

Biokonversi Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan *Trichoderma* Sp. dan Larva *Black Soldier Fly* Menjadi Bahan Pakan Unggas

Oil Palm Empty Bunches Bioconversion using Trichoderma sp. and Black Soldier Fly Larvae as Poultry Feed Composition

Mujahid¹, A. A. Amin², Hariyadi³, M. R. Fahmi⁴

¹Mahasiswa Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB, ²Fakultas Kedokteran Hewan IPB, ³Fakultas Pertanian IPB, ⁴Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok Jln. Agatis, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680, Indonesia

ABSTRACT

Empty Fruit Bunches (EFB) is palm oil industry waste which has very large volume compared with another commodity of agro-industry waste in Indonesia. *Trichoderma* sp. and Larva Black Soldier Fly (BSF) with bioconversion method can be used as probelem resolve of EFB. The EFB material was obtained from Palm Oil Factory in Banten. EFB was researched in Indonesian Ornamental Fish Culture Research Institute in Depok and the result test was taken at the Laboratory of Animal Science and Technology of Bogor Agricultural University. The percentage of *Trichoderma* sp. fermentation (5%, 10% and 20%) affected EFB palatability of BSF larvae and the fermented EFB with 10 % of *Trichoderma* sp. has a feasibility to be used as medium of BSF larvae with yield of 73.28 gram on day 4th from the initial weight of mini larvae BSF 5 grams. At the bioconversion stage using BSF larvae with a dose of 10% *Trichoderma* sp. (5 gram, 15 gram and 25 gram) was obtained significant result on the initial weight of mini larvae 5 gram to 230.34 gram from fermented EFB weight of 550 gram on day 8th, so that the average yield of average larvae was obtained By 39%. Result of proximate test of larvae on dry condition 100% obtained crude protein content (PK) 35.40 - 42.31% and crude fats (LK) 3.33 – 36.41%. Therefore, by using this test result, it will be possible to be used as poultry feed ingredient candidate in the future.

Key words : bioconversion, black soldier fly, empty fruit bunches, poultry feed and *Trichoderma* sp

PENDAHULUAN

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah padat dari industri pengolahan kelapa sawit. Volume TKKS tersebut sangat besar jumlahnya jika dibandingkan limbah dari agro industri komoditas lain di Indonesia. Setiap pengolahan 1 ton Tandan Buah Segar (TBS) akan dihasilkan sebanyak 22–23% TKKS atau sebanyak 220–230 kg TKKS. Limbah ini belum dimanfaatkan secara baik oleh sebagian besar Pabrik Kelapa Sawit (PKS) di Indonesia (Isroi, 2008). TKKS mempunyai karakteristik berukuran besar, didominasi bahan selulosa dan lignin, dan nilai C/N yang tinggi, sehingga secara alami TKKS merupakan bahan yang sulit didekomposisi (Sutanto, 2002). Sampai saat ini TKKS masih belum banyak dimanfaatkan secara optimal dan sering menimbulkan masalah karena bersifat amba (*bulky*), sehingga diperlukan tempat luas dan biaya tambahan untuk menanganinya.

Biokonversi merupakan proses perombakan limbah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan mikro organisme hidup seperti bakteri, jamur dan larva serangga (family: Chalcididae, Mucidae, Stratiomyidae) (Newton *et al.* 2005, Warburton dan Hallman 2002). Proses konversi TKKS menjadi bahan

pakan, digunakan *Trichoderma* sp. dan larva Black Soldier Fly (BSF). *Trichoderma* sp. memproduksi metabolit seperti asam sitrat, etanol dan berbagai enzim seperti *urease*, *selulase*, *glukanase* dan *kitinase*. Hasil metabolit ini dipengaruhi kandungan nutrisi yang terdapat dalam media.

BSF adalah lalat dipteran dari keluarga *Stratiomyidae*, dapat ditemukan di seluruh dunia. Pada larva BSF banyak mengandung sumber protein yang bisa dimanfaatkan untuk pakan ternak. Siklus hidup lalat BSF memiliki lima stadia. Lima stadia tersebut yaitu fase dewasa, fase telur, fase prepupa, fase pupa dan fase serangga. Dari kelima stadia tersebut stadia prepupa sering digunakan sebagai pakan ikan. Selain itu, keuntungan lain dari BSF adalah nilai potensial prepupae tersebut. Prepupae mengandung tinggi protein dan lemak konsentrasi, masing-masing 42-45% dan 31-35% (Newton *et al.* 2005)

Melalui tahapan penelitian fermentasi dengan *Trichoderma* sp. dan larva BSF pada media TKKS maka akan dimungkinkan terjadinya pelarutan lignin, selulosa dan hemiselulosa oleh produksi enzim dari proses fermentasi sehingga larva BSF akan lebih mudah untuk memanfaatkan media TKKS dan diharapkan rendemen yang diperoleh akan optimum serta dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan pakan untuk ternak.

