

Penggunaan Bungkil Inti Kelapa Sawit Hasil Biokonversi sebagai Substrat Pertumbuhan Larva *Hermetia illucens* L (Maggot)

Utilization Conversion Palm Kernel Meal as Substrate Growth of *Hermetia illucens* L Larvae (Maggot)

Wibowo Mangunwardoyo^{1*}, Aulia², dan Saurin Hem³

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia, Depok, 16424

²Pondok Pesantren Salafiyah. Pasuruhan
Jln. K.H. Abdul Hamid VII/14 P.O. Box. 7 Pasuruhan 67101.

³Institut de Rhecerche pour le Development (IRD) France
Jln. Perikanan no 13, Pancoran Mas Depok 16436

E-mail: w_mangunwardoyo@yahoo.com *Penulis untuk korespondensi

Abstract

Palm Kernel Meal (PKM) was naturally fermented for 7 days without any addition of inoculum mention as *Palm Kernel Meal* conversion (PKMK) was added by the eggs of *Hermetia illucens* L. (maggot) and followed incubation for 14 days. The results showed the maggot an increased in massa weight and length at the end of the experiment. The proximate analysis of the PKMK showed an increasing of dry content, total Nitrogen and fiber, however, decreasing of lipid and ash.

Key words: Bioconversion, *Hermetia illucens* L, Palm Kernel Meal, proximat analysis

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang *Palm Kernel Meal* (PKM) yang difermentasi selama 7 hari secara alami tanpa penambahan inokulum yang hasil fermentasi disebut dengan PKMK. Produk fermentasi ditambahkan telur *Hermetia illucens* L. (maggot) diinkubasi selama 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan berat dan panjang maggot. Analisis proksimat menunjukkan kenaikan berat kering, nitrogen total dan serat, tetapi terjadi penurunan lemak dan abu.

Kata kunci: Biokonversi, *Hermetia illucens* L, Bungkil Inti Kelapa Sawit, analisis proksimat

Diterima: 26 Agustus 2010, disetujui: 19 Mei 2011

Pendahuluan

Palm Kernel Meal (PKM) atau bungkil inti kelapa sawit merupakan salah satu limbah dalam industri minyak kelapa sawit. PKM dihasilkan melalui proses pemerasan mekanis (*mechanical screw pressing*) atau proses ekstraksi dengan pelarut (Kolade *et al.*, 2007; Hem *et al.*, 2004). Produk PKM di Indonesia tersedia dalam jumlah sangat berlimpah. Kelimpahan PKM akan menjadi limbah dan memunculkan masalah pencemaran lingkungan. FAO (2002) melaporkan bahwa dari 100 ton pengolahan kelapa sawit dihasilkan 2,1 ton PKM yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Cara untuk meningkatkan nilai

kegunaan PKM melalui biokonversi. Substrat PKM setelah dikonversi secara alamiah oleh mikrobia yang ada dari substrat dan diinkubasi selama tujuh hari disebut dengan PKM terkonversi (PKMK).

Menurut Hem *et al.*, (2008a dan 2008b) biokonversi PKMK dilakukan dengan melibatkan larva *Hermetia illucens* L. (*maggot*). Maggot dipilih sebagai organisme biokonversi karena menguntungkan dibandingkan lalat hijau (*Musca sp.*). Keuntungan penggunaan maggot sebagai organisme biokonversi, karena serangga ini bersifat saprofagus bagi materi organik baik hewani maupun nabati (Leclercq, 1997). Maggot memiliki toleransi pH luas, sehingga

cocok hidup di berbagai substrat, seperti PKM dan bungkil kopi (Warburton *et al.*, 2002). Pengelolaan limbah dalam memproduksi maggot sangat sederhana, tidak memerlukan teknologi tinggi dan tidak memerlukan biaya operasional yang besar (Hem *et al.*, 2008a).

