

**APLIKASI MIKROBA LIGNOSELULOLITIK INDIGENUS
ASAL TANAH GAMBUT RIAU DALAM PEMBUATAN
KOMPOS DARI CAMPURAN TANDAN KOSONG
DAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.)**

Happy Zatul Munawarah, Delita Zul, Bernadeta Leni Fibriarti

**Mahasiswa Program S1 Biologi
Bidang Mikrobiologi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*happyz.munawrah@yahoo.com***

ABSTRACT

Activity of palm oil industries usually has side result such as empty fruit bunch (EFB) and palm oil mill effluent (POME) wastes. Those wastes still contain organic material that can be utilized as a substrate for compost production. Because of lignin and cellulose components, composting of EFB takes about 60 days to obtain standardized composts. It is known that composting process can be shortened by adding bioactivators. The purpose of this research was to analyze the ability of indigenous lignocellulolytic microbes isolated from peat soil in Riau as bioactivator in composting of EFB enriched by POME. The selected isolates consisting of 4 bacteria (BB_S27, BB_HP42, BB_HP41 and BB_K20) and 2 fungi (LIJ1 and LIJ2) were subcultured on Nutrient Broth and Potato Dextrose Broth. Starters were then made from a combination of the isolates and fermented during 7 days using seedling media. The compost treatments included negative control (seedling media without isolates), positive control by using effective microorganisms (EM) and bioactivator made in USA, and 4 combinations of those isolates resulting 7 treatments. Composting was done by the windrow composting system utilizing 400 kg EFB as a substrate and inoculated by 50 liters of the starters at the 1st and 14th incubation time. During 35 days composting process, the substrate was enriched by 20 liters POME every 2 days. The best quality compost was produced by treatment K₃ (a combination of 4 bacteria and 2 fungi) as its characters almost in line with the National Quality Standard (ISO) such as N 2.22%, C/N ratio 14.5, P 0.760%, K 3.44%, blackish brown color, smell like soil and unraveled texture. The highest cellulolytic and ligninolytic microbes cell number were also found in compost treated by K₃ with value 8.8×10^8 CFU/g and 1.2×10^9 CFU/g, respectively.

Keywords: Bioactivator, compost, empty fruit bunch, lignocellulolytic microbes, palm oil mill effluent

ABSTRAK

Produksi minyak oleh industri kelapa sawit akan menghasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS). Limbah tersebut masih mengandung bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat untuk produksi kompos. Karena komponen lignin dan selulosa, TKKS membutuhkan waktu sekitar 60 hari untuk menghasilkan kompos standar. Diketahui bahwa bioaktivator dapat mempercepat pengomposan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan mikoba lignoselulolitik indigenus dari tanah gambut di Riau sebagai bioaktivator dalam pengomposan TTKS diperkaya oleh LCPKS. Isolat yang dipilih terdiri dari 4 bakteri (BB_S27, BB_HP42, BB_HP41 dan BB_K20) dan 2 jamur (LIJ1 dan LIJ2) disubkultur pada *Nutrient Broth* dan *Potato Dextrose Broth*. Starter kemudian dibuat dari kombinasi isolat dan difermentasi selama 7 hari menggunakan media bibit. Perlakuan kompos meliputi kontrol negatif (tanpa isolat), kontrol positif dengan menggunakan mikroba efektif (EM) dan bioaktivator dari Amerika Serikat, dan 4 kombinasi dari isolat yang dihasilkan 7 pelakuan. Pengomposan dengan sistem *windrow composting* menggunakan 400 kg TTKS sebagai substrat dan diinokulasi 50 liter starter pada hari ke 1 dan 14 pengomposan. Substrat diperkaya dengan 20 liter LCPKS setiap 2 hari selama 35 hari pengomposan. Kualitas kompos terbaik dihasilkan oleh perlakuan K₃ (kombinasi dari 4 bakteri dan jamur 2) dengan sebagian karakter sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) kompos, seperti N 2,22%, C/N ratio 14,5, P 0,760%, K 3,44%, warna coklat kehitaman, bau seperti tanah dan tekstur terurai. Perlakuan K₃ juga menunjukkan total populasi tertinggi pada mikroba selulolitik dan ligninolitik dengan hasil $8,8 \times 10^8$ CFU/g dan $1,2 \times 10^9$ CFU/g.