Penelitian tentang Biokonversi limbah TKKS dengan menggunakan *Trichoderma* sp. dan Black Soldier Fly (BSF) sangat penting dilakukan karena selain dapat mengurangi limbah TKKS yang sangat besar dan sulit terurai di alam juga mampu menjadi alternatif sebagai bahan baku pakan unggas.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Agustus 2016 - Januari 2017. Lokasi penelitian dilakukan di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok, Jawa Barat. Analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan yaitu wadah tertutup untuk fermentasi, wadah untuk biokonversi TKKS menggunakan larva BSF, timbangan digital, kamera digital, laminar sederhana, alkohol 70%, bunsen sederhana, korek api, sarung tangan higienis, masker, penggaris dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah TKKS, *Trichoderma* sp., air aktifator mikroba, dan larva BSF.

Prosedur Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dibagi ke dalam 2 tahap meliputi :Tahap Pertama adalah fermentasi media TKKS dengan *Trichoderma* sp. Kemudian tahap kedua adalah pemberian Mini Larva Black Soldier Fly.

Prosedur tahap pertama :

- Menyiapkan wadah untuk media TKKS. Wadah yang disiapkan berjumlah 18 wadah dengan masing-masing wadah diisi TKKS seberat 500 g yang terbagi dalam 6 bagian. Bagian pertama sebanyak 3 wadah untuk media dengan pemberian *Trichoderma* sp. 5 g. Bagian kedua adalah kontrol dari bagian pertama sebanyak 3 wadah tanpa pemberian *Trichoderma* sp. Bagian ketiga sebanyak 3 wadah untuk media dengan pemberian *Trichoderma* sp. 10 g. Bagian keempat adalah kontrol dari bagian ketiga sebanyak 3 wadah tanpa pemberian *Trichoderma* sp. Bagian kelima sebanyak 3 wadah untuk media dengan pemberian *Trichoderma* sp. 20 g. Bagian keenam adalah kontrol dari bagian kelima sebanyak 3 wadah tanpa pemberian *Trichoderma* sp.
- Wadah yang telah disiapkan diisi dengan TKKS dengan masing-masing pemberian *Trichoderma* sp. direndam terlebih dahulu menggunakan aktifator mikroba.
- Setelah wadah terisi dan dilakukan perlakuan masing-masing, lalu wadah ditutup rapat karena proses yang dilakukan adalah proses an-aerob.
- Tahap fermentasi yang telah selesai (lama fermentasi 2 minggu) kemudian dilakukan uji pemberian mini larva untuk menentukan dosis *Trichoderma* sp. yang akan digunakan pada tahap kedua.

Prosedur tahap kedua:

- Setelah tahap pertama selesai, selanjutnya dilakukan pengujian mini larva. Dosis *Trichoderma* sp. yang sesuai diperbanyak kembali dan dimasukkan ke dalam wadah berisi 500 g bahan TKKS terfermentasi dan masing-masing wadah diberikan

mini larva BSF. Wadah disiapkan sebanyak 18 buah dengan dibagi kedalam 3 perlakuan dengan masing-masing perlakuan diberikan kontrol. Perlakuan pertama (A) sebanyak 3 (A1, A2 dan A3) wadah TKKS terfermentasi diberikan mini larva masing-masing 5 g dan 3 wadah TKKS tanpa fermentasi (kontrol) diberikan mini larva 5 g. Perlakuan kedua (B) sebanyak 3 (B1, B2 dan B3) wadah TKKS terfermentasi diberikan mini larva masing-masing 15 g dan 3 wadah TKKS tanpa fermentasi (kontrol) diberikan mini larva 15g. Perlakuan ketiga (C) sebanyak 3 wadah TKKS terfermentasi diberikan mini larva masing-masing 25 g dan 3 wadah TKKS tanpa fermentasi (kontrol) diberikan mini larva 25 g. Umur mini larva BSF sekitar 7 hari.