Maggot dapat hidup secara optimal pada suhu 29,3°C dan tersebar pada lintang 40° utara hingga 45° selatan (Leclercq, 1997). Maggot dikenal bukan sebagai hama, karena bentuk dewasanya tidak tertarik pada habitat manusia atau makanan (Newton *et al.*, 1995). Maggot betina akan meletakkan telurnya pada bermacam-macam substrat organik, baik tumbuhan maupun hewan yang membusuk seperti buah-buahan, sayuran, kompos, humus, ampas kopi, bahan-bahan pangan (kecap, madu, polen), kotoran ternak, manusia, bangkai hewan dan manusia, serta di dalam sarang rayap (Leclercq, 1997).

Selama proses biokonversi PKMK oleh larva maggot berlangsung, mikroba berperan menguraikan PKM. Mikroba merupakan agen yang berperan penting dalam merombak senyawa-senyawa organik pada PKMK. Menurut Lim *et al.*, (2001) hanya ruminansia yang dapat menguraikan PKM di dalam saluran pencernaannya secara maksimal dibantu mikroba (bakteri dan fungi), karena enzim yang dihasilkan dapat menghidrolisis dinding selulosa PKM.

Penelitian ini dilakukan untuk meneliti biokonversi PKMK oleh larva maggot dan menganalisis perubahan kadar proksimat PKMK selama ditumbuhi larva maggot.

Metode Penelitian

Biokonversi PKMK oleh Maggot

Biokonversi dilakukan setelah PKM dikonversi secara alamiah menjadi PKMK selama tujuh hari. Wadah plastik yang digunakan berjumlah enam buah, masing-masing berisi 1,5 kg PKMK. Tiga buah wadah untuk perlakuan, yaitu ditambahkan telur maggot dengan kode P1, P2, dan P3. Tiga buah wadah digunakan untuk kontrol, yaitu tidak ditambahkan telur maggot dengan kode K1, K2, dan K3. Semua perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan. Standar

pemberian telur maggot sebanyak 2000X berat PKMK atau 1 g telur maggot per dua kilogram berat PKMK (Hem *et al.*, 2008b). Berdasarkan standar tersebut, maka penelitian ini menggunakan telur 0,75 g untuk 1,5 kg PKMK. Telur maggot untuk biokonversi PKMK dipersiapkan dalam kondisi masih baru, sehat, dan belum menetas dengan umur dan ukuran yang seragam. Menurut Dress dan Jackman (1999) ciri-ciri telur sehat adalah bentuk utuh, warna putih terang, dan berada pada satu koloni kumpulan telur. Ketika baru diambil dari sarang, telur maggot diletakkan di atas kapas basah steril untuk menjaga dari kekeringan. Kapas basah yang berisi telur maggot diletakkan di cawan petri steril, selanjutnya ditempatkan di atas permukaan wadah plastik yang berisi PKMK, ditutup menggunakan kain strimin steril dan plastik.

Pengukuran Panjang dan Berat Larva Maggot

Pengukuran panjang dan berat larva maggot dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan larva maggot selama biokonversi. Pengukuran panjang larva maggot menggunakan metode Image-J dengan kamera NIKON COOLPIX8700. Pengukuran berat maggot dilakukan dengan cara penimbangan. Pengukuran panjang dan berat maggot dilakukan pada hari ke-14 (H14) dan hari ke-21 (H21) sesuai dengan umur larva yang digunakan untuk pakan ikan.

Uji Proksimat

Uji proksimat selama biokonversi dilakukan pada hari ke 0, 7, 14 dan 21 hari, pengujian sesuai dengan prosedur kerja menurut: *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) 1995; Nessler *et al.*, (2004); Moereu, (2005). Pengukuran meliputi: berat kering, N total (protein), kadar lemak, kadar abu dan serat kasar. Data analisis menggunakan tiga kali pengulangan.

Hasil dan Pembahasan

Biokonversi PKMK oleh Larva Maggot

Perkembangan dan pertumbuhan larva maggot terjadi selama proses biokonversi.

