

# Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan

## Optimization of bioconversion by using mini larvae *Hermetia illucens* to address aquafeeds shortage

MELTA RINI FAHMI

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias. Jl. Perikanan No 13 Pancoran Mas, Depok 16436, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. +62-21-7520482. ✉email: meltarini.fahmi@kkip.go.id

Manuskrip diterima: 9 Desember 2014. Revisi disetujui: 12 Januari 2015.

**Abstrak.** Fahmi MR. 2015. *Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva Hermetia illucens untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 139-144.* Biokonversi merupakan sebuah proses alami yang melibatkan larva serangga untuk menyerap nutrient dari limbah-limbah organik menjadi biomasa larva serangga. Larva ini akan menjadi sumber protein dan lemak hewani untuk kebutuhan budidaya ikan. Dalam proses biokonversi banyak menggunakan larva serangga *Hermetia illucens* (Famili; Stratiomyidae, Ordo; Diptera) karena merupakan agen biodegradasi. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, pertama yaitu mempelajari siklus hidup serangga *H. illucens* untuk mendapatkan larva serangga atau dikenal dengan istilah maggot; tahap kedua yaitu pemanfaatan maggot dalam mendegradasi limbah organik dan tahap ketiga aplikasi maggot sebagai bahan baku pakan ikan gurame (60 g). Hasil penelitian menunjukkan telur *H. illucens* akan menetas setelah 3 hingga 6 hari, fase larva terjadi selama 3 hingga 4 pekan, fase pre-pupa akan meninggalkan sumber makanan dan menuju tempat yang lebih kering dan pupa akan menetas setelah satu pekan, lama hidup serangga dewasa yaitu 1-2 pekan. Magot memiliki kemampuan yang baik dalam mendegradasi limbah organik, kandungan nutrisinya mencapai 45-50% dan 24-30% masing-masing untuk protein dan lemak. Ikan gurame yang digunakan pada penelitian ini mencapai bobot 300-400 g selama lima bulan pemeliharaan.

**Kata kunci:** Biokonversi, *Hermetia illucens*, maggot, limbah organik dan pakan ikan

**Abstract.** Fahmi MR. 2015. *Optimization of bioconversion by using mini larvae Hermetia illucens to address aquafeeds shortage. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 139-144.* The bioconversion is a natural process consisting of extracting nutrient residue from by-products being converted into biomass of insect larvae. This is a new source of animal proteins and fats for aquaculture. The insect in the bioconversion process (*Hermetia illucens*, F. Stratiomyidae, O. Diptera) or Black Soldier Fly (BSF) is well known as the best biodegradation agents. The study consisted of three steps, (i) investigating the biology and life-cycle of *H. illucens* to collect its mini-larvae (maggot), (ii) bioconversion of organic wastes such Palm Kernel Meal (PKM) using maggot, and (iii) the use of maggot as a basic source for feeding Red Gouramy (*Osporonemus gouramy*) ( $\pm 60$  g). The eggs of *H. illucens* hatched within 3 to 6 days, the larvae stage spent 3 to 4 weeks, the pre-pupae leave feeding site to drier place, the pupae reached adult's stage in about 1 weeks and the adults longevity ranged from 1 to 2 weeks. The maggot showed good ability to degrade organic waste; indicated by the nutrient content of the larvae, which contributes 45-50% and 24-30% for protein and fat respectively. The fish used in this study gained weight 300 to 400 g within five months.

**Key words:** Bioconversion, *Hermetia illucens*, maggot, organic waste and fish feed

### PENDAHULUAN

Semenjak paten internasional produksi maggot keluar dengan nomor publikasi WIPO: WO/2009/136057 dan nomor aplikasi PCT/FR2009/050592 dan paten di Thailand (Thailande nomor 0901001753) tahun 2009, hingga saat ini kegiatan produksi maggot sebagai agen biokonversi hampir tidak pernah terpublikasi lagi. Pada awalnya kegiatan biokonversi diarahkan pada pengolahan limbah pabrik minyak inti sawit (PKO) berupa bungkil kelapa sawit (PKM) untuk pemenuhan kebutuhan pakan ikan. Namun seiring perkembangan waktu PKM tidak diklasifikasikan sebagai limbah karena memiliki nilai ekonomis untuk

beberapa tujuan diantaranya sebagai bahan pakan ternak dan bahan bakar (Adesehinwa 2007). Produksi maggot ukuran kecil (*mini larvae*) akhirnya menjadi solusi ketergantungan proses biokonversi dari pemanfaatan PKM menjadi limbah organik lainnya (Hem 2011). Dengan adanya teknologi baru pada proses biokonversi sangat diharapkan dapat memberi solusi pada krisis sumber protein pakan ikan.