- Perlu dijaga untuk ketebalan media sebelum diberikan mini larva, agar larva dapat berkembang dengan baik.
- Semua wadah diamati selama 14 hari. Amati setiap kejadian dan dokumentasikan, ketika ada sesuatu yang harus ditambahkan, maka tambahkan dengan baik, seperti penambahan air apabila bahan TKKS mengering, jangan sampai terlalu banyak penambahan air (cukup sampai bahan lembab saja). Menjelang larva menjadi pre pupa maka aktivitas memakan akan berkurang dan larva akan mencari tempat yang kering. Maka harus dikondisikan tempat kering dengan menggunakan wadah lain yang kering (ember atau baskom).
- Setelah larva telah cukup dewasa (menjelang pre pupa) maka pengamatan diselesaikan. Kemudian dilakukan penimbangan terhadap larva dan bahan tersisa.
- Larva yang telah selesai ditimbang kemudian dipisahkan per bagian (A, B, C dan kontrol) kemudian dilakukan uji proximate di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan *Trichoderma* sp.

Fermentasi merupakan proses perubahan kimiawi, dari senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Jay *et al.* 2005). Proses tersebut akan menyebabkan terjadinya penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi (Madigan *et al.* 2011). Selain itu akan terjadi proses pengubahan substrat menjadi produk baru oleh mikroorganisme (Bourgaize *et al.* 1999). Pada proses fermentasi, mikroorganisme yang menguntungkan diaktifkan pertumbuhan dan metabolisme. Mikroorganisme yang digunakan pada penelitian ini adalah *Trichoderma* sp.

Pada *Trichoderma* sp. yang dikultur, morfologi koloninya bergantung pada media tempat bertumbuh. Pada media yang nutrisinya terbatas, koloninya tampak transparan dan pada media yang nutrisinya lebih banyak, koloninya dapat terlihat lebih putih. Kolonia dapat terbentuk dalam satu minggu dan warnanya dapat kuning, hijau atau putih. Pada beberapa spesies dapat memproduksi semacam bau seperti permen atau kacang. *Trichoderma* sp. menghasilkan sejumlah enzim ekstraseluler diantaranya

Tabel 1. Hasil fermentasi TKKS dengan *Trichoderma* sp.

Tahap Akhir Fermentasi		5			10			20		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Temperatur	Celcius	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Warna	-	dominan coklat	dominan coklat	dominan coklat	dominan putih	dominan putih	dominan putih	dominan putih	dominan putih	dominan putih
Bau	-	asam	asam	asam	asam	asam	asam	asam	asam	asam
pH	-	6	6	6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Uji Pemberian Mini Larva (bobot awal 5 gram) hari ke -4	Gram	32,42	20,87	23,46	59,21	67,89	73,28	74,21	78,62	64,29

Tabel 2. Kontrol untuk TKKS tanpa pemberian *Trichoderma* sp.

Parameter	Satuan	Kontrol (Tanpa Pemberian <i>Trichoderma</i> sp.)								
		Kontrol Untuk 5%			Kontrol Untuk 10%			Kontrol Untuk 20%		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Tahap Akhir Fermentasi										
Temperatur	Celcius	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Warna	-	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat
Bau	-	tidak asam	tidak asam	tidak asam	tidak asam	tidak asam	tidak asam	tidak asam	tidak asam	tidak asam
pH	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Uji Pemberian Mini Larva (bobot awal 5 gram) hari ke -4	Gram	8,72	9,11	8,21	7,62	8,93	8,21	7,75	8,65	9,22

beta (1,3) glukonase dan kitinase yang dapat melarutkan dinding sel.

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian dosis *Trichoderma* sp. dengan persentase 10 persen itu memiliki kelayakan untuk dijadikan media larva BSF dimana hasilnya menunjukkan tidak jauh berbeda dengan pemberian 20 persen yaitu 73,28 g dan 78,62 g. Pilihan ditentukan pada pemberian 10 persen dikarenakan dengan jarak bobot yang tidak terlalu besar sehingga dosis 10 persen lebih efisien dan bernilai ekonomis ke depannya jika di budidayakan dalam skala besar.

Pada Tabel 2 menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap bobot larva, dimana dengan bobot awal larva 5 g pada hari ke-4 hanya optimum pada bobot 9,22 g. Bobot tersebut jauh berbeda dengan pemberian *Trichoderma* sp. yang optimum pada bobot 78,62 g.