Perkembangan maggot ditandai adanya perubahan ukuran panjang dan berat. Metamorfosis maggot dari fase telur sampai menjadi fase pupa (telur-larva-pupa) (Newton *et al.*, 2005). Hasil pengukuran pada hari ke-14 (H14) menunjukkan bahwa rerata panjang maggot 6,00–6,54 mm, sedangkan pada hari ke-21 (H21) rerata panjang maggot 19,66–19,97 mm. Pertambahan panjang maggot pada hari ke-21 (H21) mencapai tiga kali lipat panjang maggot pada pengukuran hari ke-14 (H14). Menurut Leclercq (1997) perkembangan stadia dewasa maggot berukuran kecil (1,8 mm), larva dewasa panjang tubuh \pm 18 mm dan lebar 6 mm. Warburton *et al.*, (2002) melaporkan bahwa setelah hari ke-20, pertumbuhan maggot yang diberi pakan PKMK dapat mencapai 25 mm, pada kondisi ini maggot menyimpan makanan dalam tubuhnya sebagai cadangan persiapan proses metamorfosis menjadi pupa (Gambar 1).

Sampel maggot yang dilakukan saat pengukuran panjang, menunjukkan rata-rata panjang maggot pada ke tiga wadah substrat tidak seragam. Ketidakseragaman ini karena waktu menetas telur tidak sama, sehingga telur yang menetas terlebih dahulu akan lebih cepat perkembangannya. Menurut Newton *et al.*, (1995) maggot menjadi dewasa dalam dua minggu, namun keterbatasan sumber pakan dapat memperpanjang tahapan larva sampai empat bulan.

Hasil pengukuran berat menunjukkan maggot mengalami pertambahan berat setelah hari ke-14. Rata-rata maggot mengalami pertambahan berat dua kali lipat pada hari ke-21 (Gambar 2). Perubahan morfologi dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasil panen maggot pada hari ke-21 (H₂₁) dari 1500 g substrat PKMK perlakuan P1, P2, dan P3 adalah 787 g; 885 g; dan 865 g. Sisa substrat PKMK perlakuan berturut-turut sebesar 455 g; 426 g; dan 398 g. Maggot sangat aktif dalam memanfaatkan nutrisi hasil penguraian PKMK oleh mikroba. Selain nutrisi, mikroba juga ikut berperan menguraikan nutrisi PKMK di dalam pencernaan maggot. Hal tersebut dibuktikan adanya mikroba yang berperan mendegradasi selulosa pada saluran pencernaan rayap dan serangga Diptera.

Berbeda dengan PKMK kontrol, tidak adanya perlakuan penambahan maggot menjadikan bobot PKMK cenderung sama. Bobot PKMK kontrol berturut-turut K₁ = 1380 g; K₂ = 1350 g; dan K₃ = 1375 g. Penyusutan bobot PKMK kontrol sebesar \pm 150 g karena penyusutan kadar air selama proses biokonversi.

Ketidaksamaan ukuran panjang dan berat maggot disebabkan keterbatasan individu dalam persaingan berebut pakan. Maggot yang berukuran kecil kalah bersaing dibandingkan dengan maggot berukuran besar. Selain itu, persaingan dan kanibalisme antar sesama maggot juga menyebabkan ketidaksamaan ukuran dan berat maggot (Rakhmawati, 2006). Blackwell *et al.*, (2007) menyatakan bahwa sebenarnya ada peran mikroba di dalam saluran pencernaan serangga dan rayap yang sangat mendukung sistem pencernaan. Maggot dan rayap merupakan jenis serangga, jika dianalogkan, dapat diduga bahwa ada kesamaan peran bakteri di dalam saluran pencernaan keduanya.