Perkembangan akuakultur selama 15 tahun terakhir (dari tahun 1984 hingga tahun 2000) terus mengalami kemajuan yang pesat, produksinya meningkat dari 13 hingga 36 juta ton (FAO 2004). Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, akuakultur juga memacu

potensinya untuk terus berkembang dalam upaya memenuhi kebutuhan protein masyarakat. Peningkatan produksi akuakultur secara otomatis meningkatkan kebutuhan akan pakan ikan. Namun disisi lain tepung ikan sebagai salah satu sumber protein penting dalam formulasi pakan ikan, mulai mengalami fase stagnan semenjak tahun 90-an. Kondisi ini tentu menjadi kendala yang cukup besar bagi pertumbuhan budidaya perikanan. Untuk menghadapi masalah tersebut maka dilakukan upaya untuk mencari pengganti tepung ikan (*fishmeal replacement*). Beberapa penelitian telah berhasil menemukan bahan-bahan pengganti tepung ikan, seperti penggunaan tepung keong, bulu ayam, kedele dan bungkil kelapa sawit (*Palm Kernel Meal*; PKM). Namun pada tahap aplikasi umumnya bahan-bahan tersebut mengalami kendala yaitu ketersediaan yang masih terbatas dan sebagian bahan baku juga digunakan oleh manusia sebagai sumber protein seperti tepung kedele (IRD 2004).

Oleh karena itu dibutuhkan sumber protein yang tersedia dalam jumlah melimpah dan tidak bersaing dengan manusia dalam pemanfaatannya (Fahmi et al. 2009), seperti limbah organik. Namun sebagian besar limbah organik atau limbah organik yang tersedia dalam jumlah berlimpah umumnya berasal dari tumbuhan (nabati), sehingga pemberian limbah organik secara langsung kepada ikan sebagai hewan monogastrik tidak dapat dilakukan (Warburton dan Hallman 2002; Hem et al. 2008). Sehingga dibutuhkan sebuah proses transformasi dari protein nabati menjadi hewani yaitu melalui proses biokonversi.

Biokonversi merupakan proses perombakan limbah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan mikroorganisme hidup seperti bakteri, jamur dan larva serangga (family: Chalcididae, Mucidae, Stratiomyidae) (Newton et al. 2005, Warburton dan Hallman 2002). Biomas agen biokonversi selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pakan ikan. Hingga saat ini bahan baku pakan ikan sebagian besar diperoleh dari import terutama sumber protein (tepung ikan). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan maka perlu diupayakan pengganti tepung ikan dengan kriteria sebagai berikut dapat diproduksi dalam jumlah masal,

mudah didapatkan dan memiliki kandungan nutrisi yang baik (Fahmi et al. 2009).

Larva serangga *Hermetia illucens* (famili: Stratiomyidae, Genus: *Hermetia*) banyak di temukan pada limbah-limbah organik dan tidak dilaporkan sebagai agen penyebar penyakit (Newton et al. 2005). Salah satu kunci keberhasilan proses biokonversi dengan menggunakan magot adalah kemampuan memproduksi magot kecil dalam jumlah banyak dan selanjutnya digunakan sebagai agen perombak berbagai limbah organik (WIPO: WO/2009/136057; Fahmi et al. 2007; Tomberlin et al. 2009). Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi paten produksi mini-larve dalam mendekomposisi berbagai limbah organik dan sebagai pakan ikan alternatif

## BAHAN DAN METODE

Pengamatan siklus hidup serangga *Hermetia illucens* dilakukan di ruang terkontrol (Gambar 1), meliputi jumlah telur per induk betina, siklus hidup dan proses metamorfosa /moulting serangga, pertumbuhan magot dan jumlah telur serangga yang dihasilkan setiap pekan selama sepuluh bulan pengamatan.

