

**ANALISIS KUALITAS KOMPOS DARI CAMPURAN  
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN KOTORAN AYAM  
MENGUNAKAN LIMBAH CAIR  
PABRIK KELAPA SAWIT DAN EM-4**

**Irawati Suherman, Amir Awaluddin, Itnawita**

**Mahasiswa Program Studi S1 Kimia  
Bidang Kimia Anorganik Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia  
*irawatisuherman@gmail.com***

**ABSTRACT**

Empty fruit bunches (EFB) are solid wastes produced in large quantity from palm oil industry. Thus, the wastes could cause serious problem to environment. The application of EFB as main component for composting process along with chicken dung is desirable. This research used the EFB combined with chicken dung, POME (Palm Oil Mill Effluent) and EM-4 in order to accelerate the composting process. Control's sample was made using POME as an activator without EM-4. Quality of compost was determined according to its pH, water content and C/N ratio at each 5 days for 30 days composting period. The water content from the samples were determined using gravimetric method while total of N were determined using Kjeldahl method. The result showed that co-composting of EFB and chicken dung using POME and EM-4 as the activators didn't have significance difference on the control's sample with the value of  $P > 0,05$ . Meanwhile, the value of pH, water and C/N ratio of composting products were respectively 7, 40-50% and 17-19 after 30 days composting period

Keyword: compost, EFB, POME, composting process, activator

**ABSTRAK**

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang dihasilkan dalam jumlah banyak oleh industri pengolahan minyak kelapa sawit. Limbah ini akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan cara yang tepat. Pemanfaatan TKKS sebagai bahan baku kompos melalui penambahan kotoran ayam telah dilakukan di dalam penelitian ini. Proses pengomposan dilakukan dengan penambahan kotoran ayam menggunakan aktivator campuran EM-4 dan limbah cair pabrik minyak kelapa sawit (LCPMKS). Sampel kontrol dilakukan melalui penambahan aktivator LCPMKS tanpa EM-4. Analisa kualitas kompos ditentukan berdasarkan kandungan air, pH dan rasio C/N selama 30 hari pengomposan dalam selang waktu 5 hari. Kandungan air sampel ditentukan menggunakan metode gravimetri sedangkan analisa N-total menggunakan metode Kjeldahl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan aktivator EM-4 pada campuran kompos tidak memberikan perbedaan yang

nyata terhadap sampel kontrol pada nilai rasio C/N dengan nilai  $P > 0,05$ . Kompos yang dihasilkan memiliki nilai pH, kandungan air, dan rasio C/N berturut-turut sebesar 7,40, 50% dan 17 setelah 30 hari waktu pengomposan.

Kata kunci : kompos, tandan kosong, pengomposan, LCPMKS, aktivator.

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai peranan penting di Indonesia. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 8.992.824 ha dengan lahan sawit terbesar berada di provinsi Riau yang mencapai 2.103.175 ha dan produksi tandan buah segar (TBS) sebanyak 36.809.252 ton per tahun ([www.ditjenbun.pertanian.go.id](http://www.ditjenbun.pertanian.go.id)).

Dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit akan menghasilkan sisa produksi berupa limbah padat, cair, dan gas. Limbah padat yang berasal dari proses pengolahan kelapa sawit terdiri dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang atau tempurung, serabut atau serat, lumpur, dan bungkil. Limbah padat tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama yaitu 23% dari proses pengolahan kelapa sawit. Setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar akan dihasilkan tandan kosong kelapa sawit sebanyak 22 – 23% atau 220 – 230 kg. Apabila dalam sebuah pabrik dengan kapasitas pengolahan 100 ton/jam dengan waktu operasi selama 6 jam, maka akan dihasilkan sebanyak 132 ton tandan kosong kelapa sawit. Adapun limbah cair pabrik minyak kelapa sawit (LCPMKS) berasal dari unit pengukusan (sterilisasi), klarifikasi (pemisahan produk pabrik kelapa sawit berdasarkan

berat jenis), dan buangan dari hidrosiklon (Fauzi dkk., 2002).