Menurut Werren (1997), peran bakteri dan khamir dalam saluran pencernaan rayap turut andil dalam persaingan di relung ekologis, yaitu bentuk simbiosis mutualisme. Saluran pencernaan maggot terdapat bakteri yang mampu mengurai PKMK, sehingga membantu proses pencernaan. Bakteri pada saluran pencernaan berasal dari PKMK yang termakan oleh maggot. Proteobacteria menghasilkan enzim pendegradasi selulosa yang sangat membantu pada proses fiksasi nitrogen di dalam saluran pencernaan (Arini, 2006). Simbiosis yang baik terjadi antara khamir dan bakteri dalam mendegradasi bahan selulotik yang dicerna rayap dan serangga kayu lainnya (Kitade, 2004). Menurut Blackwell *et al.*, (2007), serangga Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, dan Neuroptera merupakan serangga yang saluran pencernaannya terdapat bakteri dan khamir dalam jumlah banyak.

Analisis Proksimat Biokonversi PKMK oleh Larva Maggot

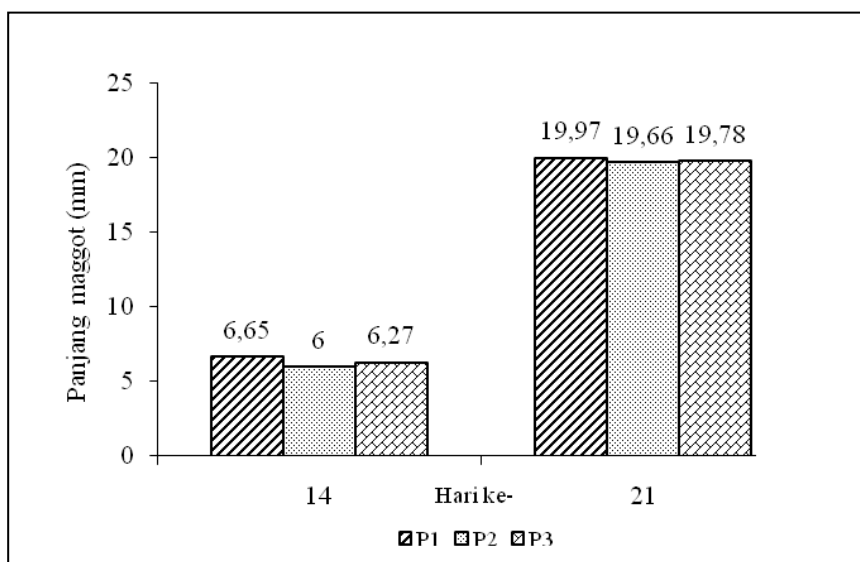
Analisis proksimat dilakukan pada hari ke 7, 14, dan 21. Tabel 1 menunjukkan nilai rerata analisis proksimat selama biokonversi PKMK untuk pakan larva maggot. Perubahan kadar proksimat dihitung berdasarkan hasil

pengambilan sampel pada awal biokonversi PKMK (hari ke-7) dikurangi hasil pengambilan sampel hari terakhir biokonversi PKMK (hari ke-21). Terlihat bahwa berat kering pada substrat perlakuan mengalami penurunan dari 95,44% menjadi 94,50%. Substrat kontrol juga mengalami penurunan berat kering dari 96,84% menjadi 95,51%. Berat kering bahan sangat dipengaruhi oleh kadar air pada substrat. Ketidaksamaan hasil analisis berat kering selama biokonversi karena dipengaruhi faktor suhu, adanya penguapan, penambahan unsur cair dari hasil ekskresi dan sekresi larva maggot, serta peran bakteri dalam pada PKMK. Berat kering dari hasil analisis proksimat pada kedua perlakuan meningkat. Menurut Agunbiade *et al.*, (1999) kadar kering pada *Full Fat Palm Kernel* (FFPK) sebesar 91,97%, sedangkan berat kering pada PKM sebesar 88,3% dari 0,5 g sampel.

