Fly. *Bioresource Technology* 50:275-279.
- Sheppard, DC., J.K. Tomberlin, J.A. Joyce, B.C. Kiser and A.M. Sumner. 2002. Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Medical Entomology* 39(4): 695-698.
- Sheppard, D.C., G.L. Newton and G. Burtle. 2009. Black Soldier Fly Prepupa A Compelling Alternative to Fish Meal and Fish Oil. Melalui [http://aquaculture.noaa.gov/pdf/comment\\_pdf/sheppard.pdf](http://aquaculture.noaa.gov/pdf/comment_pdf/sheppard.pdf). [01/05/2009]
- Sheppard, D.C. 1983. House Fly and Lesser Fly Control Utilizing the Black Soldier Fly in Manure Management Systems for Caged Laying Hens. *Environ. Entomol.* 12:1439-1442.
- St-Hilaire, S., C. Sheppard, J.K. Tomberlin, S. Irving, L. Newton, M.A. McGuire, E.E. Mosley, R.W. Hardy and W. Sealey. 2007. Fly Prepupa as a Feedstuff for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society* 38(1):59-67.
- Teguia, A., M. Mpoame and J.A. Okourou Mba. 2002. The Production Performance of Broiler Birds as Affected by the Replacement of Fish Meal by Maggot Meal in the Starter and Finisher Diets. *Tropicicultura.* 20(4):187-192.

- Tomberlin, J.K. and D.C. Sheppard. 2002. Factors Influencing Mating and Oviposition of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) in a Colony. *J. Entomol. Sci.* 37(4):345-352.
- Tomberlin, J.K., D.C. Sheppard and J.A. Joyce. 2002. Selected Life-History Traits of Black Soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) Reared on Three Artificial Diets. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95(3):379-386.
- Tomberlin, J.K., P.H. Adler, and H.M. Myers. 2009. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) in Relation to Temperature. *Environ. Entomol.* 38(3):930-934.