Katakunci: Bioaktivator, kompos, limbah cair pabrik kelapa sawit, mikroba lignoselulolitik, tandan kosong kelapa sawit.

PENDAHULUAN

Riau merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan areal perkebunan kelapa sawit yang luas. Buah kelapa sawit merupakan bagian yang paling dominan dipanen untuk diolah lebih lanjut menjadi produk berupa CPO (*Crude Palm Oil*). Dari produksi tersebut dihasilkan produk samping berupa limbah padat sebanyak 20-25% dan limbah cair sebanyak 50%-60% dari total tandan buah segar (TBS) yang diolah (Leokita, 2002). Produk samping tersebut seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan limbah cair pabrik

kelapa sawit (LCPKS) dapat didekomposisi secara bersama menjadi kompos, sehingga menjadi alternatif penanganan limbah terpadu (Lord et al., 2002).

Kompos merupakan bahan organik yang telah mengalami perombakan sehingga bentuk, tekstur, warna dan bau sudah berbeda dari bentuk aslinya. Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Dekomposisi organik merupakan perubahan fisika dan kimia bahan organik menjadi komponen sederhana oleh mikroba pada kondisi lembab dan aerasi baik (Yunindanova, 2009).

Tandan kosong kelapa sawit memiliki serat berupa selulosa dan lignin yang cukup tinggi. Serat tersebut sulit terdegradasi secara alami namun mikroba dapat mendegradasinya lebih cepat. Pemberian kultur starter yang mampu menghidrolisis selulosa, hemiselulosa dan lignin mempercepat proses pengomposan TKKS (Yeoh et al., 2012) dan konsentrasi starter 20% signifikan memacu aktivitas mikroba dalam mempercepat penurunan rasio C/N (Shahila et al., 2012).

Mikroba lignoselulolitik adalah mikroba yang memiliki peranan penting dalam proses fermentasi komponen lignoselulosa. Perombakan komponen lignoselulosa melibatkan aktivitas enzim seperti peroksidase, fenol oksidase, selulase, hemiselulase dan gula oksidase (Suparjo, 2008). Berbagai kelompok mikroba dari jamur, bakteri dan aktinomycetes dapat memproduksi enzim ligninolitik. Mikroba seperti *Clostridium*, *Penicillium*, *Cellulomonas*, *Trichoderma*, *Basidiomycetes*, *Fusarium*, *Aspergillus* dan *Neurospora* memiliki aktivitas ligninolitik, selulolitik dan hemiselulolitik yang tinggi (Chandel et al., 2007).

Mikroba lignoselulolitik berpotensi untuk dijadikan sebagai bioaktivator kompos. Sejauh ini belum diketahui kemampuan mikroba lignoselulolitik indigenus gambut Riau dalam merubah TKKS yang diperkaya oleh LCPKS menjadi kompos dengan kualitas yang sesuai standar SNI, dan dengan waktu pengomposan yang relatif lebih cepat. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan beberapa mikroba lignoselulolitik indigenus Riau sebagai bioaktivator kompos dari TKKS dan LCPKS dengan waktu fermentasi yang relatif pendek

dan menghasilkan kompos sesuai standar SNI.

METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2013 - April 2014 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau dan Laboratorium Analisis di PT. Central Alam Resources Lestari JL. HR. Soebrantas No.134 Panam, Pekanbaru.

b. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer *genesis 10s uv-vis*, autoklaf, timbangan analitik, pH meter, *atomic absorption spectro (AAS)*, *flame photometer*, *microwave*, *rotary shaking incubator*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, oven, sentrifus, *vortex*, pipet mikro, pipet volume, *aluminium foil*, *burette digital*, *kjeldahl distillation (kjeltec.™ 8200)*, *muffle furnace*, *dryglaski*, termometer, labu *kjeldahl*, mesin uap air, grinding, garpu besi, gelas ukur, kayu broti, ember, terpal, kantong plastik.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah TKKS yang telah dicacah, LCPKS segar, koleksi bakteri lignoselulolitik dan jamur lignoselulolitik, serbuk *nutrien broth*, agar *bacto*, NaCl, kentang, dextrose, K_2HPO_4 , H_2SO_4 pekat, $FeSO_4$, K_2SO_4 , $MgSO_4$, HNO_3 , NaOH, Na_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, $SrCl_2 \cdot 6H_2O$, selulosa, akuades, guaiokol, polypepton, alkohol, asam borat, HCl pekat, *vanadomolybdate*, gliserol, *Congo Red*, ekstrak yeast, *azomethine-H*, larutan *buffer*, *selenium*

black, standar kalium (K), standar seng (Zn), standar kalsium (Ca), standar boron (B), standar magnesium (Mg), standar fosfor (P), standar tembaga (Cu), standar besi (Fe), dedak, terasi dan gula merah.

c. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini meliputi persiapan starter, persiapan substrat, proses pengomposan dan analisis kualitas kompos (kimia, fisika dan biologi).

Persiapan Starter. Isolat uji merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi yaitu (BB_S27, BB_HP42, BB_HP41 dan BB_K20) dan jamur (LIJ1 dan LIJ2). Isolat diinokulasikan pada 250 ml medium NB dan PDB, kemudian diinkubasi dalam *rotary shaking incubator* kecepatan 200 rpm, suhu 25°C selama 7 hari.

Starter yang digunakan merupakan gabungan dari beberapa isolat dengan kombinasi: starter 1 terdiri dari 4 bakteri, starter 2 terdiri dari 4 bakteri dan 1 jamur, starter 3 terdiri dari 4 bakteri dan 2 jamur, starter 4 adalah EM4, starter 5 merupakan Aktivator USA dan starter 6 merupakan medium fermentasi untuk pertumbuhan starter tanpa penambahan bakteri.

Sebanyak 1 liter kombinasi isolat tersebut difermentasikan ke dalam 10 liter medium fermentasi untuk pertumbuhan starter dengan komposisi (g/liter): 6 dedak, 0,5 gula merah, 0,5 terasi dalam 10 liter air. Starter diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang.

Persiapan Fermentor dan Perlakuan. Pengomposan dilakukan dengan sistem *windrow composting* yang ditutup plastik terpal di atas kerangka

yang berbentuk kotak-kotak sebanyak 7 kotak. Ukuran masing-masing kotak p x l (1 m x 1 m) dan dengan tinggi bervariasi sesuai susunan tumpukan kompos selama proses pengomposan (0,5 m- 1 m).

Masing-masing kotak diisi dengan substrat kompos yaitu 400 kg TKKS yang telah dicacah, kemudian dikompositkan sesuai perlakuan yaitu:

- K₀ = Kontrol negatif (400 kg TKKS + 20 liter LCPKS)
- K₁ = Perlakuan I (400 kg TKKS + 20 liter LCPKS + 50 liter starter 1)
- K₂ = Perlakuan II (400 kg TKKS + 20 liter LCPKS + 50 liter starter 2)
- K₃ = Perlakuan III (400 kg TKKS + 20 liter LCPKS + 50 liter starter 3)
- K₄ = Kontrol positif (400 kg TKKS + 20 liter LCPKS + 50 liter starter 4)
- K₅ = Kontrol positif (400 kg TKKS + 20 liter LCPKS + 50 liter starter 5)
- K₆ = Kontrol negatif (400 kg TKKS + 20 liter LCPKS + 50 liter starter 6)

Proses Pengomposan. TKKS yang telah dicacah sebanyak 400 kg dimasukkan ke dalam fermentor, kemudian disiram dengan 20 liter LCPKS segar dengan menggunakan gembor. Sebanyak 50 liter starter yang telah ditentukan sesuai perlakuan disemprotkan pada tumpukan TKKS dengan menggunakan mesin uap air pada hari ke 1 dan 14 pengomposan. Kompos diaduk dengan menggunakan garpu besi (pada hari ke 7, 14, 21, 26 dan 34). Pengomposan dilakukan selama 35 hari dan selama proses pengomposan dilakukan pengukuran temperatur dan penyiraman 20 liter LCPKS setiap dua hari sekali. Parameter pengomposan yang diukur meliputi karakteristik kimia: C-organik, pH, rasio C/N, N (Modifikasi, *Kjeldahl* 1883), Mg, Ca, Cu, Zn dan Fe (Instrumen AAS).