Temperatur

Menurut hasil pengamatan yang dilakukan, proses fermentasi di dalam ruangan lebih terkondisikan oleh suhu ruangan yang lebih panas dikarenakan dalam ruangan terdapat proses biokonversi sampah organik oleh larva BSF, suhu bervariasi antara 27° celcius sampai 34° celcius dengan rata-rata suhu pada siang hari mencapai 30° celcius. Hal ini menjadikan proses fermentasi oleh *Trichoderma* sp. berlangsung dengan baik. Pengamatan yang dilakukan pada waktu 1 minggu sudah bisa di lihat perubahan yang terjadi pada bahan yang terfermentasi. Semakin panas suhu udara semakin cepat proses fermentasinya. Bagian dinding dalam wadah terlihat cairan dan uap yang terbentuk akibat aktifitas fermentasi. Kemudian pada TKKS sudah mulai

terparasit oleh hifa *Trichoderma* sp. yang berwarna putih.

Warna

Perubahan warna yang terjadi pada tahap fermentasi ini dapat diamati pada 1 minggu pertama, dimana hifa *Trichoderma* sp. yang mulai membuat parasit terhadap media TKKS bertahap akan memberikan warna putih. Tabel 1 memperlihatkan bahwa perlakuan dosis 10% dan 20% adalah yang terbaik diantara yang lain (dosis 5% dan kontrol pada Tabel 2). Apabila fermentasi berlangsung dengan baik, maka media TKKS tersebut akan dominan putih pada hari ke 7 sampai hari ke 14. Kondisi tersebut dapat dianggap bahwa fermentasi telah selesai dilakukan.

Bau

Pada minggu pertama proses fermentasi TKKS akan mulai tercium bau menyengat dari proses fermentasi dan akan bertambah menyengat pada minggu kedua proses fermentasi, bau menyengat tersebut seperti aroma asam alkohol atau seperti permen. Bau pada proses fermentasi TKKS yang tidak sempurna akan menghasilkan bau busuk yang tidak sedap, hal ini terjadi akibat tidak sterilnya proses dalam membiakan *Trichoderma* sp.

pH

pH dari media sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. pH optimum bagi *Trichoderma* sp. berkisar antara 3-7 (Danielson *et al.* 2002). *Trichoderma* sp. memproduksi metabolit yang bersifat volatil dan non volatil. Salah satu contoh metabolit tersebut adalah monooksigenase yang muncul saat adanya kontak antar jenis *Trichoderma* sp., dan semakin optimal pada pH 4 (Carpenter *et al.* 2008). Tabel 1 kisaran pH sudah sesuai

pada kondisi optimum *Trichoderma* sp yaitu antara pH 4,5 sampai pH 6, sehingga proses fermentasi TKKS dapat berlangsung dengan baik.

Proses Pemberian Larva Black Soldier Fly terhadap Tandan Kosong Kelapa Sawit Terfermentasi

Proses perkembangan larva BSF dalam media TKKS dapat dilihat dalam 2 tabel hasil pengamatan yaitu tabel pengamatan TKKS terfermentasi (Tabel 3) dan TKKS tanpa fermentasi (tanpa pemberian *Trichoderma* sp.) (Tabel 4). Larva BSF sangat aktif memakan berbagai bahan organik, seperti buah-buahan dan sayuran, sampah pasar, sampah dapur, limbah ikan, bungkil kelapa sawit, dan kotoran hewan ternak dan manusia (Diener *et al.* 2011). Oleh karena itu, dikelompokkan sebagai agen biokonversi (Fahmi, 2009) dan tidak membawa bakteri atau penyakit (Tomberlin *et al.* 2002).

Beberapa hasil penelitian mengenai pertumbuhan larva BSF dengan menggunakan media yang berbeda antara lain larva BSF pada media PKM (Palm Kernel Meal) memiliki panjang 6,9-19,9 mm, lebar 2,0-5,5 mm, bobot 0,01-0,18 gr (Rachmawati *et al.* 2010). Larva BSF pada media sampah dapur (*kitchen waste*) memiliki kandungan lemak, kalori dan energi paling besar sehingga menghasilkan bobot larva (679,88 mg per 3 larva) dan panjang tubuh (2,22 cm) (Nguyen *et al.* 2015). Pada media kombinasi sampah organik restoran dengan feses memiliki bobot larva 221 mg dan 224 mg (Dortmants, 2015). Larva dapat memiliki panjang tubuh 13-20 mm (Caruso *et al.* 2014). Menurut (Kim *et al.* 2010) menambahkan larva dapat mencapai panjang 20 mm, lebar 6 mm dan berat larva meningkat dramatis dari larva instar ke-3 sampai ke-6.