Proses biokonversi dengan menggunakan magot dilakukan terhadap beberapa limbah organik diantaranya ampas tahu, ampas kelapa, limbah pasar dan bungkil kelapa sawit (PKM). Perlakuan yang diberikan sebagai berikut (i) PKM, (ii) limbah pasar + limbah ikan + PKM, (iii) ampas tahu, (iv) ampas tahu + PKM fermentasi, (v) ampas kelapa dan (vi) ampas kelapa + PKM fermentasi. Pengamatan meliputi bobot tubuh dan kandungan nutrisi

Uji coba magot sebagai pakan ikan dilakukan terhadap hewan uji yaitu ikan gurame padang (*Osphronemous gourame*) ukuran 50-58 g. Magot diberikan dua kali sehari sebanyak 3% bobot tubuh dalam bentuk kering. Magot yang diberikan terdiri dari dua jenis yaitu magot yang ditumbuhkan pada media PKM dan magot yang ditumbuhkan pada media PKM+limbah pasar +limbah ikan.



**Gambar 1.** Ruang terkontrol (*insectariums*) untuk koleksi telur serangga.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Siklus hidup *Hermetia illucense*

Secara alami serangga *Hermetia illucense* betina meletakkan telurnya disekitar sumber makanan, seperti di sekitar peternakan ayam, tumpukan limbah bungkil sawit, disekitar kotoran hewan. Berdasarkan fakta yang ditemukan dilapangan maka di dalam kandang kultur serangga ditempatkan bungkil kelapa sawit yang telah difermentasi dengan menggunakan air, selanjutnya disekitar bungkil fermentasi ditempatkan daun pisang yang telah kering sebagai tempat untuk meletakkan telur serangga seperti Gambar 2. telur serangga *H. illucense* berwarna putih dan bulat lonjong

Telur serangga *H. illucense* menetas setelah 3-6 hari, hal ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Myers et al. (2008), Tomberlin et al. (2002), Sheppard et al. (2002). Selama 10 bulan pengamatan jumlah rata-rata telur yang dihasilkan dari kandang serangga mencapai 1 kg perbulan seperti pada grafik Gambar 3. Angka ini diperoleh dari telur yang berhasil dikoleksi ditempat yang telah disediakan sedangkan pada kenyataannya serangga *H. illucense* juga meletakkan telur-telur disela-sela tembok atau wadah-wadah lainnya. Hasil penelitian menunjukkan jumlah telur yang dihasilkan oleh serangga betina berkisar antara 400 hingga 1200 butir. Telur yang telah dikoleksi selanjutnya dipelihara hingga dewasa untuk melihat table kehidupannya yang meliputi larva, prepupa, pupa dan serangga dewasa.

Larva serangga *H. illucense* lebih dikenal dengan istilah maggot (Fahmi et al. 2009), merupakan fase yang paling lama dalam siklus hidupnya. Hal ini berbeda dengan serangga domestic seperti *Challiforidae* dan *Mucidae* yang memiliki fase larva lebih pendek dibandingkan dengan fase dewasa (*fly*) Asnil (2006). Fenomena ini yang banyak dijadikan sebagai landasan untuk mengelompokkan larva *H. illucense* (maggot) sebagai agen biokonversi karena sebagian besar fase hidupnya berperan sebagai decomposer (larva). Fase dewasa serangga *H. illucense* merupakan fase dengan yang cukup pendek yaitu 6-8 hari, jika dibandingkan dengan fase dewasa serangga domestic yang memiliki fase dewasa selama 2 hingga 3 bulan, fenomena ini menunjukkan larva *H. illucense* tidak terindikasi sebagai agen penyebaran penyakit (Asnil 2009; Tomberlin et al. 2002).

**Tabel 1.** Pertumbuhan bobot maggot pada media pemeliharaan yang berbeda

	PKM	Limbah pasar + Limbah ikan + PKM	Ampas tahu	Ampas tahu + PKM fermentasi	Ampas kelapa	Ampas kelapa + PKM fermentasi
Biomass awal (g)	10	10	10	10	10	10
Biomass setelah 7 hari (g)	120,5	150,5	104,3	125,1	26,3	48,1
Biomass setelah 21 hari (g)	1764,7	2108,8	885,9	1864,6	400,5	503,8

Selama fase larva (maggot) akan terus makan hingga mendekati fase prepupa, selama fase prepupa serangga tidak makan dan akan meninggalkan sumber makanan, selanjutnya akan mencari tempat untuk bernaung hingga memasuki fase pupa (Hem 2011). Fase pupa akan berlangsung selama 6-7 hari dan setelah itu serangga akan bermetamorfosa menjadi serangga dewasa.

