

## Pengaruh Konsentrasi Nitrogen terhadap Pengomposan Serat Buah Sawit dengan Teknologi *Biofertilizer*

Adrianto Ahmad<sup>1</sup>, Khairat<sup>1</sup> dan Tirta Mailinda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293

### Abstract

*Production of CPO in Indonesia continues increase with increasing amount of palm oil's production. Along with increased production of palm oil, the amount of waste generated has also increased, one of them is oil palm mesocarp fiber. The largest component in oil palm mesocarp fiber is cellulose, hemicellulose, lignin and small amounts of compounds of N, P and micro nutrients, so that potential to be processed into compost. This research objective was to determine the influence of nitrogen concentration in composting process and determine the duration of the composting process oil palm mesocarp fiber. Stages of this research include the preparation of starter, substrate preparation, preparation of bioreactor, and the composting process. Composting method used is windrow aerobic system. The composting process takes place by adding a mixed culture as a starter with concentration 30% and adding urea as nitrogen source by varying the nitrogen concentration 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2%. Parameters observed in this study were water content, pH, temperature, levels of C, N and ratio C / N. The results of this study indicate that the addition of nitrogen concentration can speed up the composting process. The optimum concentration of nitrogen obtained on nitrogen concentration of 1.5% on day 40 with C / N ratio of 14.29.*

**Keywords:** *Compost, Concentration of nitrogen, Oil palm mesocarp fiber*

### Pendahuluan

Indonesia memiliki areal perkebunan sawit terluas di dunia yang mencapai 7,5 juta hektar [Ditjenbun, 2009]. Berdasarkan data Kementerian BUMN (2011), produksi CPO di Indonesia pada tahun 2011 maksimal mencapai 24 juta ton. Jumlah ini akan terus meningkat dengan bertambahnya jumlah produksi minyak sawit.

Seiring dengan peningkatan produksi CPO tersebut, jumlah limbah yang dihasilkan dari pabrik CPO juga mengalami peningkatan, salah satunya adalah serat buah sawit. Setiap satuan massa tandan buah segar (TBS) di pabrik sawit akan menghasilkan limbah padat serat buah sebesar 10-12%-massa [Naibaho, 1996]. Limbah tersebut tentu saja berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara optimal (Darnoko dan Ady, 2006).

Selama ini, limbah serat buah sawit digunakan sebagai sumber energi yang potensial di pabrik sawit (Lau dkk, 2007). Namun seiring dengan peningkatan produksi CPO, tidak semua limbah serat buah sawit yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler. Masih banyak serat buah sawit yang tidak dimanfaatkan sehingga hanya menumpuk di areal pabrik. Oleh karena itu, serat buah sawit dimanfaatkan untuk keperluan lain, yaitu dimanfaatkan untuk pembuatan kompos. Serat buah sawit merupakan bahan yang sangat potensial untuk

dijadikan kompos (Lim dkk, 2008). Pembuatan kompos ini menggunakan teknologi *biofertilizer*, yaitu pemanfaatan strain-strain unggul berupa sel hidup dari mikroorganisme yang diberikan ke tempat pengomposan dengan tujuan meningkatkan jumlah mikroorganisme dan mempercepat proses pengomposan.

Lim dkk., (2009) melakukan pengomposan serat buah sawit dengan memanfaatkan mikroorganisme yang berasal dari limbah cair POME. Waktu yang dibutuhkan untuk pengomposan serat buah sawit ini adalah 50 hari.

Selain penambahan mikroorganisme, penambahan nitrogen juga dapat mempercepat proses pengomposan. Nitrogen diperlukan oleh mikroorganisme untuk sintesa protein dan membiakkan diri. Tarigan (2001), melakukan pengomposan sampah kota dengan memanfaatkan mikroorganisme berupa *Orgadec* dan menambahkan urea sebagai sumber nitrogen. Urea merupakan pupuk nitrogen dalam bentuk amida yang mudah diamonifikasi menjadi amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang selanjutnya diubah ke dalam bentuk ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), yang akan diuraikan menjadi nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Dengan terbentuknya nitrat dapat mempengaruhi kandungan nitrogen yang diharapkan dapat menurunkan nilai C/N kompos (Hakim, dkk, 1986). Waktu yang dibutuhkan untuk pengomposan sampah kota ini adalah 56 hari.