Pada Tabel 3 menunjukkan pertumbuhan larva paling besar adalah A2 dimana berat akhirnya dengan pemberian mini larva 5 g menjadi 230,34 g, panjang rata-rata 20,5 mm dan lebar Tubuh rata-rata 5,2 dan warna kecoklatan.

Penambahan bobot, panjang dan lebar tubuh signifikan terjadi pada perlakuan A (pemberian 5 g mini larva) : yaitu rata-rata per ekor memiliki berat 0,13 g, panjang 19,5 mm dan lebar 4,9 mm (Tabel 3). Perlakuan A memiliki hasil lebih baik dibanding perlakuan B, C dan kontrol karena ketersediaan makanan untuk larva tercukupi secara penuh, hasil fermentasi TKKS menggunakan *Trichoderma* sp. dengan bobot bahan awal TKKS terfermentasi 550 g, ternyata memiliki kandungan makanan untuk larva sekitar 39%. Hal ini terlihat pada

bobot akhir yang terbesar pada perlakuan A yaitu 230,34 g dengan bobot awal mini larva 5 g (Tabel 3). Jika dibandingkan dengan bobot awal mini larva maka terjadi penambahan berat sekitar 43 kali dari berat awal, 6,5 kali dari panjang awal dan 4,9 kali dari lebar awal. Pada TKKS terfermentasi bobot terendah terjadi pada perlakuan C (pemberian 25 g mini larva) yaitu rata-rata per ekor memiliki berat 0,043 g, panjang 9,5 mm dan lebar 2,2 mm.

Perlakuan C dengan pemberian mini larva 25 g ternyata memiliki bobot akhir yang paling rendah dibandingkan perlakuan A dan B, ini disebabkan ketersediaan makanan larva hasil fermentasi TKKS tidak sesuai dengan jumlah larva yang diberikan, sehingga menyebabkan pertumbuhan larva tidak maksimal (Tabel 3). Perlakuan B juga memiliki penyebab yang sama seperti perlakuan C, dimana ketersediaan makanan larva tidak sesuai dengan jumlah larva yang diberikan. Sedangkan pada sample tanpa perlakuan (kontrol) pada Tabel 4 tidak ada penambahan yang berarti baik dari berat, panjang dan lebar tubuh. Hanya optimum pada 4% saya TKKS dapat terkonversi oleh larva, yaitu pada bobot 42,21 g dengan bobot awal mini larva 25 g (Tabel 4).

Uji Proksimat Larva Black Soldier Fly

Berdasarkan Tabel 5 hasil uji proksimat, diperoleh kandungan protein kasar dengan kisaran antara 35,40-42,31%, lemak kasar 3,33-36,41%, serat kasar 18,68-37,60% dan beta-N 0,03-10,33%. Perbedaan kandungan nutrisi yang terjadi pada perlakuan A, B, C dan kontrol diakibatkan oleh stadia yang berbeda. Perlakuan A, larva telah menjadi pre pupa, dimana pada stadia pre pupa ini larva akan mengumpulkan cadangan lemak yang tinggi pada tubuhnya. Stadia pre pupa ini yang menjadi acuan bahwa proses memakan larva telah tercukupi dari makanan yang tersedia (TKKS terfermentasi). Cadangan lemak digunakan untuk stadia pupa dan menjadi lalat BSF. Stadia lalat BSF tidak ada aktifitas memakan, cadangan lemak digunakan untuk bertahan hidup. Setelah lalat BSF kawin dan bertelur (lalat BSF betina), maka lalat BSF akan mati.

Perlakuan B dan C, larva hampir 50% menuju stadia pre pupa, sehingga kandungan lemak masih lebih sedikit dibanding kandungan protein. Dapat dikatakan bahwa jumlah dosis pemberian mini larva pada perlakuan B dan C terlalu banyak, sehingga larva tidak maksimal pertumbuhannya. Sedangkan kontrol, larva cenderung masih pada tahap mini larva, sehingga kandungan protein akan lebih tinggi. Hal ini menjadi acuan bahwa

Tabel 3. Pemberian Larva BSF pada media TKKS terfermentasi *Trichoderma* sp.