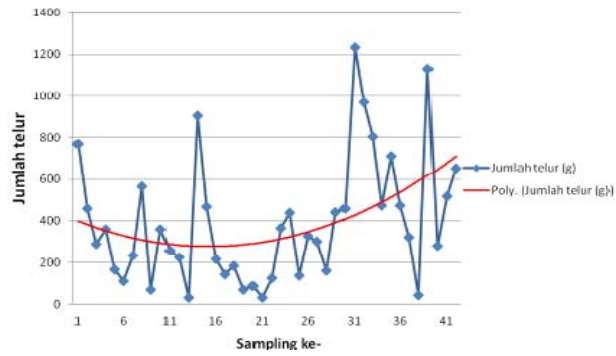
Uji coba maggot sebagai agen biokonversi telah dicoba pada beberapa limbah organik dengan diantaranya PKM, limbah pasar, limbah pasar ikan, ampas tahu dan ampas kelapa. Untuk ampas tahu dan ampas kelapa diberi dua perlakuan yaitu ditambahkan PKM yang telah terfermentasi dan yang tidak. Hal ini dilakukan karena tekstur ampas tahu dan ampas kelapa sangat padat atau memiliki rongga udara yang kecil, untuk memperluas proses aerasi dalam media maka ditambahkan PKM. Hasil pengamatan pertumbuhan bobot maggot disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 terlihat peran bungkil kelapa sawit (PKM) sangat berpengaruh pada media pertumbuhan maggot, dimana pemberian PKM memberikan efek pertumbuhan positif bagi maggot. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Newton et al. (2005) Sheppard et al. (2002) dengan menggunakan kotoran ayam dan kotoran babi memberikan kandungan nutrisi protein 42%, lemak 35% pada kandungan air sebesar 8%.

### Magot sebagai pakan ikan gurame

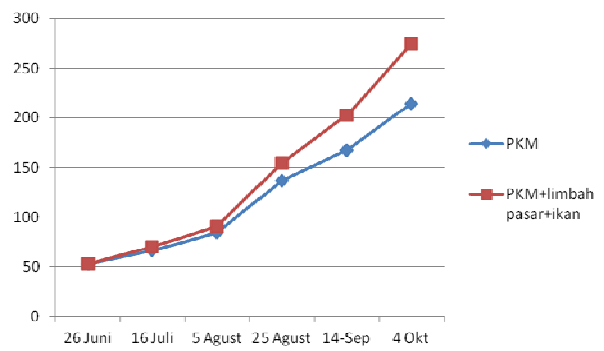
Berdasarkan hasil pengamatan maggot sebagai agen biokonversi diketahui bahwa media yang baik untuk pertumbuhan maggot adalah PKM dan kombinasi PKM, limbah pasar dan limbah ikan. Maggot yang diperoleh dari kedua media tersebut selanjutnya digunakan sebagai pakan ikan gurame. Penelitian pemberian maggot sebagai pakan ikan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya Ananta (2007) pemberian maggot sebagai pakan benih ikan *Botia* di tiga jenis pakan yang digunakan yaitu cacing tanah, cacing darah dan maggot, menunjukkan pertumbuhan ikan *botia* yang diberi maggot lebih cepat dua kali dibandingkan dengan cacing tanah dan 1,5 kali cacing darah. Pemberian maggot sebagai pakan ikan dalam bentuk segar (*fresh*) juga dilakukan oleh Fahmi et al. (2009) terhadap benih ikan *balashark* yang memberikan efek pertumbuhan 3 kali lebih cepat dibandingkan dengan pakan komersial. Pemberian maggot dalam bentuk segar juga dilakukan terhadap induk ikan *balashark* oleh Chumaidi et al. (2007) yang menunjukkan bahwa pemberian maggot memberikan efek positif terhadap beberapa aspek reproduksi diantaranya jumlah induk yang matang gonad, presentasi pemuahan, dan nilai fekunditas.