Karakteristik fisika: kadar air, temperatur, warna, bau, tekstur secara organoleptik. Karakteristik biologi: total populasi mikroba metode *plate count*.

Analisis data penelitian dengan menggunakan metode statistik deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Hasil analisis dibandingkan dengan kualitas kompos SNI 19-7030-2004.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Kimia Kompos

Kandungan hara kompos sebelum dan sesudah pengomposan sangat berbeda. Hasil karakteristik kimia disajikan pada Tabel 1.

Derajat keasaman (pH) semua perlakuan tumpukan kompos mengalami peningkatan hingga diatas dari SNI kompos, namun tidak melewati standar pengomposan dari *Nova Scotia Organic Growers Association* yaitu 5,5-8,5 (NSOGA 2002, *cit* Jannah 2003). Kenaikan pH menjadi basa disebabkan produksi ammonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen (Hasibuan et al., 2012).

Nitrogen tertinggi hingga terendah berturut-turut ditunjukkan oleh tumpukan K₅, K₃, K₆, K₂, K₄, K₀ dan K₁. Peningkatan nitrogen pada kompos terjadi karena kondisi pengomposan yang menyediakan nutrisi yang cukup bagi mikroba untuk mengubah protein menjadi ammonium dan nitrat. Selain itu kandungan nitrogen pada TKKS (0,91%) dan LCPKS (0,12%) cukup tinggi, sehingga banyak ammonium yang dibebaskan mikroba dan ammonium dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrat (Jannah, 2003).

Penurunan kadar C-organik paling baik pada K₃. Penurunan kadar C-organik terjadi karena proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroba. Kandungan C-organik yang terikat pada bahan semakin lama akan semakin sedikit karena digunakan oleh mikroba sebagai penyusun komponen sel dan sebagian lagi berubah menjadi CO₂ dan H₂O yang terlepas ke udara (Nurullita & Budiyono, 2012).

Rasio C/N pada setiap tumpukan mengalami penurunan. Penurunan tersebut terjadi karena aktivitas mikroba pada bahan yang mengandung selulosa dan nitrogen, sehingga dapat meningkatkan protein mikroba dan zat humus (Baharuddin et al., 2009).

Kandungan hara kompos meliputi P, K, Ca, Mg, B, Cu, Zn dan Fe kompos memenuhi syarat standar SNI. Data tersebut menunjukkan bahwa kompos ini dapat dikatakan aman untuk diaplikasikan pada tanaman. Hara kompos yang dihasilkan dari masing-masing tumpukan tidak jauh berbeda. Akan tetapi, dapat dinyatakan bahwa perlakuan yang paling baik adalah K₃ yaitu dengan penambahan starter dari empat bakteri lignoselulolitik dan dua jamur lignoselulolitik.