Berdasarkan dua penelitian sebelumnya, pada penelitian ini dilakukan pengomposan serat buah sawit dengan memanfaatkan kultur campuran sebagai sumber mikroorganisme dan penambahan urea sebagai sumber nitrogen dengan memvariasikan konsentrasi nitrogen, yang diharapkan dapat mempercepat waktu pengomposan serat buah sawit.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi nitrogen pada proses pengomposan dan mendapatkan waktu pengomposan optimum pada pengomposan serat buah sawit. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat untuk dapat mengolah limbah serat buah sawit menjadi kompos.

### **Landasan Teori**

Landasan teori yang akan disajikan meliputi serat buah sawit, kompos dan nitrogen.

#### **Serat Buah Sawit**

Serat buah sawit merupakan salah satu limbah padat industri sawit, yang berbentuk seperti benang. Komponen terbesar dalam serat buah sawit adalah selulosa, hemiselulosa, lignin dan sejumlah kecil senyawa N, P dan unsur hara mikro, sehingga sangat berpotensi untuk diolah menjadi pupuk kompos.

#### **Kompos**

Kompos merupakan hasil penguraian bahan organik oleh mikroba. Hasil akhir kompos memiliki rasio C/N < 20. Prinsip pembuatan kompos adalah mencampurkan bahan organik dengan mikroorganisme sebagai aktivator. Mikroorganisme tersebut berfungsi menjaga keseimbangan karbon dan nitrogen yang merupakan faktor penentu keberhasilan pembuatan kompos (Indriani, 2010).

Selama proses pengomposan mikroorganisme memerlukan nutrisi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya, salah satunya adalah nitrogen. Kebutuhan nitrogen pada proses pengomposan dapat diperoleh dengan menambahkan urea. Urea merupakan pupuk nitrogen dalam bentuk amida yang mudah diamonifikasi menjadi amoniak (NH<sub>3</sub>) yang selanjutnya diubah ke dalam bentuk ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Ammonium ini akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi nitrat (NO<sub>3</sub>). Dengan terbentuknya nitrat dapat mempengaruhi kandungan nitrogen yang diharapkan dapat menurunkan nilai C/N kompos (Hakim,dkk, 1986).

#### **Metodologi**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain kultur campuran berupa isolat alam dari Laboratorium Mikrobiologi Institut Teknologi Bandung (ITB), substrat berupa serat buah sawit, dan urea sebagai sumber nitrogen.

Langkah-langkah penelitian meliputi persiapan starter, persiapan substrat, persiapan bioreaktor, proses pengomposan dan analisa hasil.

#### **Persiapan Starter**

Satu liter kultur campuran dimasukkan kedalam tangki, lalu ditambahkan 1 liter aquades menjadi 2 liter. Nutrisi ditambahkan dengan melarutkan 20 gram gula dalam 5 liter aquades hingga volume kultur campuran yang dikembangbiakkan menjadi 50 liter. Aerasi terus dilakukan selama proses perkembangbiakan. Lakukan pengukuran berat sel kering setiap harinya, dan pengambilan sampel sebelum penambahan nutrisi.

#### **Persiapan Substrat**

Substrat berupa limbah serat buah sawit dicacah menjadi ukuran yang seragam, ± 3 cm, lalu dijemur dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air.

#### **Persiapan Bioreaktor**

Bioreaktor yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 5 unit yang memiliki kapasitas 2 kg serat buah sawit. Pada bagian bawah masing-masing bioreaktor dilubangi sebagai saluran air menuju bioreaktor tempat penampungan air sisa yang digunakan untuk menjaga kelembaban selama proses pengomposan.