Tandan kosong kelapa sawit memiliki komposisi kimia berupa selulosa 45,95 %, hemiselulosa 22,84 %, lignin 16,49 %, minyak 2,41 %, dan abu 1,23 %. Selama ini pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sangat terbatas yaitu ditimbun (*open dumping*) dan dibakar dalam incinerator (Firmansyah, 2010). Abu dari pembakaran dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk kalium karena mengandung 30%  $K_2O$ . Proses pembakaran tandan kosong kelapa sawit dalam *incinerator* tersebut dapat menimbulkan polusi udara karena menghasilkan abu terbang (*fly ash*).

Untuk mengurangi pencemaran lingkungan, maka penanganan limbah pabrik minyak kelapa sawit perlu dilakukan. Salah satu cara ialah dengan memanfaatkan limbah padat dan cair pabrik minyak kelapa sawit dalam pembuatan kompos. Untuk mendukung proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit diperlukan bahan pengurai (aktivator). EM-4 (*Effective Microorganism*) merupakan suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat, sehingga dapat dijadikan sebagai aktivator.

Agar penguraian tandan kosong kelapa sawit dapat efektif, maka mikroba pengurai membutuhkan nutrisi yang memadai. Kotoran ayam bisa dijadikan sebagai sumber nutrisi karena mengandung unsur hara yang relatif

tinggi, seperti kandungan N: 1,0 %; P: 9,5 %; dan K: 0,3 (Setiawan, 2005).

Untuk mempelajari pengaruh berbagai variabel pada pembuatan kompos maka dilakukan variasi bahan-bahan organik dan aktivator. Pada penelitian ini kompos dibuat dari campuran tandan kosong kelapa sawit dan kotoran ayam menggunakan LCPMKS dan EM-4. Kombinasi kompos ini diharapkan mampu memberikan masukan unsur hara dalam tanah sehingga baik untuk pertumbuhan tanaman serta dapat menanggulangi limbah padat dan cair pabrik minyak kelapa sawit.

## METODE PENELITIAN

### a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi Spektrofotometer UV-Vis (*Spektronic thermo scientefic genesys D 20*), Neraca Analitik (Mettler tipe AE200), Oven (Gallenkamp), pH meter (Orion 210 A), *polybag* ukuran 25 × 25 cm, *hot plate*, dan peralatan gelas lainnya yang biasa digunakan di Laboratorium Kimia Anorganik.

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini TKKS, LCPMKS, kotoran ayam, gula merah, air suling, EM-4,  $H_2SO_4$ ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $BaCl_2$ ,  $K_2Cr_2O_7$ , dan bahan-bahan kimia lain yang diperlukan.

### b. Persiapan bahan

#### 1. Persiapan sampel TKKS dan LCPMKS

Sampel LCPMKS diambil sebanyak 70 liter dari kolam ke-5 IPAL PMKS dan sampel TKKS diambil sebanyak 30 kg di pabrik kelapa sawit

PT. Tasma Puja Desa Sei. Kuamang Kec. Kampar. TKKS yang digunakan untuk proses pengomposan telah dibiarkan sebelumnya selama  $\pm 1,5$  bulan hingga berukuran  $\pm 0,5-1$  cm.

### 2. Persiapan sampel kotoran ayam

Sampel kotoran ayam diambil secara acak dari perternakan ayam potong yang ada di Kec. Sungai Kuamang, Kabupaten Kampar. Sampel kotoran ayam dikeringkan di bawah sinar matahari sebelum dicampurkan dengan bahan lainnya.

### 3. Pengaktifan EM-4

EM-4 dalam kemasan asli masih dalam keadaan tidur (*dormant*), sehingga perlu diaktifkan dengan cara menambahkan larutan gula merah dan air dengan perbandingan 1 : 100 ( 200 ml EM-4 + 200 ml larutan gula merah + 20.000 ml air). Untuk proses fermentasi, botol ditutup dengan rapat dan disimpan di ruang gelap sehingga terhindar dari sinar cahaya matahari selama  $\pm 3$  hari.

### c. Proses Pengomposan

Campuran tandan kosong kelapa sawit dan kotoran ayam diaduk rata dan dimasukkan ke dalam masing-masing reaktor (*polybag*) kemudian disiram dengan LCPMKS sebagai kontrol dan campuran LCPMKS+EM-4 masing-masing sebanyak 0,8 liter. Pengomposan dilakukan dengan variasi waktu 0, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 hari.