b. Karakteristik Fisika Kompos

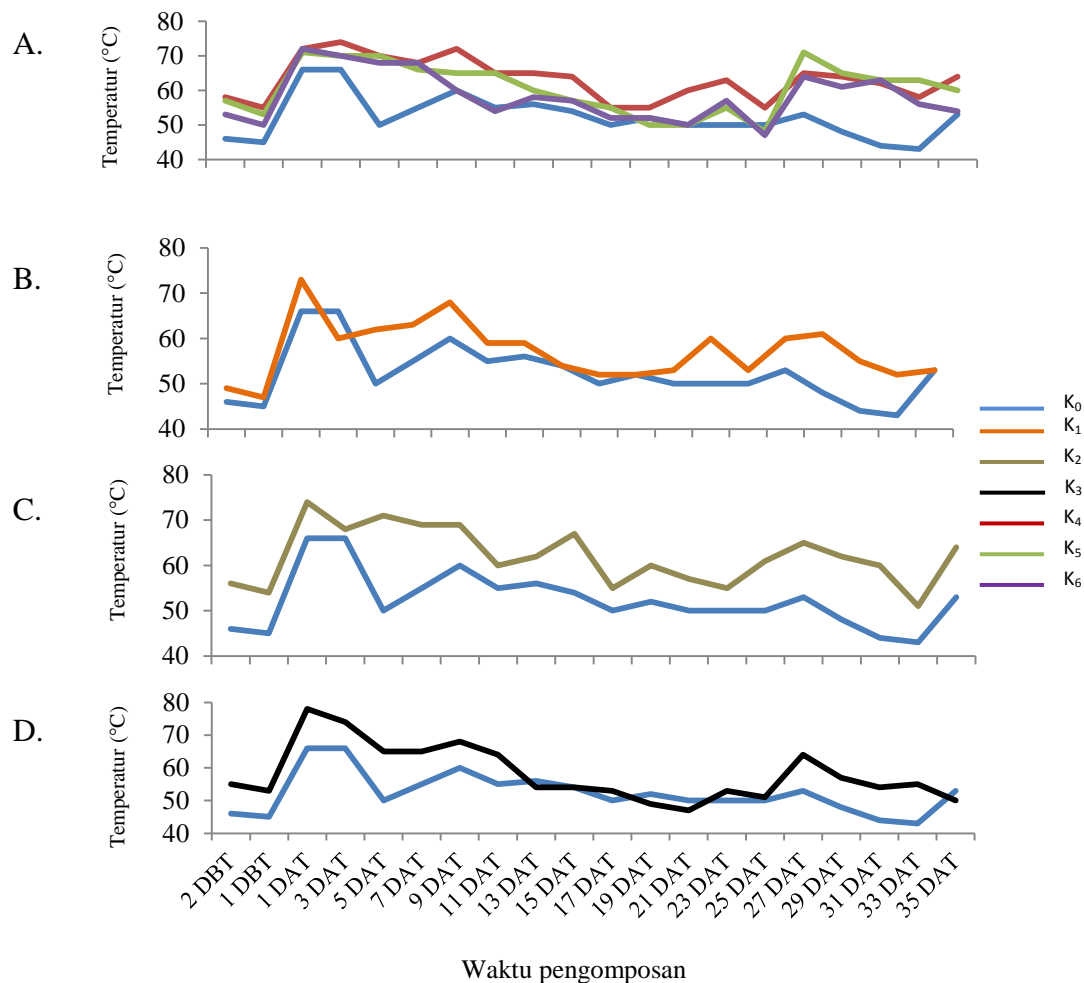
Temperatur. Selama proses pengomposan temperatur kompos cenderung berfluktuasi. Data perubahan temperatur kompos selama pengomposan disajikan pada Gambar 1.

Dua hari sebelum aplikasi aktivator temperatur tumpukan kompos mencapai $\pm 52^{\circ}\text{C}$. Temperatur setelah aplikasi mengalami kenaikan yang signifikan yaitu pada tumpukan K₃ (78°C) dan terendah pada K₀ (66°C).

Tabel 1. Karakteristik sifat kimia dari campuran tandan kosong kelapa sawit dan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan berbagai aktivator

Parameter	Substrat		Perlakuan						Rata-rata	Standar SNI		
	TKKS	LCPKS	K0	K1	K2	K3	K4	K5		K6	Minimum	Maksimum
pH (H ₂ O)	7,04	3,97	7,68	7,93	8,01	8,35	8,15	7,59	7,92	7,99	6,8	7,49
% C-Organik	56,8	-	35,1	32,1	33,4	31,2	32,8	32,7	32,4	32,6	9,80	32
% N	0,91	0,12	1,84	1,82	2,09	2,22	1,95	2,27	2,15	2,15	0,40	-
Rasio C/N	62,36	-	19,1	17,7	16,0	14,5	16,8	14,4	15,1	15,1	10	20
% P	0,091	0,04	0,576	0,60	0,687	0,760	0,625	0,753	0,742	0,969	0,044	-
% K	1,70	0,27	3,07	2,89	3,43	3,44	2,80	3,26	2,80	3,11	0,167	*
% Ca	0,28	0,04	0,75	0,73	1,11	0,85	0,70	1,04	0,89	0,89	-	2,55
% Mg	0,15	0,04	0,49	0,54	0,70	0,67	0,50	0,56	0,61	0,60	*	0,60
Ppm B	9,0	-	33,2	27,2	31,7	28,6	30,5	33,1	33,5	30,8	-	-
Ppm Cu	7,9	4,8	33,1	27,4	21,5	25,0	21,8	27,2	23,0	24,3	*	100
Ppm Zn	40,3	3,9	160,0	132,4	126,4	112,4	119,6	137,0	98,8	121,1	*	500
Ppm Fe	40,8	65,7	958	1018	775	838	1083	1053	980	958	*	2000

Keterangan: *Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum



Gambar 1. Fluktuasi temperatur selama proses pengomposan A. K₀, K₄, K₅ dan K₆, B. K₀ dan K₁, C. K₀ dan K₂ dan D. K₀ dan K₃. K₀ = tanpa starter, K₁ = starter 1, K₂ = starter 2, K₃ = starter 3, K₄ = starter 4, K₅ = starter 5 dan K₆ = starter 6.

