

POTENSI BAKTERI AZOTOBACTER DAN HIJAUAN MUCUNA BRACTEATA DALAM MENINGKATKAN HARA NITROGEN KOMPOS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Zoel Hani Hasibuan^{1*}, T. Sabrina², Mariani Br. Sembiring².

¹Alumnus Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155

²Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155

*Corresponding author : e-mail : Zoelhani_Hasibuan@yahoo.com

ABSTRACT

Potency of Azobacter and Mucuna bracteata forage in increasing the nitrogen content of oil palm empty fruit bunch (TKKS) compost. The management of oil palm empty fruit bunch (TKKS) is still a problem. One of the alternative to utilize this by product is by composting, but there's still a problem in the low content of nitrogen. The nitrogen can be added from N fertilizer, manure, or by using N-fix microorganisms. The research was aimed to evaluate the potential of Azotobacter and Mucuna bracteata forage in increasing the nitrogen content of TKKS compost. The research was done using Factorial Randomized Block Design, consisting of 2 factors and 3 replication. The first factor was the inoculation time of Azotobacter that consists of 5 treatments (without application, initial application, 2 weeks, 4 weeks, and 6 weeks after composting) and the second factor was the composition of compost ingredient that consists of 3 treatments (100% TKKS, 80% TKKS + 20% M.bracteata, and 60% TKKS + 40% M.bracteata). The result showed that the formulation of compost ingredients with M.bracteata forage influenced the rate of decomposition and nitrogen content significantly. The increased of nitrogen was 15.20% at the composition of 60% TKKS + 40% M.bracteata. The inoculation time (initial and 2 weeks after composting) increased 2.23% nitrogen content of TKKS. Interaction between Azotobacter application time at 4 weeks after composting with compost composition at 100% TKKS increased nitrogen content about 7.27%. The increasing nitrogen at the composition 80% TKKS + 20% M.bracteata increased nitrogen content about 8.24% by applying Azotobacter in the initial time of composting. Meanwhile, by increasing the amount of M. bracteata did not increase the nitrogen content.

Keywords : oil palm empty bunches compost, Azotobacter, M. bracteata, nitrogen

ABSTRAK

Potensi bakteri *Azotobacter* dan hijauan *Mucuna bracteata* dalam meningkatkan hara nitrogen kompos tandan kosong kelapa sawit. Pengelolaan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) masih menjadi permasalahan yang dihadapi pada saat ini. Salah satu alternatif pemanfaatan limbah tersebut adalah dengan pengomposan, namun permasalahan yang muncul adalah masih rendahnya kandungan nitrogen. Penambahan nitrogen ke dalam kompos dapat berasal dari pupuk N, hijauan, pupuk kandang maupun mikroorganisme penfiksasi N. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bakteri *Azotobacter* dan hijauan *M. bracteata* dalam meningkatkan hara nitrogen kompos TKKS. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah waktu inokulasi *Azotobacter* yang terdiri dari 5 perlakuan (tanpa aplikasi, awal, 2, 4, dan 6 minggu setelah pengomposan) dan faktor kedua adalah komposisi bahan kompos yang terdiri dari 3 perlakuan (100% TKKS, 80% TKKS + 20% *M.bracteata*, dan 60% TKKS + 40% *M.bracteata*). Hasil penelitian menunjukkan formulasi bahan kompos dengan hijauan *M. bracteata* sangat mempengaruhi laju dekomposisi dan kandungan nitrogen dalam kompos. Peningkatan nitrogen sebesar 15.20% pada komposisi 60% TKKS + 40% *M. bracteata*. Pada perlakuan waktu aplikasi terjadi peningkatan nitrogen kompos TKKS sebesar 2.23% (awal dan 2 minggu setelah pengomposan). Pada interaksi antara waktu inokulasi *Azotobacter* tertinggi pada perlakuan 4 minggu setelah pengomposan dengan komposisi 100% TKKS berpengaruh terhadap peningkatan nitrogen sebesar 7.27%. Untuk komposisi 80% TKKS + 20% *M.bracteata* terjadi peningkatan nitrogen sebesar 8.24% dengan waktu aplikasi *Azotobacter* di awal pengomposan. Sementara pada komposisi *M.bracteata* yang lebih banyak tidak terjadi peningkatan nitrogen akibat adanya inokulasi *Azotobacter* ke dalam kompos TKKS.

Kata kunci : kompos tandan kosong kelapa sawit, *Azotobacter*, *M. bracteata*, nitrogen.

PENDAHULUAN

Pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi minyak sawit (Crude Palm Oil) dan minyak inti sawit (Palm Kernel Oil), menghasilkan sisa olahan berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 20-23% dari bahan baku TBS, sehingga untuk pabrik kelapa sawit (PKS) dengan kapasitas 60 ton TBS/jam akan menghasilkan TKKS sebesar 220 ton/hari (Darnoko dan Sutarta, 2006). Dan pada tahun 2004, TKKS yang dihasilkan sekitar 6 juta ton sementara pemanfaatannya masih belum optimal (DITJEN PPHP, 2006).