**Tabel 2.** Analisa proximat maggot yang tumbuh di media PKM dan PKM+limbah pasar+limbah ikan

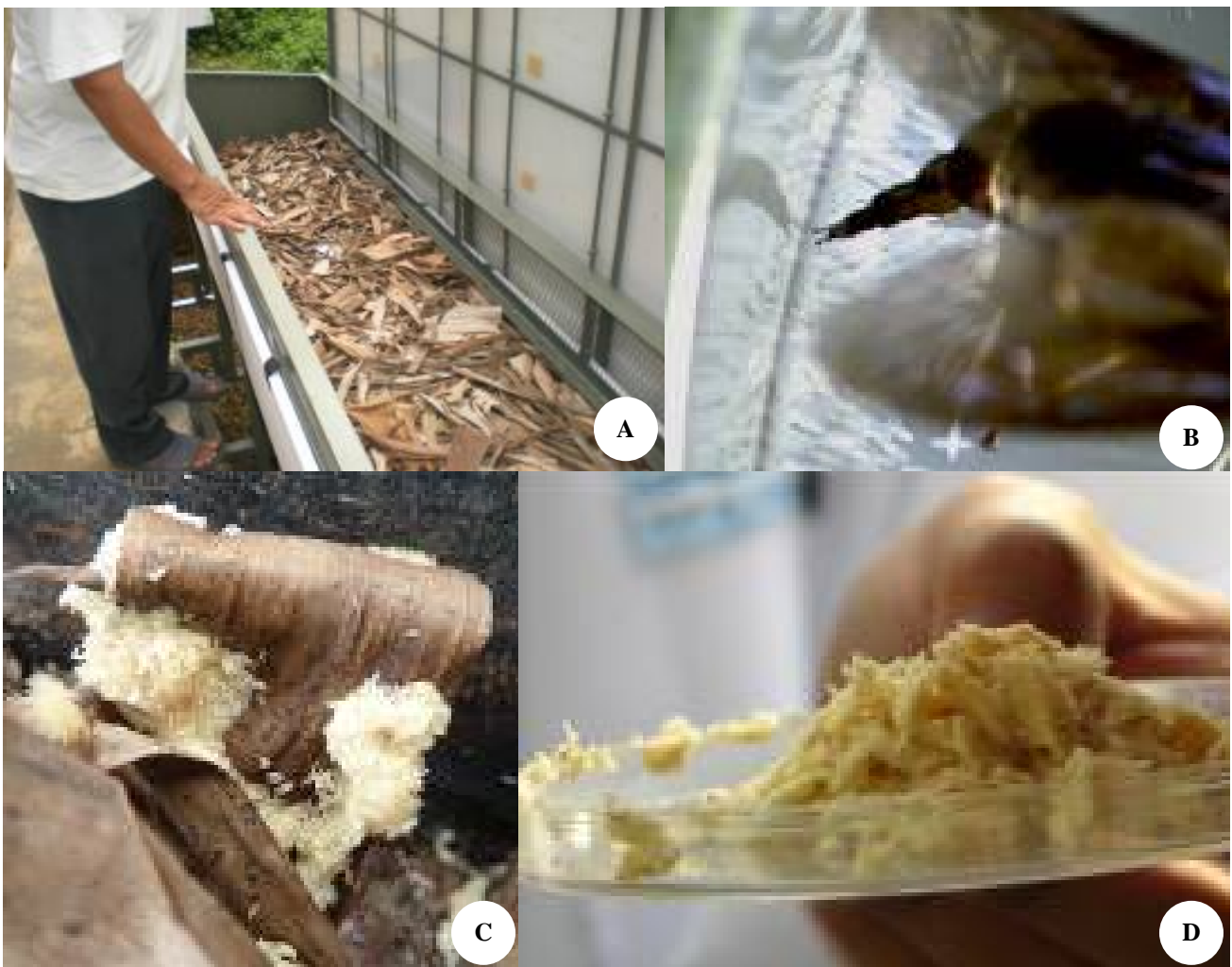
Proksimat	Magot PKM	Magot PKM+ Limbah pasar + limbah ikan
Protein	58,62	60,56
Lemak	13	13,56
Kadar air	2,6	3,2
Kadar abu	7,46	6,26
n-6	0,05	1,73
n-3	0,13	6,77



**Gambar 3.** Jumlah telur serangga *H. illucense* yang dihasilkan selama 10 bulan pengamatan di insectarium



**Gambar 8.** Pertumbuhan ikan gurame yang diberi pakan maggot setelah 3 bulan pemeliharaan



**Gambar 2.** Koleksi telur serangga (a) media fermentasi yang ditutup dengan serasah daun pisang kering (b) serangga betina menempatan telur dan (c) telur serangga di sela-sela daun pisang kering dan (d) telur yang telah dikoleksi



**Gambar 5.** Perkembangan larva serangga (maggot) *H. illucense* (a) larva setelah menetas, (b) larva setelah 48 jam menetas (c) larva umur 7 hari dan (d) larva umur 21 hari.



**Gambar 6.** (a) fase prepupa (b) fase pupa dan (c) serangga *Hermetia illucense* dewasa.



**Gambar 7.** Perkembangan maggot setelah 2 hari menetas hingga menjadi larva (a) larva 1-7 hari, (b) larva hingga 21 hari dan (c) larva hingga prepupa. Garis = 2 cm.