Transformasi bahan organik tidak stabil menjadi stabil (kompos matang) ditandai oleh pembentukan panas dan produksi CO₂. Selama pengomposan, komposisi populasi mikroba berubah dari tahap mesofilik, ke tahap termofilik dan terakhir pada tahap stabilisasi atau pendinginan.

Mikroba mesofilik memulai dekomposisi bahan yang mudah hancur seperti protein, gula dan pati kemudian

digantikan oleh mikroba termofilik yang secara cepat merombak bahan organik (Husen & Irawan, 2007). Temperatur yang tinggi selama fase termofilik mampu membunuh mikroba patogen dan biji-biji gulma sehingga dapat dihasilkan kompos yang higienis.

Kadar Air. Aktivitas mikroba dipengaruhi oleh keberadaan air di dalam kompos. Kadar air yang tinggi memberikan dampak negatif pada

kompos. Air yang terlalu banyak akan mengisi ruang-ruang kosong pada tumpukan kompos, sehingga mengurangi kadar oksigen pada kompos dan pengomposan akan berlangsung secara anaerob. Sebaliknya kadar air yang terlalu sedikit dapat mengganggu pertumbuhan dan metabolisme mikroba (Lestari & Sembiring, 2010).

Pada penelitian, kadar air ini dikontrol agar tidak terjadi kekeringan pada bahan dengan penambahan 20 liter LCPKS dengan 18 kali penyiraman, sehingga total penyiraman LCPKS selama pengomposan adalah 360 liter. Hasil pengukuran kadar air pada awal dan akhir pengomposan penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar air kompos

Perlakuan	Kadar air (%)
K ₀	50,6
K ₁	42,0
K ₂	45,0
K ₃	43,6
K ₄	46,8
K ₅	42,8
K ₆	51,0
Rata-rata	45,2

Keterangan: * SNI 19-7030-2004 <50%

Warna, Bau dan Tekstur. Kualitas fisik kompos diamati secara

Tabel 3. Karakteristik Warna, Bau dan Tekstur Kompos

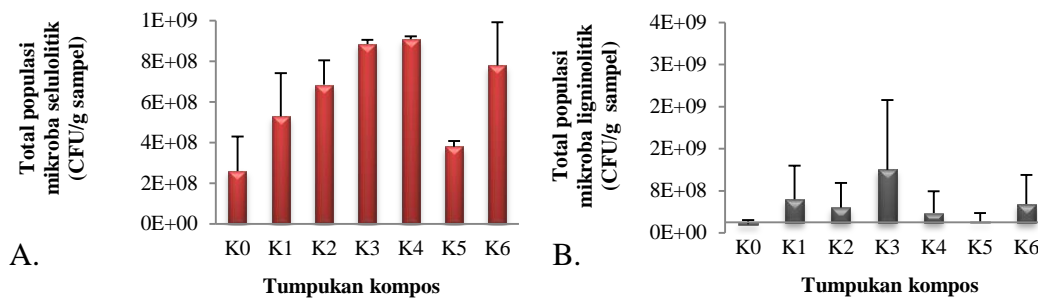
Perlakuan	Parameter		
	Warna	Bau	Tekstur
Awal	2.5Y 6,5/11 (Cokelat)	Bau TKKS & LCPKS	Tampak TKKS
K ₀	5Y 7/11,5(Cokelat tua)	Bau seperti tanah	Terurai kasar
K ₁	1Y 6/6,5 (Cokelat kehitaman)	Bau seperti tanah	Terurai kasar
K ₂	2.5Y 6/6,5 (Cokelat kehitaman)	Bau seperti tanah	Terurai kasar
K ₃	10YR 5,7/4 (Cokelat kehitaman)	Bau seperti tanah	Sudah terurai
K ₄	2.5Y 5/9 (Cokelat kehitaman)	Bau seperti tanah	Sudah terurai
K ₅	2.5Y 5/9 (Cokelat kehitaman)	Bau seperti tanah	Sudah terurai
K ₆	2.5Y 6/6,5 (Cokelat kehitaman)	Bau seperti tanah	Terurai kasar
SNI	Kehitaman	Berbau tanah	-