Di bidang pertanian TKKS dipergunakan sebagai mulsa yang berguna mengurangi evaporasi, namun penggunaannya mengakibatkan meningkatnya serangan hama kumbang badak di perkebunan kelapa sawit. Kemudian TKKS dikembangkan sebagai pupuk kalium dengan cara membakarnya pada insenerator, tetapi dengan semakin banyaknya TKKS yang dibakar dapat

meningkatkan polusi udara dan telah dilarang untuk dilakukan. Untuk itu TKKS lebih disarankan dibuat menjadi kompos karena TKKS mengandung hara yang dibutuhkan tanaman.

Pada saat proses pengomposan berlangsung akan terjadi pelepasan karbondioksida (CO_2) ke udara (Barrington et al., 2002) serta nitrogen dalam bentuk NH_3 (jika kompos terlalu kering) maupun dalam bentuk N_2O (jika proses nitrifikasi dan denitrifikasi terjadi pada tumpukan kompos) (Fukumoto et al., 2003). Menurut hasil penelitian Darmoko dan Sutarta (2006) kompos TKKS yang telah matang memiliki kandungan nitrogen sebesar 1.98%.

Untuk meningkatkan kandungan nitrogen pada kompos, cara yang sering dilakukan dengan penambahan urea pada awal pengomposan. Alternatif lain yang dapat dipergunakan adalah dengan mikrobia penfiksasi nitrogen bebas seperti *Azotobacter* (Setyorini et al., 2006) yang ramah lingkungan. Selain itu, pencampuran bahan organik yang tinggi nitrogen juga dapat meningkatkan nitrogen kompos. Pada penelitian ini, TKKS akan dicampur dengan sisa pangkasan *M. bracteata* yang menurut Harahap et al. (2008) kandungan nitrogen dalam serasahnya sebesar 2.36% dengan ratio C/N serasah 13.78.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang potensi bakteri *Azotobacter* dan hijauan *Mucuna bracteata* dalam meningkatkan hara nitrogen kompos TKKS. Selain itu, penggunaan *Azotobacter* dan *Mucuna bracteata* diharapkan dapat mempercepat waktu pengomposan TKKS (≥ 2 bulan), sehingga ke depannya TKKS dapat dioptimalkan sebagai pupuk organik dimana aplikasi kompos TKKS dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan sehingga menekan biaya pemupukan sebesar 5% (Suherman et al., 2007).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Maret sampai bulan Juni 2012 di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara menggunakan tandan kosong kelapa

sawit sebagai bahan dasar kompos yang diperkaya dengan bakteri *Azotobacter* dan sisa pangkasan *M.bracteata*.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan, dimana faktor pertama adalah waktu aplikasi *Azotobacter* yang terdiri atas 5 taraf perlakuan yaitu Tanpa Aplikasi (T_0), Awal Pengomposan (T_1), 2 Minggu Setelah Pengomposan (T_2), 4 Minggu Setelah Pengomposan (T_3), 6 Minggu Setelah Pengomposan (T_4). Sedangkan faktor kedua merupakan formulasi komposisi bahan kompos yang dibagi atas 3 taraf perlakuan yaitu 100% TKKS, 80% TKKS + 20% *M. bracteata* (C_1), 60% TKKS + 40 % *M. bracteata* (C_2). Selanjutnya data dianalisis dengan Analysis of Variance (ANOVA) untuk setiap parameter yang diukur dan diuji lanjutan dengan menggunakan Uji Jarak Duncan taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Isolasi *Azotobacter*

Isolat *Azotobacter* berasal dari hasil isolasi *Azotobacter* di laboratorium. Isolasi dilakukan dengan mengambil sampel tanah di rizosfer tanaman *Paspalum notatum* yang merupakan habitat yang disukai bakteri *Azotobacter*, selanjutnya ditumbuhkan di dalam media Jensen's medium dengan metode tuang sampai pengenceran 5x. Isolat yang telah tumbuh, kemudian dimurnikan dan diidentifikasi dengan pengujian melalui pengamatan morfologi kultur, morfologi sel, dan uji gram.

Pengomposan

Bahan kompos (TKKS dan *M. bracteata*) yang telah dicacah menjadi ukuran ± 5 cm, lalu diukur kadar air masing-masing bahan. Setelah itu, ditimbang masing – masing bahan dengan berat basah kompos yang setara dengan 0.5 kg berat kering kompos dan dikompositkan sesuai dengan perlakuan pada kotak dengan ukuran 39 x 26 x 15 cm. Kemudian ditambahkan *Tricoderma* spp sebanyak 50 ml (4.3×10^4 sel / ml media PDA cair). Pada hari ke-10 setelah pengomposan kotak

kompos dibiarkan terbuka yang bertujuan agar aplikasi Azotobacter efektif dalam menfiksasi N₂ dari udara. Kelembapan kompos diatur sehingga kadar air kompos tetap stabil pada kisaran 60-70% yang dihitung sebelum penyiraman kompos dilakukan. Penyiraman kompos menggunakan air dan limbah cair pabrik kelapa sawit setiap minggunya.