Sampel	Berat awal (g)	Berat Akhir (gr)	Berat/100 ekor (g)	Rata-rata Berat Per ekor (gram)	Rata-rata Panjang tubuh (mm)	Rata-rata Lebar Tubuh (mm)	Warna
A1	5	211,99	13,21	0,13	19,8	4,8	Kecoklatan
A2	5	230,34	14,89	0,15	20,5	5,2	Kecoklatan
A3	5	202,67	11,68	0,12	18,5	4,8	Kecoklatan
B1	15	216,79	8,52	0,085	11,6	2,8	Kecoklatan
B2	15	201,73	8,12	0,08	10,2	2,6	Kecoklatan
B3	15	206,24	8,22	0,082	11,4	2,6	Kecoklatan
C1	25	164,93	4,12	0,041	9,4	2,2	Kecoklatan
C2	25	178,99	5,24	0,052	9,8	2,4	Kecoklatan
C3	25	150,82	3,69	0,037	9,2	2	Kecoklatan

Tabel 4. Pemberian larva BSF pada media TKKS tanpa fermentasi

Sampel	Berat awal (g)	Berat Akhir (g)	Berat/100 ekor (g)	Rata-rata Berat Per ekor (g)	Rata-rata Panjang tubuh (mm)	Rata-rata Lebar Tubuh (mm)	Warna
Kontrol-A							
1	5	9,11	1,28	0,01	5,4	1,5	putih
2	5	8,76	1,23	0,01	5,2	1,4	putih
3	5	9,19	1,32	0,01	5,3	1,5	putih
Kontrol-B							
1	15	21,61	1,26	0,01	5,2	1,5	putih
2	15	20,12	1,13	0,01	5,1	1,4	putih
3	15	21,68	1,11	0,01	5,2	1,5	putih
Kontrol-C							
1	25	41,65	1,24	0,01	5,4	1,5	putih
2	25	42,21	1,28	0,01	5,1	1,5	putih
3	25	40,47	1,23	0,01	5,1	1,4	putih

Tabel 5. Hasil uji proksimat Larva Black Soldier Fly

Perlakuan	Bahan kering	Abu	Protein kasar	Serat kasar	Lemak kasar	Beta N
		(%).....			
Kontrol	100	6,43	42,31	37,60	3,33	10,33
A	100	9,48	35,40	18,68	36,41	0,03
B	100	11,63	36,51	19,70	17,08	15,08
C	100	10,52	38,21	20,56	17,71	13,00

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

kontrol (tanpa perlakuan fermentasi) mini larva tidak bisa memakan TKKS secara optimal, sehingga proses biokonversi tidak bisa dilakukan.

Dilaporkan, bahwa mineral kalsium yang terkandung dalam tepung larva BSF dapat mencapai nilai pencernaan sebesar 88% (Finke, 2012). Sementara tepung ikan memiliki kandungan energi 2,820 kkal/kg, protein kasar 50-60%, lemak 9,4%, kalsium 5,11%, dan fosfor 2,88% (Djaelani, 2012). Hasil tersebut menunjukkan bahwa larva BSF sangat cocok dijadikan pakan atau bahan pakan untuk unggas, terutama sebagai bahan protein. Dalam budidaya unggas terdapat 3 tahap pemberian pakan, yaitu starter, grower dan finisher, kandungan protein yang dibutuhkan dalam tahap tersebut sangat tercukupi oleh kandungan yang dimiliki larva BSF. Tahap starter membutuhkan protein di atas 25% sedangkan grower sampai finisher dibawah 25 %.

KESIMPULAN

Simpulan

Fermentasi TKKS dengan *Trichoderma* sp. akan efektif (secara proses) dan efisien (ekonomis) pada dosis pemberian 10%. Dosis pemberian mini larva BSF pada bahan terfermentasi 550 g signifikan pada pemberian dosis 5 g mini larva. Berat larva akan bertambah dari berat awal 5 g menjadi 230,34 g dalam waktu 8 hari. TKKS terkonversi rata-rata tertinggi pada 39% (perlakuan A) menjadi larva BSF (bahan pakan) melalui fermentasi menggunakan *Trichoderma* sp. Sedangkan tanpa fermentasi hanya pada kisaran 4% saja (kontrol). Hasil

uji proksimat menunjukkan bahwa larva BSF cocok dijadikan pakan langsung ataupun bahan pakan dengan nilai kandungan protein kasar 35,40% sampai 42,31% dan lemak kasar 3,33% samapi 36,41% .