### d. Analisis sampel

#### 1. Analisis pH (Menon, 1979)

Sebanyak 5 g sampel kering angin ditimbang, dimasukkan ke dalam gelas piala ukuran 50 mL, ditambahkan 12,5

mL akuades ke dalam gelas piala campuran sampel dan air dalam gelas piala diaduk selama 30 menit, kemudian pH diukur dengan pH meter.

## **2. Analisis kandungan air (Menon, 1979)**

Sebanyak 5 g sampel dimasukkan ke dalam cawan porselin yang berat konstan telah diketahui. Cawan yang telah berisi sampel ditimbang lalu dimasukkan ke dalam oven pengering pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ , dalam waktu  $\pm 4$  jam. Kemudian cawan dipindahkan ke desikator, didinginkan dan ditimbang, dilakukan berulang-ulang hingga diperoleh berat konstan

## **3. Analisis N-total dengan metode Kjeldahl**

## **4. Analisis C-organik (Walky and Black, 1976)**

### **- Penentuan panjang gelombang optimum**

Sebanyak 10 mL larutan standar karbon (sukrosa 50 mg/mL) diencerkan di dalam labu takar 50 mL dengan menambahkan akuades hingga tanda batas (konsentrasi 10 mg/mL). Sebanyak 2 mL larutan standar karbon 10 mg/mL diambil dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan untuk blanko digunakan akuades. Selanjutnya ditambahkan 10 mL  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1 N dan 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dengan hati-hati. Larutan tersebut dikocok hingga homogen dan dibiarkan selama 30 menit. Setelah didiamkan sebanyak 100 mL larutan  $\text{BaCl}_2$  0,5 % ditambahkan untuk mendapatkan larutan yang jernih dan didiamkan selama satu malam. Pengukuran serapan dilakukan pada panjang gelombang 550-610 nm dengan

menggunakan spektrometri UV-Vis dengan interval 5 nm.

### **- Pembuatan kurva standar**

Sebanyak 2,5 mL, 5 mL, 7,5 mL, 10 mL, 12,5 mL dan 15 mL larutan standar karbon 50 mg/mL diambil lalu diencerkan menggunakan akuades pada labu takar 50 ml hingga tanda batas (konsentrasi 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; dan 15 mg/mL). Larutan standar karbon masing-masing diambil 2 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya ditambahkan 10 mL  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1 N dan 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dengan hati-hati. Larutan tersebut dikocok hingga homogen dan biarkan selama 30 menit. Setelah didiamkan sebanyak 100 mL larutan  $\text{BaCl}_2$  0,5% ditambahkan untuk mendapatkan larutan yang jernih dan diinkubasi selama satu malam. Pengukuran serapan dilakukan pada panjang gelombang 585 nm dengan menggunakan spektrometri UV-Vis. Kandungan karbon dihitung dengan membandingkan serapan sampel dan standar menggunakan kurva kalibrasi standar.

### **- Pengukuran serapan larutan sampel**

Pengukuran serapan larutan sampel dilakukan dengan cara mengoksidasi 0,25 g sampel yang ditempatkan pada erlenmeyer. Larutan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1 N ditambahkan 10 mL dan 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dengan hati-hati. Selanjutnya larutan tersebut tersebut dikocok dan biarkan selama 30 menit. Larutan  $\text{BaCl}_2$  0,5% ditambahkan 100 mL untuk mendapatkan larutan yang jernih dan biarkan semalam. Pengukuran serapan dilakukan pada panjang gelombang 585 nm dengan

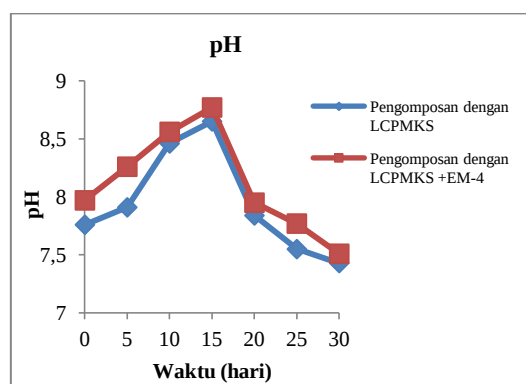
menggunakan spektroskopik UV-Vis. Kandungan karbon dihitung dengan membandingkan serapan sampel dan standar menggunakan kurva kalibrasi standar.