organoleptik. Dari hasil yang didapat menjelaskan kematangan kompos yang diamati. Hasil karakterisasi pada warna, bau dan tekstur kompos disajikan pada Tabel 3.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos yang dihasilkan dari campuran TKKS dan LCPKS dengan menggunakan beberapa aktivator telah matang dengan warna cokelat kehitaman yang terbentuk dari hasil reaksi pencokelatan secara enzimatik yang menyebabkan oksidasi pada kandungan yang terdapat pada substrat selama pengomposan (Agustina, 2013), bau seperti tanah karena materi yang dikandung sudah menyerupai tanah setra tekstur yang terurai. Hal ini sesuai dengan standar SNI.

c. Karakteristik Biologi: Total Populasi Mikroba

Mikroba yang terdapat di dalam aktivator terdiri dari beberapa kelompok yang sama yaitu bakteri, yeast dan jamur, namun berbeda spesies dan kelimpahannya. Perbedaan aktivator memperlihatkan jumlah total mikroba berbeda-beda pada tiap tumpukan. Total populasi mikroba disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Total populasi A. mikroba selulolitik B. mikroba ligninolitik dan K₀ = tanpa starter, K₁= starter 1, K₂ = starter 2, K₃ = starter 3, K₄ = starter 4, K₅ = starter 5 dan K₆ = starter 6.

Mikroba selulolitik selama proses pengomposan berperan aktif dalam mendegradasi bahan yang mengandung selulosa. Mikroba selulolitik akan mengeluarkan enzim dan mengubah selulosa menjadi bentuk yang lebih sederhana. Total populasi mikroba selulolitik tertinggi dijumpai pada tumpukan K₄ dan K₃ yaitu ($9,1 \times 10^8$ dan $8,85 \times 10^8$ CFU/g) dan terendah pada K₀ ($2,6 \times 10^8$ CFU/g). Rendahnya total populasi mikroba selulolitik pada K₀ dikarenakan pada tumpukan tersebut tidak diberikan aktivator yang mengandung mikroba selulolitik. Mikroba selulolitik pada tumpukan K₀ merupakan mikroba indigenus pada TKKS dan LCPKS yang digunakan. Seperti pada penelitian Sentana *et al.* (2010) yang mengisolasi mikroba dari TKKS yang sudah lapuk dan menggunakannya sebagai starter pengomposan.

Mikroba ligninolitik dapat mendegradasi lignin pada kompos dengan memproduksi enzim. Bakteri mendegradasi lignin seperti oksidasi yang dilakukan oleh jamur, namun bakteri hanya mampu mendegradasi sebagian kecil molekul lignin (Suparjo 2008). Populasi tertinggi dijumpai pada K₃ ($1,2 \times 10^9$ CFU/g) dan terendah pada

K₀ ($1,62 \times 10^8$ CFU/g). Tingginya populasi mikroba ligninolitik pada K₃ disebabkan karena penambahan aktivator pada tumpukan yang terdiri dari empat bakteri lignoselulolitik dan 2 jamur lignoselulolitik.

KESIMPULAN

Pemberian aktivator dari mikroba lignoselulolitik indigenus gambut Riau menghasilkan kompos dari campuran TKKS dan LCPKS, dengan kualitas kompos yang memenuhi standar SNI dan dengan waktu yang lebih cepat. Kompos yang dihasilkan pada perlakuan K₃ memiliki kualitas kompos terbaik dengan hasil rasio C/N (14,5), C (32,1%), N (2,22%), P (0,760%), K (3,44%), warna kompos cokelat kehitaman, bau seperti tanah dan tekstur sudah terurai. Pada tumpukan K₃ juga menunjukkan populasi tertinggi pada mikroba selulolitik ($8,8 \times 10^8$ CFU/g) dan ligninolitik ($1,2 \times 10^9$ CFU/g).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala dan Laboran Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UR. Penulis juga