Saran

Bahan cair dan padat hasil samping dari biokonversi TKKS menggunakan *Trichoderma* sp. perlu diteliti lebih lanjut sebagai pupuk cair dan pupuk padat. TKKS akan terkonversi lebih baik apabila dapat digiling lebih halus seperti dedak atau bekatul.

DAFTAR PUSTAKA

- Bourgaize, D.,** T. T. Jewell, & R. G. Buiser. 1999. *Biotechnology demystifying the concepts*. Benjamin Cummings, Sanfrancisco: xvi + 416 hlm.
- Carpenter, M. A.,** H. J. Ridgway, A. M. Stringer, A. J Hay, & A. Stewart. 2008. Characterisation of a *Trichoderma hamatum* monooxygenase gene involved in antagonistic activity against fungal plant pathogens. *Curr Genet* 53:193-205.
- Caruso, D.,** E. Devic, I. W. Subamia, P. Talamond, E. Baras. 2014. *Technical Handbook of Domestication and Production of Diptera Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens*, Stratiomyidae*. IRD editions. Bogor (ID): IPB Press.
- Danielson, R. M.,** C.B. Davey.2002. Non nutritional factors affecting the growth of *Trichoderma* in culture. *Soil Biol Chem* 5:495-504.
- Diener, S.,** M. Nandayure, S. Solano, F. R. Gutiérrez, C. Zurbrügg, & K. Tockner. 2011. *Biological treatment*

- of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste. Biomass. Valor.* 2:357–363.
- Djaelani, A.** 2012. Potensi Kotoran Ayam Sebagai Media Pembiakan Belatung untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Bobot Ayam Broiler. Balai Diklat Keagamaan Surabaya. <http://bdksurabaya.kemenag.go.id/file/dokumen/KOTORAN.pdf>. [30 November 2013]
- Dortmans, B.** 2015. Valorisation of organic waste effect of the feeding regime on process parameters in a continuous black soldier fly larvae composting system. Tesis. Swedish (SE): University of Agricultural Sciences.
- Fahmi, M. R., S. Hem, & I. W. Subamia.** 2009. Potensi maggot untuk peningkatan pertumbuhan dan status kesehatan ikan. *Jurnal. Riset. Akuakultur.* 4 (2): 221-232.
- Finke, M. D.** 2012. Complete nutrient content of four species of feeder insects. Research article. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). *Zoo Biology* 00: 1–15.
- Isroi.** 2008. Kompos. Peneliti pada Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. <http://isroi.files.wordpress.com/2008/02/kompos.pdf>. Bogor. (17 Maret 2016).
- Jay, J. M., M. J. Loessner, & D. A. Golden.** 2005. *Modern food microbiology*. 7th ed. Springer Science, New York: xx + 790 hlm.
- Kim, W., S. Bae, H. Park, K. Park, S. Lee, Y. Choi, S. Han, & Y. Koh.** 2010. The larvae age and mouth morphology of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Int. J. Indust. Entomol.* 21(2):185-187.
- Madigan, M. T., J. M. Martinko, & D. A. Stahl.** 2011. *Biology of microorganisms*. 13th ed. Benjamin Cummings, San Francisco: xxviii + 1040 hlm.
- 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. Report for The Animal and Poultry waste Management Center. North Carolina State University Raleigh.
- Nguyen, T. T. X., J. K. Tomberlin, S. Vanlaerhoven.** 2015. Ability of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste. *Environ. Entomol.* 44(2):406-410.
- Rachmawati, D., Buchori, P. Hidayat, S. Hem, & MR. Fahmi.** 2010. Perkembangan dan kandungan nutrisi larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada bungkil kelapa sawit. *J. Entomol. Indon.* 7(1):28-41.
- Sutanto, R.** 2002. *Pertanian Organik*. Kanisius, Yogyakarta.
- Tomberlin, J. K., D. C. Sheppard, & J. A. Joyce.** 2002. Selected life history traits of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95: 379-386.
- Warburton, K., & V. Hallman.** 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.