Inokulasi Azotobacter

Inokulasi Azotobacter dilakukan sesuai dengan 5 taraf perlakuan. Pemberian Azotobacter ke dalam kompos sebanyak 10% dari berat kering bahan yang dikomposkan atau setara dengan 50 ml media Jensen's cair dengan populasi $\pm 1.5 \times 10^5$ sel/ml media Jensen's cair yang dihitung sebelum aplikasi dengan menggunakan metode MPN (Most Probable Number).

Pemanenan Kompos

Pemanenan kompos dilakukan pada 1 hari setelah aplikasi Azotobacter yang terakhir (minggu ke-6) setelah pengomposan.

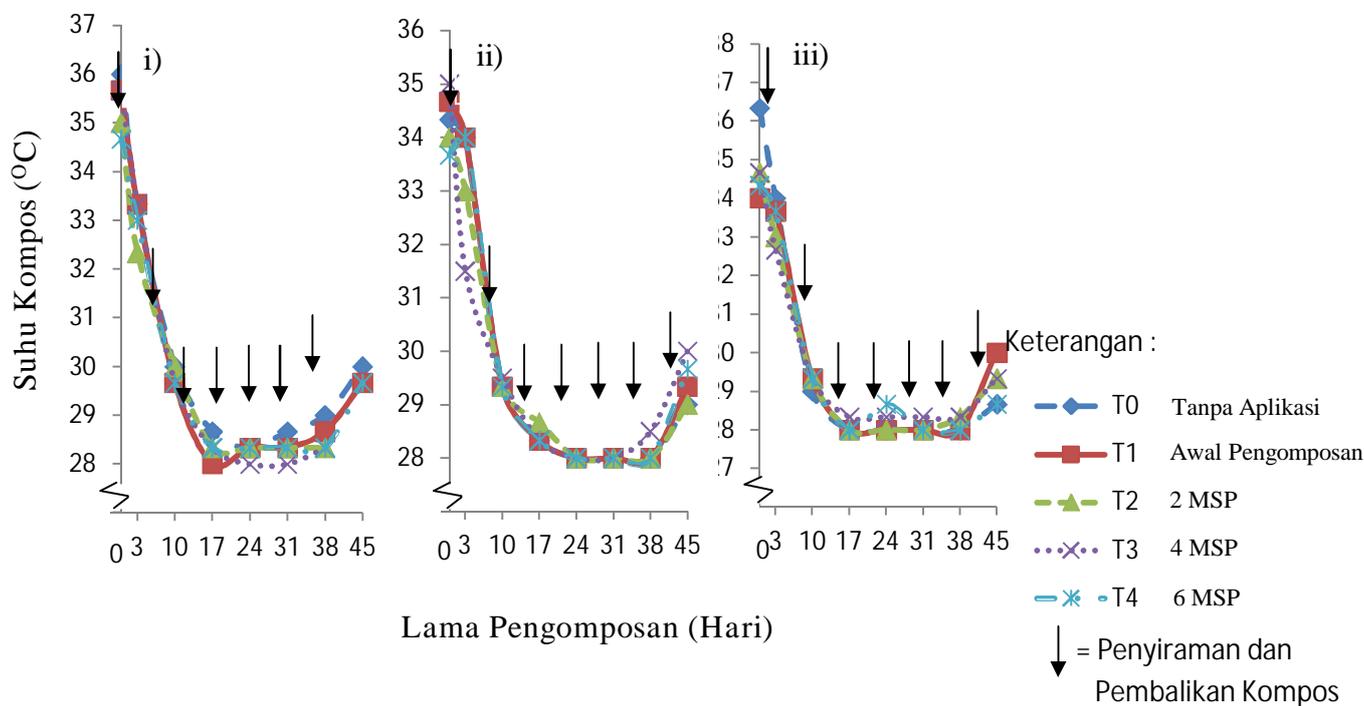
Peubah amatan

C-organik (%) dengan Metode Walkey and Black, N-total (%) dengan Metode Kjeldahl, Rasio C/N (Rasio C-Organik dan N-total), pH (H₂O) dengan Metode Elektrometri perbandingan 1 : 5, Suhu Kompos (°C) dengan menggunakan Termometer, Jumlah Koloni Azotobacter dengan Metode MPN dalam kompos

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Kompos

Parameter suhu kompos yang diukur mulai dari awal sampai akhir penelitian dengan selang waktu pengukuran setiap 7 hari