#### **Proses Pengomposan**

Proses pengomposan yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengomposan dengan metode *windrow*. Serat buah sawit dimasukkan ke dalam bioreaktor, lalu ditambahkan starter dengan konsentrasi 30% dan urea dengan berbagai variasi konsentrasi yaitu 0%, 0.5%, 1%, 1.5% dan 2%. Aduk campuran secara merata. Pengukuran pH, temperatur, dan kadar air pada masing-masing bioreaktor dilakukan setiap tiga hari. Analisa nutrisi C dan N pada masing-masing bioreaktor dilakukan setiap sepuluh hari selama proses pengomposan.

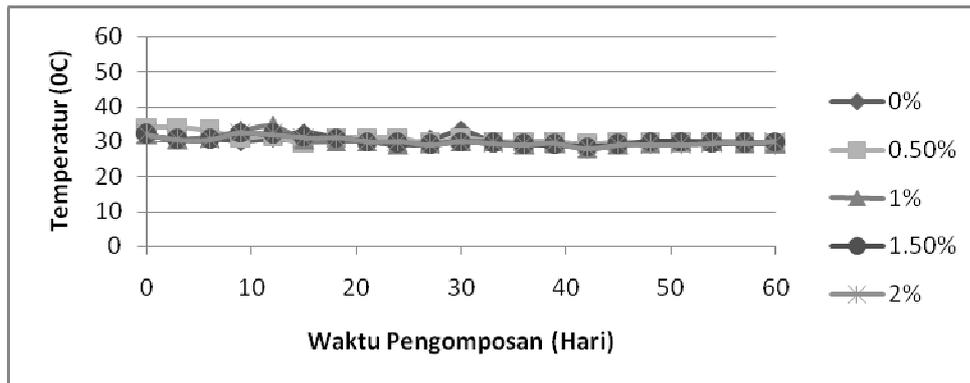
#### **Analisa Hasil**

Parameter pengomposan yang diukur adalah pH berdasarkan metode SNI 032-6787-2002, temperatur dengan menggunakan termometer, dan kadar air berdasarkan metode SNI 08-0707-2005. Untuk analisa karbon metode *Walkley and Black* dan nitrogen berdasarkan metode SNI 02-2803-2000.

#### **Hasil dan Pembahasan**

Hasil dan pembahasan yang diuraikan meliputi :  
**Profil Temperatur Selama Proses Pengomposan**

Temperatur merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang akan menguraikan bahan-bahan organik di dalam substrat. Profil temperatur selama proses pengomposan ditunjukkan pada Gambar 1.



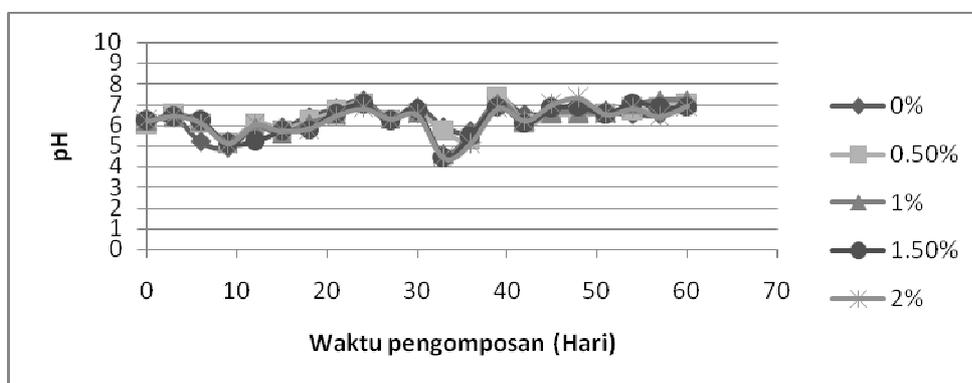
Gambar 1 Profil temperatur selama proses pengomposan

Pada Gambar 1 menunjukkan temperatur pada hari ke 0 mencapai 32-34°C untuk semua variabel. Pada temperatur tersebut bakteri yang bekerja adalah bakteri mesofilik yaitu bakteri yang bekerja optimum pada suhu 10-45°C. Kenaikan suhu ini terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik dengan oksigen sehingga menghasilkan energi dalam bentuk panas, CO<sub>2</sub> dan uap air. Setelah hari ke 10, temperatur akan berangsur turun dan berfluktuasi pada temperatur 29-32°C karena aktivitas mikroorganisme untuk mendekomposisikan bahan semakin berkurang. Fasa ini disebut fasa pendinginan (Hartutik, dkk, 2008). Setelah hari ke 30 temperatur mulai stabil pada rentang temperatur 28-30°C sampai akhir proses pengomposan.