## 5. Analisis data

Data yang diperoleh dari analisis pH, kandungan air, N, P, K, dan rasio C/N diolah secara statistik dengan menggunakan Analisis Variansi (ANOVA). Jika hasil analisis ANOVA signifikan, analisis data dilanjutkan dengan uji *Duncan Multi Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Hasil penentuan pH

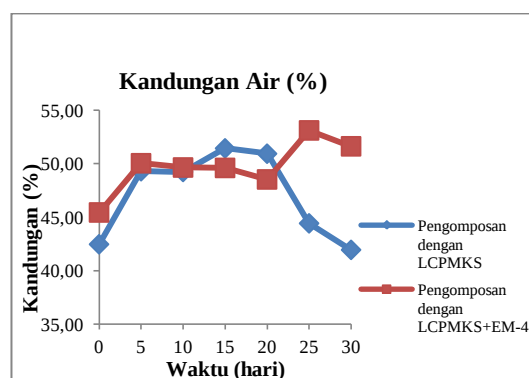


Gambar 1. Grafik hasil penentuan pH

Hasil analisis yang dilakukan terhadap pengukuran pH kompos dari kedua jenis aktivator berkisar 7 - 8 seperti terlihat pada Gambar 1. Pada pengomposan dari hari ke 0 - 15 terjadi peningkatan pH. Hasil ini relatif sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Yeoh *et al.*, (2012), peningkatan pH terjadi pada hari ke 0 - 14 pengomposan. Terjadinya peningkatan ini diduga karena mikroorganisme berada pada fase logaritma atau pertumbuhan, pada kondisi ini terjadi produksi amoniak dari

senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen. Asam amino yang diperoleh dari proses aminisasi dimanfaatkan oleh bakteri heterotrop dan diubah menjadi amoniak. Bakteri ini mengoksidasi amoniak menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat. Jika dalam sampel kompos banyak mengandung senyawa nitrat namun lingkungannya kekurangan oksigen, maka akan hidup dan berkembang bakteri anaerob. Bakteri ini akan mereduksi nitrat menjadi gas nitrogen yang dibebaskan ke atmosfer, sehingga kadar nitrogen di dalam sampel kompos menjadi berkurang (Rosmarkan dan Yuwono, 2002). Hal ini terlihat pada hari ke 20 - 30 pengomposan pH kompos mengalami penurunan. Pada hari ke 30 pengomposan, pH rata-rata pada sampel kompos yang difermentasi dengan kedua jenis aktivator yaitu 7,40. Jika diolah secara statistik, secara umum pH kompos untuk masing-masing aktivator berbeda nyata. Hal ini mungkin disebabkan karena masing-masing sampel memiliki jumlah mikroorganisme aktif yang berbeda.

### b. Hasil analisis kandungan air

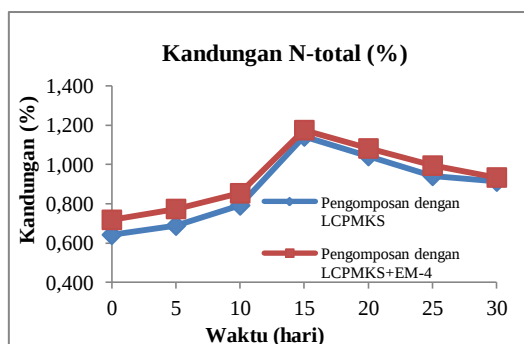


Gambar 2. Hasil analisis kandungan air

Kandungan air yang diperoleh pada kompos dengan kedua jenis aktivator berkisar antara 43 - 51 % seperti terlihat pada Gambar 2.

Kandungan air pada penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Yeoh *et al.*, (2012) yakni 55 – 72 %. Kandungan air 40 – 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kandungan air di bawah 40 %, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kisaran 15 % (Rynk, 1992). Apabila kelembaban lebih besar dari 60 % unsur hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap. Pada hari ke 30 pengomposan, kandungan air rata-rata pada sampel kompos yang difermentasi dengan kedua jenis aktivator yaitu 45,14 %. Jika diolah secara statistik, secara umum kandungan air pada kompos untuk masing-masing aktivator berbeda nyata.