mengucapkan terima kasih kepada PT. Central Alam Resources Lestari yang telah memfasilitasi penelitian ini melalui hubungan kerjasama dengan Jurusan Biologi FMIPA UR.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A.S. 2013. Rasio C/N, kandungan kalium (K), keasaman (pH), dan warna kompos hasil pengomposan sampah organik pasar dengan starter EM4 (*Effective microorganism 4*) dalam berbagai dosis [skripsi]. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IKIP PGRI Semarang.
- Association of Official Analytical Chemists. 1948. Official method of analysis of the association of official analytical chemists. 14 th ed. Inc. Virginia: AOAC.
- Baharuddin, A.S., Hock, L.S., Yusof, M.Z.M., Rahman, N.A.A., Shah, U.K.M., Hassan, M.A., Wakisaka, M., Sakai, K. and Shirai, Y. 2010. Effect of palm oil mill effluent (POME) anaerobic sludge from 500 m³ of closed anaerobic methane digested tank on pressed-shredded empty fruit bunch (EFB) composting process. *African Journal of Biotechnology* 9(16): 2427-2436.
- Chandel, A.K., Chan, E.S., Rudravaram, R., Narasu, M.L., Rao and Ravindra P. 2007. Economic and environmental impact of bioetanol production technologies. *Journal Appraisal. Biotechnology and Molecular* 1(2): 14-32.
- Hasibuan, Z.H., Sabrina, T. dan Sembiring, M.B. 2012. Potensi bakteri *Azotobacter* dan hijauan *Mucuna bracteata* dalam meningkatkan hara nitrogen kompos tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Argoekoteknologi* 1(1): 237-253.
- Husen, E. dan Irawan. 2007. Efektivitas dan efisiensi mikroba dekomposer komersial dan lokal dalam pembuatan kompos jerami. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*.
- Jannah, M. 2003. Evaluasi kualitas kompos berbagai kota sebagai dasar dalam pembuatan SOP (*Standard Operating Procedure*) pengomposan [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kjeldahl, J. 1883. A new method for the determination of nitrogen in organic matter. *Zeitschreft Fur Analytisch Chemie* 22:366.
- Leokita, H. 2002. Teknologi pengolahan limbah industri kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 3(3): 242-250.
- Lestari, D. dan Sembiring, E. 2010. Komposting dan fermentasi tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Inovasi pertanian* 4(2).
- Lord, S., Hoare, M.K. and Thompson, N.M. 2002. Composting for zero discharge NBPOL'S solution. Di dalam: International Oil Palm Conference. Nusa Dua Bali. Indonesia Juli 8-12 2002. Bali.

- Nurullita, U. dan Budiyo. 2012. Lama waktu pengomposan sampah rumah tangga berdasarkan jenis mikroorganisme lokal (MOL) dan teknik pengomposan. Di dalam: Seminar Hasil-Hasil Penelitian-LPPM UNIMUS. Semarang.
- Sentana, S., Suyanto, Subarto, M.A., Suprapedi dan Sudiyana. 2010. Pengembangan dan pengujian inokulum untuk pengomposan limbah tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Rekayasa Proses* 2(4): 35-39.
- Shahila, N., Ahmad, A. dan Wisrayetti. 2012. Pengaruh konsentrasi starter pada pembuatan kompos dari tandan kosong kelapa sawit dengan teknologi biofertilizer. Di dalam: *Prosiding STNK TOPI 2012*. Pekanbaru: Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau. hlm 160-164.
- Standarisasi Nasional Indonesia. 2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik [bibliografi]. Jakarta: SNI.
- Suparjo, 2008. *Degradasi Komponen Lignoselulosa oleh Kapang Pelapuk Putih*. Jaja66. Wordpress.com. [22 april 2014].
- Yeoh, Y.C., Chin, N.Y., Tan, C.S. and Ooi, H.S. 2012. Industrial scale co-composting of palm oil mill waste with starter cultures. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 10(2) : 771-775.
- Yunindanova, M.B. 2009. Tingkat kematangan kompos tandan kosong kelapa sawit dan penggunaan berbagai jenis mulsa terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dan cabai (*Capsicum annum* L.) [skripsi]. Bogor: Program Studi Agronomi, Institut Pertanian Bogor.