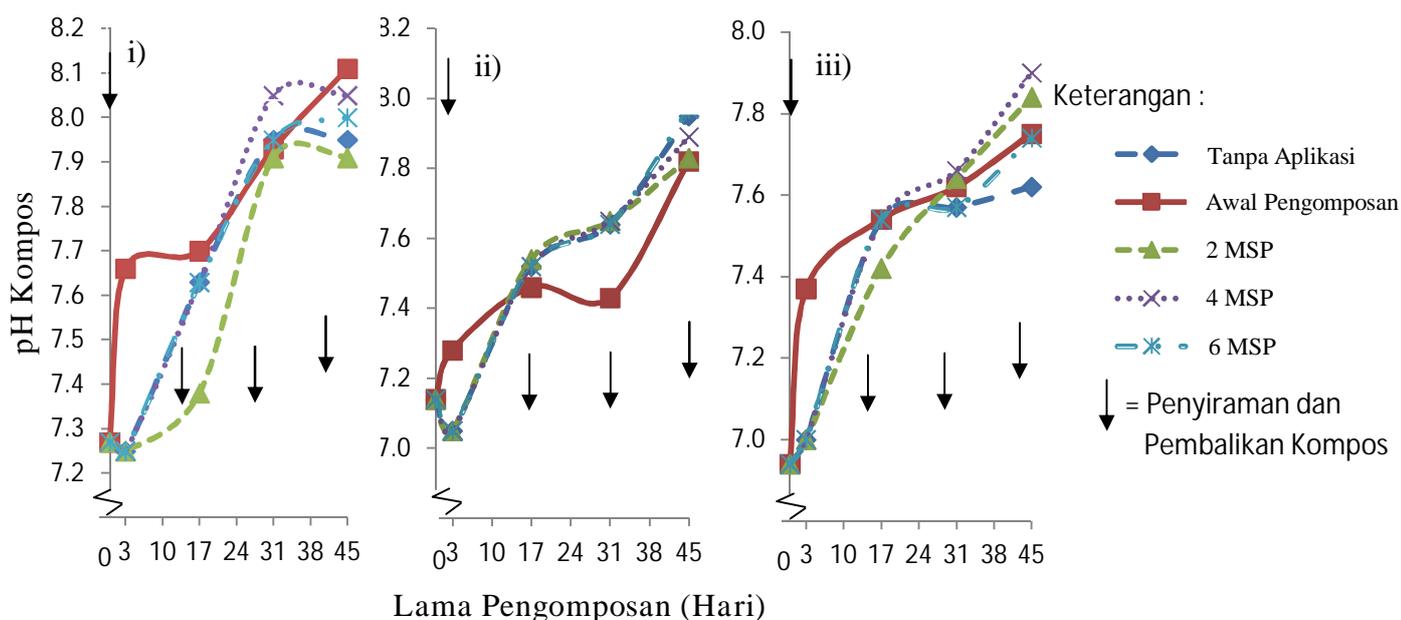
Gambar 1. Perubahan Suhu Kompos Selama 6 Minggu Pengomposan dengan Bahan Kompos i) 100% TKKS (C_0), ii) 80% TKKS + 20% *M. bracteata* (C_1), dan iii) 60% TKKS + 40% *M. bracteata* (C_2)

Komposisi bahan kompos C_0 (100% TKKS) ; C_1 (80% TKKS + 20% *M.bracteata*) ; C_2 (60% TKKS + 40% *M.bracteata*) suhu awal kompos secara berturut-turut adalah $35,40^{\circ}\text{C}$; $34,33^{\circ}\text{C}$; $34,80^{\circ}\text{C}$ dan merupakan suhu tertinggi selama proses pengomposan (Gambar 1). Tingginya suhu awal kompos diduga akibat telah terjadinya proses dekomposisi sebelum pengomposan dilakukan. Suhu kemudian menurun pada hari ke-3 setelah pengomposan akibat dilakukannya penyiraman dan pembalikan kompos di awal pengomposan. Keadaan kompos yang terbuka pada hari ke-10 setelah pengomposan, mengakibatkan siklus aerase yang cukup bebas sehingga menyebabkan panas yang dihasilkan mudah hilang pada tumpukan kompos. Hal ini, diakibatkan tinggi tumpukan kompos pada penelitian ini ≤ 15 cm sehingga panas yang

terperangkap dalam tumpukan lebih cepat hilang (Setyorini et al., 2006). Untuk menciptakan panas $>50^{\circ}\text{C}$ pada tumpukan kompos, timbunan bahan yang paling ideal adalah setinggi 1,2–2 m (Murbandoro, 2000).

pH Kompos

Parameter pH kompos yang diukur mulai dari awal sampai akhir penelitian setiap 3 hari setelah aplikasi inokulan *Azotobacter*