### c. Hasil analisis kandungan N-total

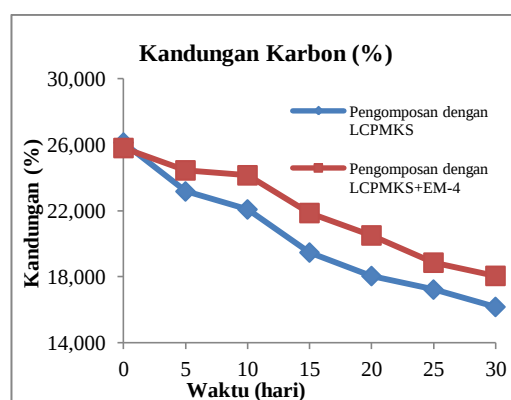


Gambar 3. Hasil analisis kandungan N-total

N-total selama pengomposan seperti yang tersaji pada Gambar 3. Kandungan N-total pada pengomposan sampel TKKS dan kotoran ayam dengan kedua jenis aktivator berada pada kisaran 0,64 - 1,17 %, namun secara statistik menunjukkan perbedaan yang nyata. Peningkatan kandungan nitrogen pada

sampel kompos terlihat mulai dari hari ke 0 - 15 pengomposan seperti yang terlihat pada Gambar 3. Hasil ini relatif sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Yeoh *et al.*, (2012), peningkatan kandungan nitrogen terjadi pada hari ke 0 – 14 pengomposan. Peningkatan ini diduga karena aktivitas mikroorganisme yang optimum, sehingga proses dekomposisi senyawa organik berjalan dengan optimal. Adanya aktivitas mikroorganisme pada EM-4 seperti *Rhizobium*, *Asetobakter*, dan *Nitrosomonas* ditambah persediaan oksigen yang cukup dapat membuat terjadinya peningkatan unsur hara N baik nitrat maupun total, namun jika salah satu dari proses di atas tidak tersedia lagi atau berkurang maka akan terjadi proses denitrifikasi oleh bakteri *Thiobacillusdenitrificans*, yang membuat unsur hara N akan mengalami penurunan akibat pelepasan nitrogen ke udara (Rao, 1994). Maka dari itu pada pengomposan limbah tandan kosong kelapa sawit dan bahan-bahan organik mengalami kenaikan dan penurunan.

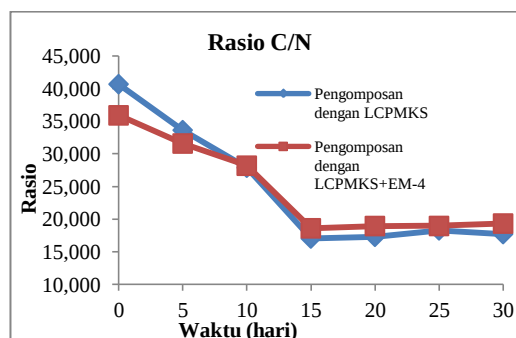
### d. Hasil analisis kandungan C-organik



Gambar 4. Hasil analisis kandungan C-organik

Penurunan kandungan karbon organik mulai terjadi pada hari ke 5 pengomposan seperti terlihat pada Gambar 4. Hasil ini relatif sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Yeoh *et al.*, (2012), penurunan kandungan karbon mulai terjadi pada hari ke 7 pengomposan. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme seperti *Aspergillus fumigatus* yang membutuhkan karbon organik sebagai sumber makananyang selanjutnya akan diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pada saat dekomposisi akan terjadi pelepasan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O ke udara yang ditandai dengan mengembunnya plastik ketika diikat pada saat pengomposan. *Aspergillus fumigatus* dapat mendegradasi karbohidrat terutama selulosa menjadi bentuk sederhana karena menghasilkan enzim alfa-glukosidase yang berfungsi untuk memotong ikatan  $\alpha$  1,4-glikosidik pada karbohidrat tersebut. Pada hari ke 30 pengomposan, kandungan karbon rata-rata pada sampel kompos yang difermentasi dengan kedua jenis aktivator yaitu 16, 33 %. Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yeoh *et al.*, (2012) yakni 47 % pada hari ke 35 pengomposan. Hal ini diduga karena tandan kosong yang digunakan dalam penelitian ini sudah dibiarkan selama  $\pm$  1,5 bulan dan ukurannya lebih kecil yakni 0,5 - 1 cm. Kandungan karbon pada sampel kompos yang difermentasi dengan kedua jenis aktivator cenderung stabil pada hari ke 25 – 30 pengomposan yakni 15 – 18 %. Hal ini diduga karena jumlah *Aspergillus fumigatus* yang semakin sedikit sehingga menyebabkan proses dekomposisi TKKS mulai menurun.