Kadar N total (protein) pada substrat perlakuan mengalami kenaikan 16,53–18,20%, substrat kontrol juga meningkat 16,78–18,22%. Kadar lemak pada substrat perlakuan mengalami penurunan cukup besar dari 12,33% menjadi 9,01%. Sebaliknya, terjadi peningkatan kadar lemak pada substrat kontrol 13,11–13,13%. Kadar abu pada substrat perlakuan turun menjadi 4,05% sedangkan pada substrat kontrol turun menjadi 4,01%. Kandungan serat pada substrat perlakuan naik

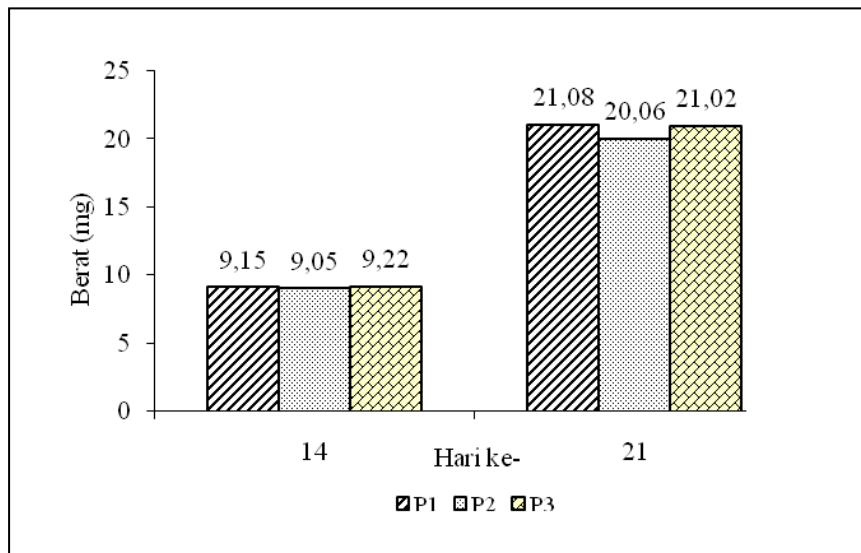
dari 28,93% menjadi 32,32%, dan substrat kontrol naik dari 29,59% menjadi 29,97%.

Analisis protein (dinyatakan dengan total N) pada kedua perlakuan mengalami kenaikan. Naiknya kandungan protein pada substrat karena dipengaruhi peningkatan nitrogen yang terdapat pada substrat. Nitrogen merupakan komponen utama dari protein sel, sehingga konsumsi nitrogen berakibat langsung terhadap jalannya sintesis protein pada sel organisme dan mikroba (Swick *et al.*, 1999). Peningkatan kadar protein disebabkan adanya kitin yang tercampur di dalam substrat PKMK ketika maggot melakukan *moulting*. Adanya kandungan kitin pada substrat, memunculkan bakteri kitinolitik. Menurut Donderski dan Brezezinska (2003) monomer dari kitin dimanfaatkan oleh mikroba di alam, antara lain mikroba, sebagai sumber karbon dan nitrogen untuk nutrisi. Habitat dari mikroba kitinolitik umumnya adalah lingkungan yang mengandung kitin dalam jumlah banyak, seperti kompos dengan kandungan kitin, eksoskeleton Arthropoda, air dan sedimen laut, serta tanah (Chernin *et al.*, 1995; Sakai *et al.*, 1998; Donderski dan Brzezinska, 1999; Vogan *et al.*, 2002). Yu *et al.*, (1991) menjelaskan bahwa mikroba yang memproduksi enzim kitinolitik bertujuan untuk mengambil nutrisi dan digunakan untuk perkembangannya.