Temperatur optimum pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan temperatur pada penelitian Lim dkk.,(2009) yang mencapai 68°C. Namun, temperatur pada penelitian ini masih berada pada rentang temperatur pengomposan optimum yaitu 30-60°C (Isroi, 2008). Fase pengomposan pada penelitian ini tidak mencapai fase termofilik, dikarenakan hilangnya panas pada tumpukan kompos karena kurangnya volume tumpukan kompos.

#### Profil pH Selama Proses Pengomposan

Nilai pH optimum untuk proses pengomposan yaitu 6-8 [Yuwono, 2005]. Nilai pH selama pengomposan ditampilkan dalam grafik pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Profil pH selama proses pengomposan

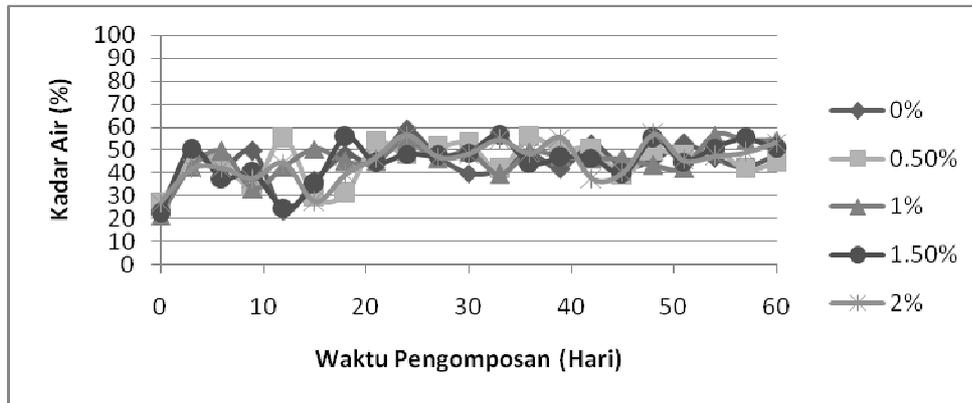
Pada Gambar 2 menunjukkan pH untuk setiap variabel pengomposan pada hari ke 0 proses pengomposan berada pada nilai 6-6,2. Lalu nilai pH akan turun menjadi asam yaitu 4,9-6 yang diakibatkan karena sejumlah mikroorganisme yang terlibat akan mengubah bahan organik menjadi asam organik. Setelah hari ke 10 nilai pH terus meningkat hingga mencapai kondisi netral sampai akhir pengomposan. Namun, pada hari ke-33 nilai pH untuk variabel konsentrasi nitrogen 1%, 1,5% dan 2% turun menjadi asam yaitu berturut-turut 4,6 , 4,4 dan 4,4. Hal ini dikarenakan penambahan urea yang terlalu berlebihan sehingga menyebabkan akumulasi H<sup>+</sup> yang dapat menimbulkan suasana asam (Tarigan,

2001). Pada hari ke 40 dan seterusnya, nilai pH untuk semua variabel stabil pada rentang 6-8. Nilai pH pada penelitian ini hampir sama dengan hasil yang didapat pada penelitian Lim dkk.,(2009) yaitu pada rentang 6-8. Dari Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa penambahan nitrogen mempengaruhi nilai pH selama proses pengomposan.

#### Profil Kadar Air Selama Proses Pengomposan

Kadar air pada proses pengomposan harus dipertahankan sekitar 40-60%. Kadar air yang kurang dari 40% akan menyebabkan aktivitas mikroorganisme akan terhambat atau berhenti sama sekali, sedangkan bila lebih dari 60% akan menyebabkan berkurangnya

supply oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganismenya. Kadar air selama pengomposan ditampikan pada Gambar 3 berikut.