Pertumbuhan ikan gurame yang diberi pakan maggot yang berasal dari media PKM, limbah pasar dan limbah ikan menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan maggot yang tumbuh di media PKM saja. Hal ini disebabkan oleh kelengkapan kandungan

nutrisi maggot yang berasal dari media kombinasi lebih lengkap dibandingkan dengan maggot yang tumbuh di media PKM saja, data analisa proximat dan omega 3 dan omega 6 maggot disajikan pada Tabel 2.

Produksi telur serangga *Hermetia illucense* dalam jumlah masal menjadi kunci sukses pemanfaatan maggot dalam proses biokonversi, sehingga dibutuhkan penerapan paten produksi mini-larve dalam skala industri. Produksi telur dapat dilakukan dalam kondisi terkontrol dengan media peletakan telur yaitu bungkil kelapa sawit (PKM) yang telah difermentasi. Telur serangga yang dihasilkan dapat mengkonversi berbagai limbah organik seperti sampah organik pasar, limbah produk pengolahan ikan, ampas tahu, ampas kelapa dan yang paling umum digunakan dalam produksi maggot adalah PKM. Maggot memiliki potensi sebagai pakan alternative.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adeshinwa AOK. 2007. Utilization of palm kernel cake as a replacement for maize in diets of growing pigs: effects on performance, serum metabolites, nutrient digestibility and cost of feed conversion. *Bulgarian J Agric Sci* 13: 593-600.
- Ananta S 2007. Pertumbuhan benih ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker) yang diberi pakan alami maggot, cacing darah dan cacing tanah. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Jakarta.
- Asnil H. 2006. Tabel kehidupan lalat hijau genus *Chrysomya* (Ordo Diptera: Fam. Calliphoridae) di laboratorium. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. 50 halaman
- Chumaidi, Priyadi A, Subagja J, Hem S. Pematangan gonad ikan Balashark *Balantiocheilus melanopterus*. In Chumaidi, Setyani D, Sudarto (editor) Teknik pembenihan ikan Balashark *Balantiocheilus melanopterus*. Balai Riset Ikan Hias. Balitbang Kelautan dan Perikanan
- Fahmi MR, Hem S dan Subamia IW. 2009. Potensi maggot untuk peningkatan pertumbuhan dan status kesehatan ikan. *Jurnal Riset Akuakultur* 4 (2): 221-232.
- Fahmi MR, Hem S, Subamiya, IW. 2007. Potensi Maggot Sebagai Sumber Protein Alternatif. Prosiding Seminar Nasional Perikanan II. UGM. Yogyakarta.
- FAO. 2004. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries Department. Rome.
- Hem S, Toure S, Sagbla C, Legendre M. 2008. Bioconversion of palm kernel meal for aquaculture: Experiences from the forest region (Republic of Guinea). *African J Biotechnol* 7 (8): 1192-1198.
- Hem S, Fahmi MR, Chumaidi, Maskur, Hadadi A, Supriyadi, Ediwarman, Larue M, Pouyou L. 2008. Valorization of palm kernel meal via bioconversion: Indonesia's initiative to address aquafeeds shortage. *Fish for the People* vol. 6 (2): SEAFDEC. Bangkok Thailand.
- Hem S. 2011. Final report Project FISH-DIVA: Maggot-bioconversion research program in Indonesia concept of new food resources results and applications 2005-2011. Centre for Aquaculture Research and Development. Jakarta
- IRD. 2004. Prospective work result & plans for feature program of bioconversion prossecing by product from argo industries in Indonesia & the valorization via aquaculture: Application with palm kernel meal. Annual report. IRD, Jakarta
- 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.
- Myers HM, Tomberlin JK, Lambert BD, Kattes D. 2008. Development of black soldier fly (Diptera:Stratiomyidae) larvae fed dairy manure. *Environ Entomol* 37: 11-15.
- Sheppard C, Tomberlin JK, Joyce JA, Kiser BC, Sumner SM. 2002. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). *J Med Entomol* 39: 695-698
- 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.
- Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM. 2009. Development of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) in Relation to Temperature. *Environ Entomol* 38: 930-934.
- Warburton K, Hallman V. 2002. Processing of material by the soldier fly, *Hermetia illucens*. In: Warburton K, McGarry UP, Ramage D. 2002. *Integrated Biosystem for Sustainable Development*. RIRDC Publication. Queensland.