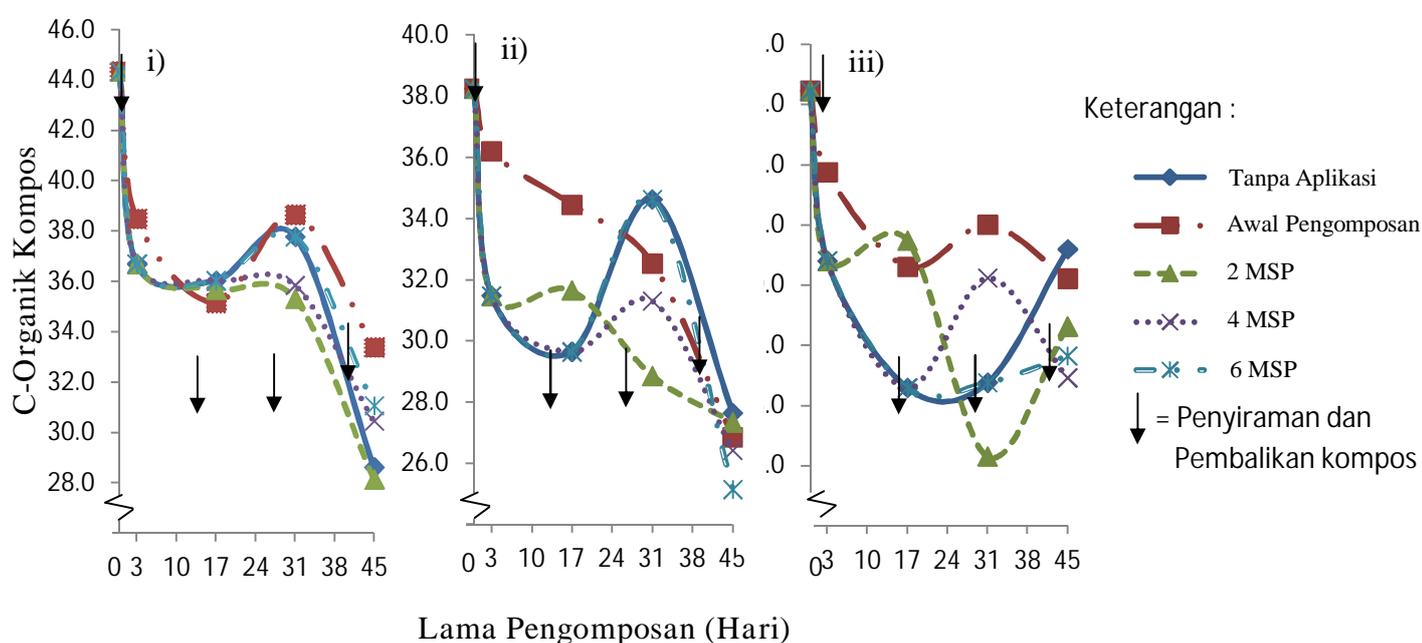
Gambar 2. Perubahan pH Kompos Selama 6 Minggu Pengomposan dengan Bahan Kompos i) 100% TKKS (C₀), ii) 80% TKKS + 20% *M. bracteata* (C₁), dan iii) 60% TKKS + 40% *M. bracteata* (C₂)

pH awal sebelum pengomposan ≥ 7 untuk masing-masing bahan kompos yang berbeda, namun seiring dengan waktu pengomposan terjadi perubahan pH kompos TKKS (Gambar 2). Pada pengamatan 3 hari setelah pengomposan pH kompos menurun pada perlakuan sebelum aplikasi *Azotobacter* untuk komposisi C₀ dan C₁, hal ini dikarenakan telah terjadinya pelepasan asam-asam organik pada proses pengomposan yang menurut Isroi (2004) dalam Junaidi et al. (2010) proses pengomposan akan menyebabkan perubahan pH akibat terjadinya pelepasan asam secara temporer dan menyebabkan penurunan pH (pengasaman). Aplikasi *Azotobacter* pada awal

pengomposan menyebabkan peningkatan pH yang diduga akibat media cair (Jensen's medium) memiliki pH 6,6 – 6,8 sehingga mempengaruhi pH kompos. Selanjutnya pH kompos semakin meningkat yang diduga akibat produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen meningkatkan, selain penyiraman dengan limbah cair pabrik kelapa sawit yang berasal dari kolam aerob juga berpengaruh nyata meningkatkan pH kompos.

C-Organik Kompos

Parameter C-Organik kompos yang diukur mulai dari awal sampai akhir penelitian setiap 3 hari setelah aplikasi inokulan *Azotobacter*