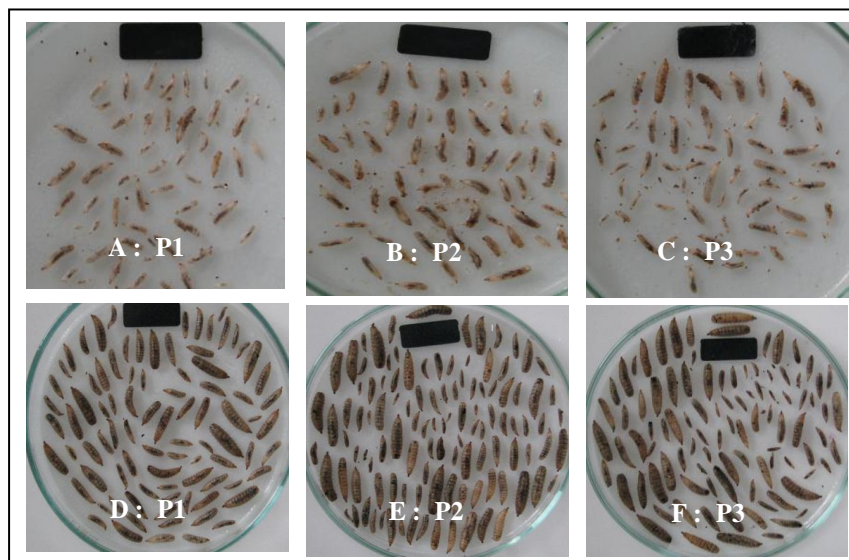


Gambar 1. Pertambahan panjang maggot pada hari ke-14 dan ke-21. P₁, P₂, dan P₃ = Perlakuan ulangan ke-1, ke-2, dan ke-3.

Bungkil Inti Kelapa Sawit Hasil Biokonversi sebagai Substrat Pertumbuhan Larva Maggot



Gambar 2. Pertambahan berat maggot pada hari ke-14 dan ke-21. P₁, P₂, dan P₃ = Perlakuan ulangan ke-1, ke-2, dan ke-3.



Gambar 3. Perbandingan morfologi larva maggot hari ke-14 dan ke-21.
Keterangan : A, B, dan C : larva maggot pada substrat P₁, P₂, dan P₃ hari ke-14;
D, E, dan F : larva maggot pada substrat P₁, P₂, dan P₃ hari ke-21.
■ : skala (20 mm).

Tabel 1. Nilai rerata analisis proksimat selama biokonversi PKMK untuk pakan larva maggot.

Parameter Uji Proksimat (%)	Hari Pengambilan Sampel							
	Perlakuan				Kontrol			
	H7	H14	H21	(Δ) H21-H7	H7	H14	H21	(Δ) H21-H7
Berat kering	95,44	95,22	94,5	-0,94	96,84	95,92	95,51	-1,33
N total (protein)	16,53	17,97	18,2	1,67	16,78	17,82	18,22	1,44
Lemak	12,33	12,82	9,01	-3,32	13,11	13,28	13,13	0,02
Kadar abu	4,05	4,02	4,01	-0,04	4,03	4,03	4,34	0,31
Serat	28,93	29,09	32,32	3,39	29,59	28,26	29,97	0,38

Keterangan: H₇ = pengambilan sampel pada hari ke-7; H₁₄ = pengambilan sampel pada hari ke-14; H₂₁ = pengambilan sampel pada hari ke-21.

Kadar lemak pada kedua substrat perlakuan mengalami penurunan, sedangkan pada substrat kontrol mengalami kenaikan. Kondisi ini merupakan hal yang berbeda pada proses biokonversi yang pernah dilakukan sebelumnya. Perbedaan kondisi ini disebabkan oleh pengaruh adanya maggot di dalam substrat yang berperandam memanfaatkan lemak untuk pertumbuhannya. Penurunan kadar lemak diduga akibat dari penguraian lemak oleh bakteri lipolitik terhadap PKM.

Kadar abu pada substrat perlakuan mengalami peningkatan dari 4,16% menjadi 4,24%, sedangkan pada substrat kontrol mengalami penurunan dari 4,16% menjadi 4,12%. Kadar abu pada substrat dipengaruhi oleh kadar air. Moreou (2005) menjelaskan bahwa kadar air yang tinggi dapat menyebabkan rendahnya kadar abu.