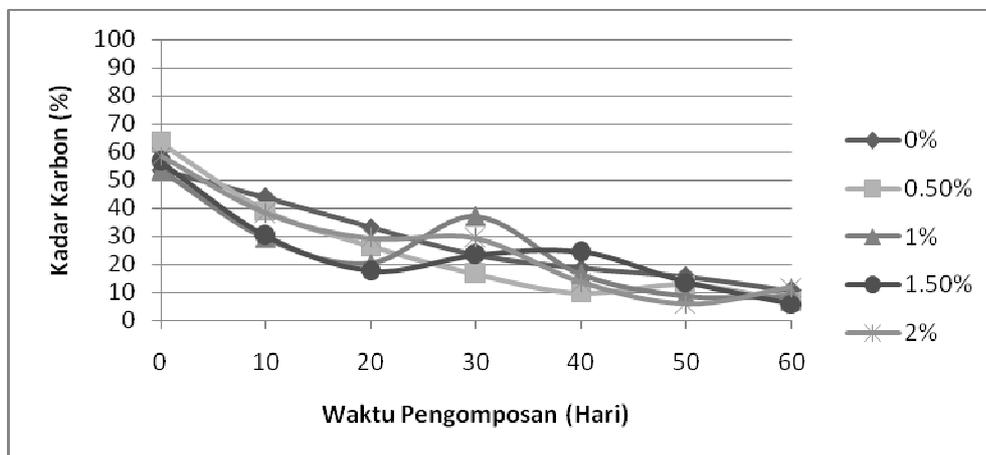
Gambar 3 Profil kadar air selama proses pengomposan

Pada Gambar 3 dapat dilihat secara umum kadar air untuk semua variabel pengomposan berada dalam rentang 40-60%. Namun, pada beberapa waktu, kadar air berada dibawah 40%. Untuk menjaga kadar air selama proses pengomposan tetap berada pada rentang 40-60% maka dilakukan penambahan aquades ketika kadar air kurang dari 40% yang diikuti dengan proses pembalikan. Aquades ditambahkan dengan jumlah yang memenuhi kadar air maksimum, yaitu 60%. Kadar air pada penelitian

ini sama dengan kadar air pada penelitian Lim dkk., (2009) yaitu 40-60%.

#### Pengaruh Penambahan Nitrogen terhadap Kadar Karbon Selama Proses Pengomposan

Karbon merupakan sumber energi bagi mikroorganismenya. Pada proses pengomposan, karbon diperoleh dari substrat yang digunakan yaitu serat buah sawit. Kadar karbon untuk kompos yang telah matang adalah 9,8-32% (SNI 19-7030-2004). Kadar karbon selama proses pengomposan ditampikan dalam grafik pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Hubungan Waktu Pengomposan dengan Kadar Karbon untuk Setiap Variabel Pengomposan

Dari Gambar 4 dapat dilihat kadar karbon selama proses pengomposan menurun. Pada hari ke 10 kadar karbon untuk variabel 1% dan 1,5% telah turun sesuai dengan standar kualitas kompos yaitu 29,25% dan 30,22%. Pada hari ke 20 kadar karbon untuk variabel 0,5% dan 2% telah turun menjadi 26,33% dan 29,25%, sedangkan untuk variabel 0% kadar karbon turun pada hari ke 30 dengan kadar karbon sebesar 23,40%. Penurunan kadar karbon ini diakibatkan karena karbon pada bahan organik terurai menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. CO<sub>2</sub> kemudian menguap selama proses pengomposan sehingga kadar karbon