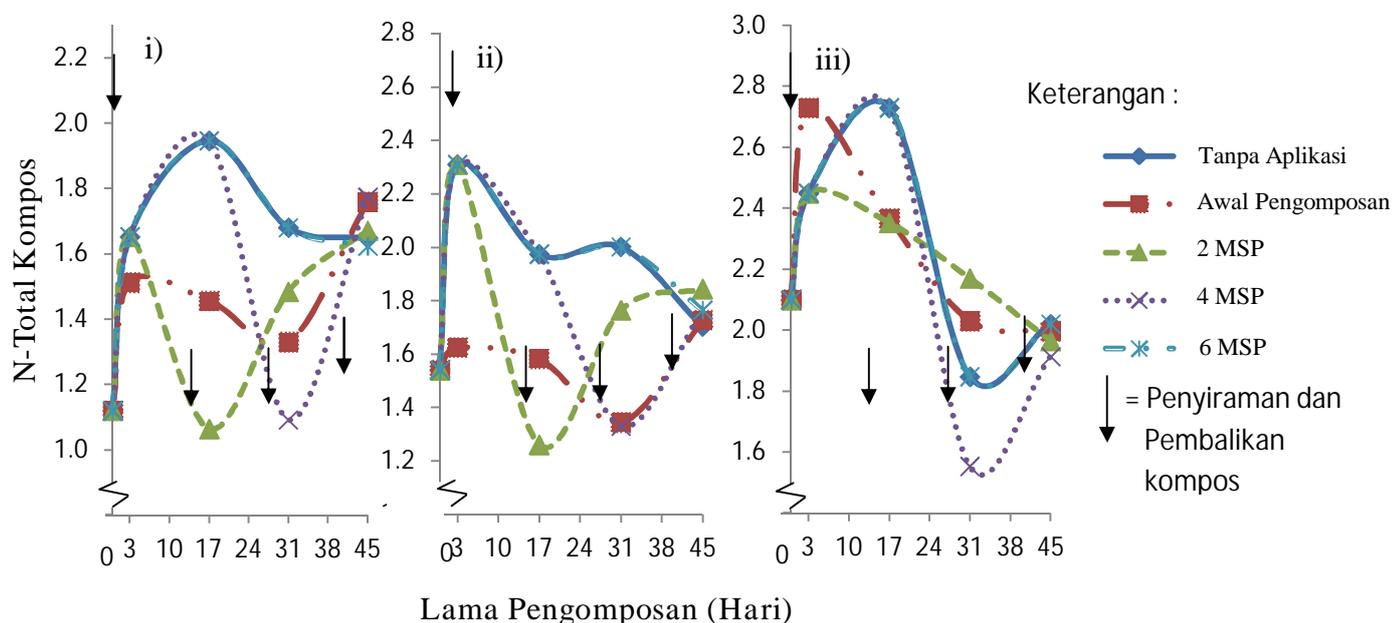
Gambar 3. Perubahan C-organik Kompos Selama 6 Minggu Pengomposan dengan Bahan Kompos i) 100% TKKS (C_0), ii) 80% TKKS + 20% *M. bracteata* (C_1), dan iii) 60% TKKS + 40% *M. bracteata* (C_2)

Nilai C-organik pada akhir pengomposan untuk tiap perlakuan lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai C-organik pada awal sebelum pengomposan (Gambar 3). Hal ini dikarenakan pada proses pengomposan molekul C akan dilepas dan akan hilang dalam bentuk CO_2 . Proses penguraian bahan organik secara aerob dengan bantuan mikroorganisme perombak dan kandungan hara N, P, dan K pada bahan yang akan dikomposkan akan menghasilkan uap air

(H₂O), karbondioksida (CO₂), hara, humus dan energi (Sabrina et al., 2011b). Inokulasi Azotobacter pada kompos nyata meningkatkan C-organik kompos pada setiap waktu aplikasi, namun tidak berpengaruh nyata pada minggu ke-6 setelah pengomposan. Hal ini diduga akibat penambahan jumlah karbon yang berasal dari bakteri Azotobacter yang diaplikasikan ke kompos tersebut. Penyiraman dengan limbah cair pabrik kelapa sawit (tanda panah) juga berperan dalam peningkatan C-organik karena pada limbah cair pabrik kelapa sawit juga terkandung C-organik yang relatif tinggi (Sitanggang, 2011).

N-Total Kompos

Parameter N-total kompos yang diukur mulai dari awal sampai akhir penelitian setiap 3 hari setelah aplikasi inokulan Azotobacter



Gambar 4. Perubahan N-total Kompos Selama 6 Minggu Pengomposan dengan Bahan Kompos i) 100% TKKS (C₀), ii) 80% TKKS + 20% *M. bracteata* (C₁), dan iii) 60% TKKS + 40% *M. bracteata* (C₂)

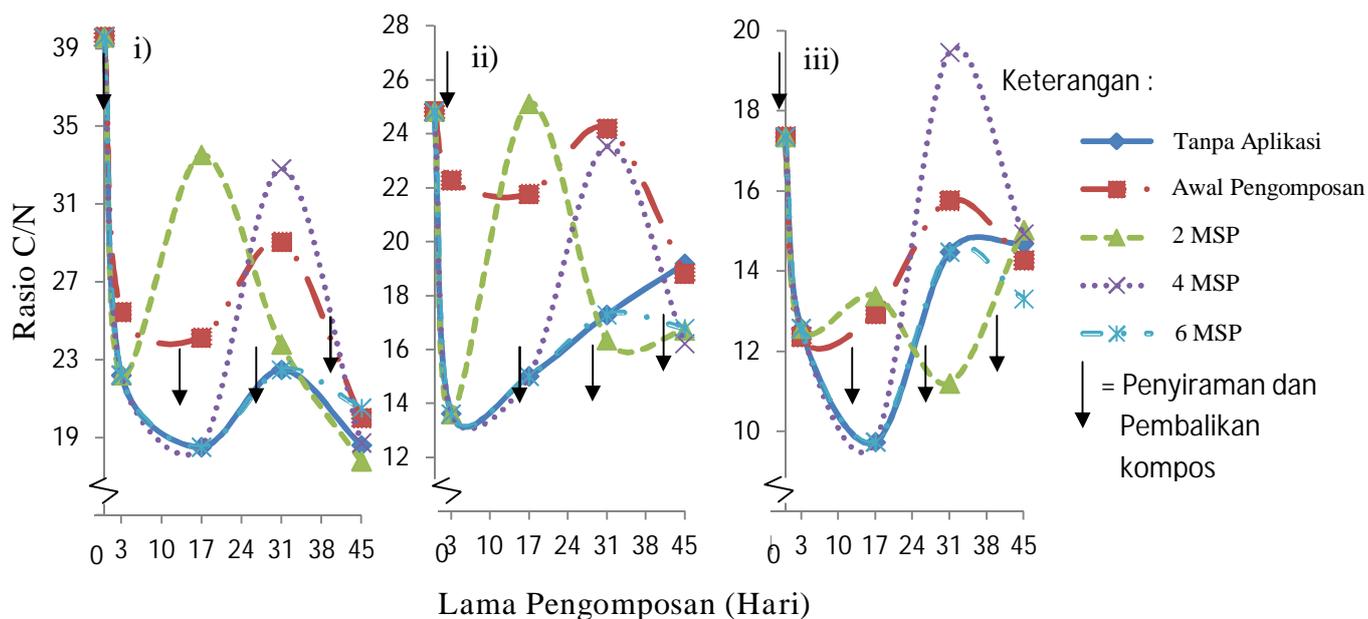
N-total kompos mengalami fluktuasi setiap pengamatan. Pada perlakuan T₁ dan T₂ untuk komposisi bahan kompos yang berbeda, N-total kompos lebih rendah dibandingkan dengan N-total kompos sebelum aplikasi Azotobacter (Gambar 4). Nitrogen kompos kembali meningkat pada