Analisis serat pada kedua substrat mengalami kenaikan, pada substrat perlakuan terjadi kenaikan nilai dari 25,10% menjadi 27,61%, sedangkan pada substrat kontrol naik dari 25,10% menjadi 28,66%. Peningkatan kadar serat karena selama proses biokonversi terjadi penguraian nutrisi PKM sehingga sisa-sisa PKM akan terakumulasi lebih banyak menjadi serat. Lubis (1992) melaporkan bahwa kandungan serat PKM setelah proses pengolahan masih mencapai sekitar 20%.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Bungkil inti kelapa sawit dapat meningkatkan pertumbuhan maggot pada hari ke-21 mencapai dua kali lipat dibandingkan pada hari ke-14. Proses biokonversi PKM menjadi PKMK meningkatkan berat kering, total nitrogen dan serat, serta menurunkan kadar lemak dan kadar abu.

Saran

Sisa PKMK yang telah mengalami biokonversi disarankan untuk dapat dijadikan sebagai alternatif biofertilizer untuk pupuk organik tanaman.

Daftar Pustaka

- Agunbiade, J.A., Wiseman, J. dan Cole, D.J.A. 1999. Energy and Nutrient use of Palm Kernels, Palm Kernel Meal and Palm Kernel Oil in Diets for Growing Pigs. *J. Animal Feed Science and Technology*, 80: 165–181.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th. Edn. Washington. D.C. 12–25.
- Blackwell, M., Nguyen, N.H. dan Suh, S.O. 2007. Five Novel Candida Species Insect-associated Yeast Clades Isolate from Neuroptera and Other Insect. *Mycologia*, 99 (6): 842–858.
- Chernin, L.S., Ismailou, Z., Haran, S. dan Chet, I. 1995. Chitinolytic Enterobacter Agglomerans Antagonistic to Fungal Plant Pathogens. *Appl. and Enviro. Microbiol.*, 61 (5): 1720–1726.
- Donderski, W. dan Brzezinska, M.S. 1999. Chitinase Activity Production by Planktonic, Benthic and Epiphytic Bacteria Inhabiting the Moty bay of the Jeziorak Lake (Poland). *Polish J. of Enviro. Studies*, 8 (4): 215–220.
- Donderski, W. dan Brzezinska, M.S. 2003. The Utilization of N-etyloglucosamine and Chitin as Sources of Carbon by Planktonic, Benthic and Epiphytic Bacteria in Lake Jeziorak. *Polish J. of Enviro. Studies*, 12 (6): 685–692.
- Dress, A.M. dan Jackman, J.H. 2006. Insect Community Composition and Trophic Guild Structure in Decaying Logs from Eastern Canadian pine-dominated Forests. *Forest Ecolog. and Management*, 225: 190–199.
- Food and Agriculture Organization. 2002. Utilization of Palm Kernel Cake (PKC) as Feed in Malaysia. *Asian Livestock*, 26 (4): 19–23.
- Hem, S. 2004. Prospective Works, Results and Plans for The Future Programs of Bioconversion Processing of By-products from Agro-industries in Indonesia and Their Volarization via Aquaculture: Application with Palm Kernel Meal (PKM). Report for IRD. 11 hlm. (tidak dipublikasikan).
- Hem, S., Toure, S., Sagabla, C. dan Legendre, M. 2008a. Bioconversion of Palm Kernel Meal for Aquaculture: Experiences from the Forest Region (Republic of Guinea). *African J. of Biotech.*, 7 (8): 1192–1198.
- Hem, S., Fahmi, M.R., Chumaidi, Maskur, Hadadi, A., Supriyadi, Ediwarman, Larue, M. dan Pouyaud, L. 2008b. Valorization of Palm Kernel Meal via Bioconversion: Indonesia's initiative to address aquafeeds shortage. International Conference on Oil Palm and Environment (ICOPE), 15–16 November 2007, Bali, Indonesia.