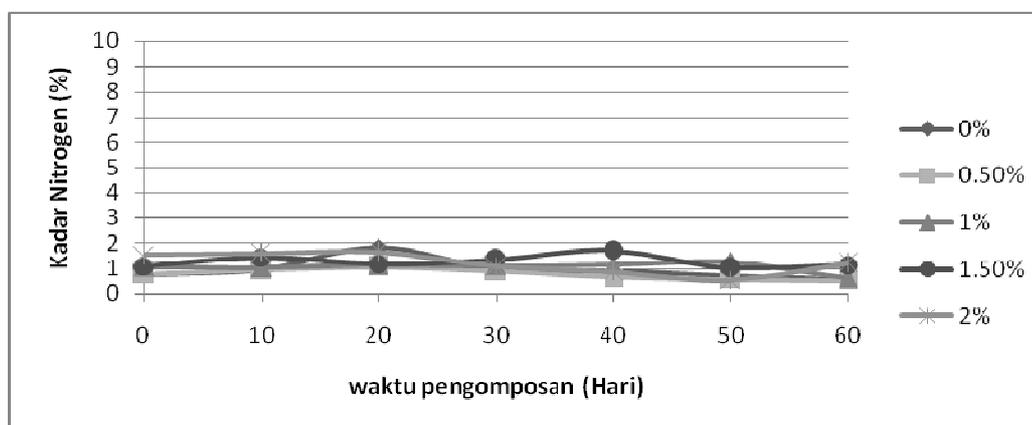
menurun. Dari Gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa penambahan nitrogen dapat mempercepat penurunan kadar karbon pada proses pengomposan.

### Pengaruh Penambahan Nitrogen Terhadap Kadar Nitrogen Selama Proses Pengomposan

Kadar nitrogen akan terus meningkat selama pengomposan dan akan menurun pada akhir pengomposan [Tarigan, 2001]. Kadar nitrogen untuk kompos yang telah matang minimal 0.4% (SNI 19-7030-2004). Kadar nitrogen selama pengomposan ditampilkan dalam grafik pada Gambar 5 berikut.

Pada Gambar 5 menunjukkan semakin besar konsentrasi nitrogen yang ditambahkan maka kadar nitrogen semakin tinggi. Kadar nitrogen terus meningkat sampai hari ke 10. Kadar nitrogen akan terus meningkat karena adanya aktivitas mikroorganisme yang mengubah urea menjadi bentuk nitrat yang dapat

meningkatkan unsur nitrogen dalam kompos. Namun setelah hari ke 10, kadar nitrogen selama proses pengomposan mengalami fluktuasi. Kadar nitrogen mengalami fluktuasi karena adanya kehilangan nitrogen dalam bentuk amoniak yang sangat mudah menguap ke udara sehingga kadar nitrogen menurun. Di akhir pengomposan kadar nitrogen akan menurun karena aktivitas mikroorganisme untuk mengubah urea menjadi nitrat sudah menurun (Tarigan, 2001). Kadar nitrogen pada penelitian ini berkisar antara 0.5-1.83%. Kadar nitrogen ini sesuai dengan standar kualitas kompos, dimana nilai kadar nitrogen pada kompos minimal sebesar 0.4% (SNI 19-7030-2004).



Gambar 5 Hubungan waktu pengomposan dengan kadar nitrogen untuk setiap variabel pengomposan

### Pengaruh Penambahan Nitrogen Terhadap Rasio C/N Selama Proses Pengomposan

Nilai rasio C/N merupakan hasil perbandingan antara karbon dan nitrogen. Prinsip pengomposan pada umumnya adalah menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan nilai rasio C/N tanah (Tarigan, 2001). Kompos yang telah matang memiliki nilai rasio C/N sebesar 10-20 (SNI 19-7030-2004). Nilai rasio C/N untuk setiap variabel pengomposan pada hari ke 40 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Nilai Rasio C/N Kompos Untuk Semua Variabel Pengomposan pada Hari ke 40

Variabel	Waktu (Hari)	Rasio C/N
0%	40	21.13
0.5%	40	15.06
1.0%	40	14.64
1.5%	40	14.29
2.0%	40	16.04

Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa rasio C/N untuk semua variabel pengomposan telah mencapai nilai di bawah 20 pada hari ke 40 pengomposan, kecuali untuk

variabel 0%. Penambahan nitrogen dapat mempercepat waktu pengomposan. Semakin besar konsentrasi nitrogen maka nilai rasio C/N semakin kecil, namun penambahan konsentrasi nitrogen memiliki batas. Jika konsentrasi nitrogen yang ditambahkan terlalu banyak dapat mengakibatkan proses pengomposan terganggu, karena adanya akumulasi  $H^+$  yang menyebabkan kondisi asam, sehingga mikroorganisme yang tidak tahan dengan kondisi asam akan mati. Konsentrasi nitrogen optimum didapat pada konsentrasi nitrogen 1.5% dengan nilai rasio C/N sebesar 14,29. Nilai rasio C/N pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan nilai rasio C/N yang didapat oleh Lim dkk., (2009) yaitu 12.6. Namun, nilai rasio C/N penelitian ini sudah sesuai dengan standar kualitas kompos, yaitu di bawah 20 (SNI 19-7030-2004).

### Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan :

1. Nilai rasio C/N optimum didapat pada konsentrasi nitrogen 1,5% dengan nilai rasio C/N sebesar 14,29 pada hari ke 40.

2. Penambahan konsentrasi nitrogen dapat mempercepat proses pengomposan, tetapi penambahan nitrogen ini ada batasnya, karena jika nitrogen yang ditambahkan terlalu banyak akan menyebabkan akumulasi  $H^+$  yang menyebabkan kondisi tumpukan kompos menjadi asam yang dapat mengakibatkan sebagian mikroorganisme yang tidak tahan dengan kondisi asam akan mati. Konsentrasi nitrogen optimum didapat pada konsentrasi nitrogen 1,5 %.

#### Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini dalam skema penelitian Guru Besar.

#### Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2002, *Metode Pengujian Tanah dengan pH meter*, SNI 03-6787-2002
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2004, *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*, SNI 19-7030-2004
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2005, *Cara Uji Kadar Air Pulp dan Kayu dengan Metode Pemanasan dalam Oven*, SNI 08-7070-2005
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2010, *Pupuk NPK Padat*, SNI 2803:2010
- Darnoko dan Ady, 2006, *Pabrik Kompos di Pabrik Sawit*, <http://www.litbang.deptan.go.id/>, Diakses : 03 Januari 2011
- Ditjenbun, 2009, Luas Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia, <http://ditjenbun.deptan.go.id/budtanah/>, 7 Februari 2011

- Hakim, N., M.Y. Nyakpa., A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.M. Diha, G.B. Hong dan H.H. Bailey, 1986, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Universitas Lampung.
- Hartutik, S., Sriatun, dan Taslimah, 2008, *Pembuatan pupuk kompos dari limbah bunga kenanga dan pengaruh persentase zeolit terhadap ketersediaan nitrogen tanah*, Skripsi, Universitas Diponegoro Semarang
- Indriani, H, 2010, *Membuat Kompos Secara Kilat*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Kementrian BUMN, 2011, *Produksi CPO 2011*, <http://www.bumn.go.id/ptpn8/publikasi/produksi-cpo-2011-maksimal-24-juta-ton/>, 28 September 2011
- Lau, H.L.N., Y.M. Choo, A.N. Ma and C.H. Chuah, 2007, *Selective extraction of palm carotene and vitamin E from fresh palm-press mesocarp fiber (Elaeis guineensis) using supercritical CO<sub>2</sub>*, Journal of Food Engineering, 84: 289 -296
- Lim, S.H., U.K. Md Shah, dan S. Abd-Aziz, 2009, "Physicochemical Changes in Windrow Co-Composting Process of Oil Palm Mesocarp Fiber and Palm Oil Mill Effluent Anaerobic Sludge", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(3):2809-2816
- Naibaho, P.M., 1998, *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*, Pusat penelitian Kelapa Sawit, Medan
- Tarigan, D.M., 2001, *Pengaruh Pembalikan, Orgadec dan Nitrogen Terhadap Laju Pengomposan Sampah Organik Domestik Serta Kualitas Kompos yang Terbentuk dalam Upaya Kebersihan Lingkungan Hidup*, Tesis, Universitas Sumatera Utara
- Yuwono, D, 2005, *Kompos*, Penebar Swadaya, Jakarta