pengamatan selanjutnya dan lebih tinggi dibandingkan tanpa aplikasi. Hal ini diduga akibat penggunaan nitrogen oleh organisme perombak yakni *Trichoderma* spp. Selain itu, kemungkinan bahan dasar kompos dapat mempengaruhi kemampuan *Azotobacter* dalam memfiksasi N. Pada penelitian ini kompos TKKS memiliki pH >7.5 yang diduga menyebabkan terhambatnya aktifitas fiksasi nitrogen oleh *Azotobacter*. Hasil penelitian Roper dan Smith (1991) menunjukkan aktifitas enzim nitrogenase optimum pada kisaran pH 7–7,5 dan nilai pH di atas maupun di bawah kisaran ini akan menghambat aktifitas enzim tersebut, selain kandungan phenol pada TKKS (Sabrina dkk, 2012) dan juga pencampuran menggunakan *M.bracteata* yang mengandung phenolik cukup tinggi (Harahap dkk, 2008) akan menjadi faktor penghambat aktifitas nitrogenase.

Rasio C/N Kompos

Parameter rasio C/N kompos yang diukur mulai dari awal sampai akhir penelitian setiap

3 hari setelah aplikasi inokulan *Azotobacter*



Gambar 5. Perubahan Rasio C/N Kompos Selama 6 Minggu Pengomposan dengan Bahan Kompos i) 100% TKKS (C_0), ii) 80% TKKS + 20% *M. bracteata* (C_1), dan iii) 60% TKKS + 40% *M. bracteata* (C_2)

Rasio C/N sebelum pengomposan untuk masing – masing komposisi bahan kompos berbeda, dimana pada perlakuan komposisi C_0 dan C_1 nilai C/N >20 yaitu sebesar 39,59 dan 24,84,

sementara rasio C/N dari perlakuan komposisi $C_2 < 20$ (Gambar 5). Perbedaan rasio C/N ini disebabkan semakin tingginya kandungan N-total kompos dengan adanya pencampuran TKKS dengan *M.bracteata*. Pada pengamatan hari ke-17 setelah pengomposan terjadi peningkatan C/N yang cukup signifikan untuk perlakuan aplikasi T_2 pada komposisi C_0 dan C_1 , sedangkan perlakuan aplikasi T_3 pada hari ke-31 setelah pengomposan untuk masing-masing komposisi bahan yang berbeda. Peningkatan rasio C/N tersebut disebabkan terjadinya penurunan N-total akibat penggunaan nitrogen yang meningkat oleh mikroorganisme yang ada di dalam kompos yang berdampak pada menurunnya nilai rasio C/N kompos.

Pengaruh perlakuan waktu aplikasi inokulan *Azotobacter* dan komposisi bahan kompos serta interaksinya pada minggu ke-6 setelah pengomposan (akhir pengomposan) yang secara statistik untuk tiap parameter dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel. 1. Pengaruh waktu aplikasi inokulan *Azotobacter* dan komposisi bahan kompos pada minggu ke-6 setelah pengomposan

Perlakuan		Parameter						
		Suhu ($^{\circ}$ C)	Berat Akhir (gr)	pH	C-Org (%)	N-total (%)	Ratio C/N	Populasi <i>Azotobacter</i> (sel/ml)
Waktu Aplikasi	T_0	29,22	359,40	7,84	30,92	1,79	17,50	0,71 e
	T_1	29,67	360,36	7,89	31,98	1,83	17,70	1,01 d
	T_2	29,44	372,14	7,86	29,70	1,83	16,51	1,67 c
	T_3	29,56	373,45	7,95	29,76	1,82	16,63	2,83 b
	T_4	29,33	395,94	7,90	29,78	1,80	16,88	3,73 a
Formulasi Bahan Kompos	C_0	29,80 a	446,42 a	8,01 a	32,06 a	1,71 b	19,14 a	1,62 b
	C_1	29,33 b	369,21 b	7,89 b	30,71 ab	1,76 b	17,55 a	2,19 a
	C_2	29,20 b	301,14 c	7,77 c	28,51 b	1,97 a	14,45 b	2,16 a
Interaksi	T_0C_0	30,00	464,47	7,95	30,46	1,65	18,62	0,71 f