#### e. Hasil penentuan rasio C/N



Gambar 5. Hasil penentuan rasio C/N

Untuk mengetahui tingkat kesempurnaan dari pengomposan dilakukan penentuan rasio C/N. Jika rasio C/N kompos yang dihasilkan mendekati rasio C/N humus (10 - 12), maka senyawa organik telah terdekomposisi dan dapat dijadikan pupuk organik (Murbando, 2005). Rasio C/N pada pengomposan campuran TKKS dan kotoran ayam dengan kedua jenis aktivator berada pada kisaran 17 - 40 seperti terlihat pada Gambar 5. Hasil ini relatif sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Yeoh *et al.*, (2012), yakni 18 - 42 %. Pada umumnya, selama proses pengomposan berlangsung kandungan nitrogen di dalam bahan kompos akan meningkat sementara kadar karbon berkurang. Hal itu akan menghasilkan nilai yang sesuai dengan penurunan rasio C/N (Yeoh *et al.*, 2012). Namun dari hasil penelitian, rasio C/N kompos dari campuran TKKS dan kotoran ayam dengan kedua jenis aktivator mengalami peningkatan pada hari ke 20 – 30 pengomposan seperti terlihat pada Gambar 5. Terjadinya peningkatan ini diduga karena adanya proses denitrifikasi yang menyebabkan kandungan nitrogen berkurang, sehingga mempengaruhi pengukuran nilai rasio C/N. Pada akhir waktu pengomposan

nilai rasio C/N cenderung stabil yaitu 17-19, namun secara statistik menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa telah tercapainya stabilitas humus dan kematangan kompos. Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yeoh *et al.*, (2012), yakni 18 - 22 % pada hari ke 42 pengomposan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data pengamatan terlihat bahwa kompos yang dibuat dari campuran TKKS dan kotoran ayam dengan kedua jenis aktivator dapat dijadikan sebagai pupuk organik. Jika ditinjau dari kedua jenis aktivator yang digunakan terlihat bahwa campuran aktivator tidak mempengaruhi kualitas kompos. Hal ini mungkin disebabkan oleh tidak sebandingnya jumlah substrat dengan mikroorganisme pengurai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Riau melalui Lembaga Penelitian yang telah membantu biaya penelitian ini melalui Dana PENPRINAS MP3EI atas nama Prof. Dr. H. Amir Awaluddin, M.Sc tahun 2013. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dra. Hj. Itnawita, M.Si yang telah membimbing, memotivasi, serta membantu penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Buckman, H.O dan Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. (Terjemahan Soegiman). Bharata Karya Aksara. Jakarta.

Direktorat Jenderal Perkebunan Kementrian Pertanian. 2012. *Luas Lahan Sawit Indonesia*. <http://www.deptan.go.id> (Tanggal akses 14 Mei 2014).

Fauzi, Y., Widyastuti, dan Hartono, R. 2002. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Firmansyah, A.M. 2010. *Teknik Pembuatan Kompos*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Kalimantan Tengah.

Murbandon, L. 2005. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Rynk, R. 1992. *On-Farm Composting Handbook*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service Pub. No. 54. Cooperative Extension Service. Ithaca, N.Y. 1992; 186pp. A classic in on-farm composting. Website: [www.nraes.org](http://www.nraes.org) diakses tanggal 24 Januari 2014.

Rosmarkan, A., Yuwono, N.W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisus. Yogyakarta.

Setiawan, I.S. 2005. *Memanfaatkan Kotoran Ternak*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Yeoh, C. Y., Chin, N. L., Tan, C. S., Ooi, H. S. 2012. Industrial scale co-composting of palm oil mill waste with starter cultures. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 10 : 771-775.