Bungkil Inti Kelapa Sawit Hasil Biokonversi sebagai Substrat Pertumbuhan Larva Maggot

- Kolade, O.O., Coker, A.O., Sridhar, M.K.C. dan Adeoye, G.O. 2007. Palm Kernel Waste Management Through Composting and Crop Production. *J. of Environ. Health Research.*, 5: 81–85.
- Leclercq, M. 1997. A propose de *Hermetia Illucens* L. (Linnaeus, 1758) (“soldier fly”) (Diptera Stratiomyidae: Hermetiinae). *Bull. Annls. Socr. Belge. Ent.*, 133: 275–282.
- Lim H.A., Ng, W.K., Lim, S.L. dan Ibrahim, C.O. 2001. Contamination of Palm Kernel Meal with *Aspergillus Flavus* Affects its Nutritive Value in Pelleted Feed for Tilapia, *Oreochromis Mossambicus*. School of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia, Penang 11800, Malaysia. *Aquacult. Res.*, 32: 895–905.
- Lubis, A.U. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan. Marihat-Bandar Kuala. Sumatra Utara: 383 hlm.
- Moereu. 2005. Protocol Proksimat Analysis for Fish. Unpublish. IRD. France. 22 hlm.
- Newton, G.L., Sheppard, D.C., Thompson, S.A. dan Savage, S.I. 1995. Soldier Fly Benefits: House Fly Control, Manure Volume Reduction, and Manure Nutrient Recycling. Annual Report. UGA Animal & Dairy Science. 11 hlm.
- Newton, L., Sheppard, C., Watson, D.W., Burtle, G. dan 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. 17 hlm.
- Nessler, E.W., Anderson, D.G., Roberts, C.E., Pearsal, N.N. dan Nesler, M.T. 2004. Microorganism in Food and Beverage Production. Alcoholic Fermentation by Yeast: dalam *Microbiology: A Human Perspective* Wheatley, C.H. (Eds.). 4th Edn. McGrawHill, N.Y. USA. 151–153.
- Rakhmawati. 2007. Pola Suksesi dan Interaksi Antara Larva *Hermetia* sp. L. (Diptera, Stratiomyidae) dan Larva *Musca* sp. L. (Diptera, Muscidae) pada Bungkil Kelapa Sawit. *Skripsi*. Biologi-MIPA. Universitas Indonesia. Depok.
- Sakai, K., Yokota, A., Kurokawa, H., Wakayama, M. dan Moriguchi, M. 1998. Purification and Characterization of Three Thermostable Endochitinases of a Noble *Bacillus* stain, MH-1. Isolated from Chitin-containing Compost. *Appl. and Environ. Microbiol.*, 64 (9): 3397–3402.
- Swick, R.A. 1999. Consideration in Using Protein Meals for Poultry and Swine. *Asa Technical Bull.*, 21: 1–11.
- Vogan, C.L., Costa-Ramos, C. dan Rowley, A.F. 2002. Shell Disease Syndrome in The Edible Crab, Cancer Pagurus Isolation, Characterization and Pathogenicity of Chitinolytic Bacteria. *Microbiol.*, 148: 743–754.
- Warburton, K. dan Hallman, V. 2002. Processing of Organic Materials by The Soldier Fly, *Hermetia Illucens*. In: Warburton, K., Pillai-McGarry, U., Ramage, D. (Eds.). *Integrated Biosystems for Sustainable Development Proceedings of the In Form 2000 National Workshop on Integrated Food Production and Resource Management*. 118–129.
- You, C., Lee, A.M., Bassler, B.L. dan Roseman, S. 1991. Chitin Utilization by Marine Bacteria. A Physiological Function for Bacteria Adhesion to Immobilized Carbohydrates. *J. of Biol. Chem.*, 266 (36): 24260–24267.