Waktu Aplikasi dan Formulasi Bahan Kompos	T ₀ C ₁	29,00	359,82	7,95	32,84	1,70	19,19	0,71 f
	T ₀ C ₂	28,67	253,91	7,62	29,48	2,02	14,69	0,71 f
	T ₁ C ₀	29,67	463,76	8,11	35,22	1,76	20,02	0,95 f
	T ₁ C ₁	29,33	337,58	7,82	32,04	1,73	18,82	1,01 f
	T ₁ C ₂	30,00	279,74	7,75	28,69	2,00	14,27	1,07 f
	T ₂ C ₀	30,00	409,15	7,91	29,47	1,67	17,79	1,50 e
	T ₂ C ₁	29,00	384,68	7,83	30,46	1,84	16,71	2,02 d
	T ₂ C ₂	29,33	322,61	7,84	29,17	1,96	15,03	1,48 e
	T ₃ C ₀	29,67	440,01	8,05	32,29	1,77	18,73	2,34 cd
	T ₃ C ₁	29,67	376,85	7,89	28,75	1,76	16,23	3,03 b
	T ₃ C ₂	29,33	303,48	7,90	28,26	1,91	14,93	3,13 b
	T ₄ C ₀	29,67	454,73	8,00	32,90	1,62	20,53	2,62 c
	T ₄ C ₁	29,67	387,11	7,97	29,48	1,76	16,80	4,17 a
	T ₄ C ₂	28,67	345,98	7,74	26,98	2,02	13,31	4,40 a
Rataan		29,44	372,26	7,89	30,43	1,81	17,04	1,99

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Hasil uji sidik ragam pada akhir pengomposan memperlihatkan bahwa komposisi bahan kompos berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan kompos. sedangkan waktu inokulasi Azotobacter serta interaksi antara waktu inokulasi Azotobacter dengan komposisi bahan kompos menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada parameter jumlah populasi Azotobacter, namun tidak berbeda nyata untuk parameter lainnya (Tabel 1).

Komposisi bahan kompos berpengaruh nyata terhadap semua parameter akibat perbandingan komposisi bahan akan menyebabkan perbedaan susunan senyawa kimia. Menurut Darmoko dkk, (1993) TKKS mengandung lignoselulosa, hemiselulosa, dan lignin masing-masing sebesar 45,9%, 22,84%, dan 16.45% dasar kering. Tingginya kandungan lignin pada TKKS belum diimbangi dengan tersedianya kandungan nitrogen dimana hubungan antara C dan N yang hilang

dalam proses pengomposan menunjukkan bahwa 85% dari total awal N kompos tersedia bagi mikrobia untuk tumbuh (Sabrina et al., 2011b), sehingga penggunaan *M. bracteata* yang mengandung nitrogen tinggi pada pengomposan TKKS akan mempengaruhi ketersediaan nitrogen yang merupakan faktor penting dalam pengomposan.

Pemerayaan nitrogen pada pengomposan cukup memberikan perbedaan yang cukup signifikan terhadap laju dekomposisi pada pengomposan TKKS. Penelitian ini menunjukkan bahwa proses perombakan pada komposisi C_0 jauh lebih lambat bila dibandingkan dengan komposisi yang mempergunakan pencampuran dengan sisa pangkasan *M. bracteata* (C_1 dan C_2) yang dilihat dari tingginya berat akhir kompos dan C/N akhir kompos C_0 lebih tinggi dibandingkan C_1 dan C_2 . Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Junaidi et al.(2010) pada pengomposan jerami padi menggunakan *Microbacterium* sp dan daun orok-orok (*Crotolaria* sp) akan mempercepat laju pengomposan pada bahan yang mengandung lignin dan selulosa. Perlakuan dekomposer dan pengkayaan nitrogen menyebabkan akan menurunkan rasio C/N dan lebih rendah pada hari ke-30 dibandingkan kompos jerami tanpa penambahan daun orok-orok. Hal tersebut juga terjadi di penelitian ini, dimana pada minggu ke-6 setelah pengomposan rasio C/N kompos TKKS pada masing-masing perlakuan sudah mencapai <20. Nilai tersebut membuktikan kompos telah matang (Setyorini et al., 2006), selain perubahan warna menjadi coklat kehitaman ; suhu menurun dan stabil ; jika diremas TKKS mudah dihancurkan atau mudah putus serat-seratnya (Wardani, 2012).

Waktu aplikasi *Azotobacter* di awal (T_1) dan 2 minggu setelah pengomposan (T_2) pada akhir pengomposan mampu meningkatkan kandungan nitrogen kompos TKKS sebesar 2.23% dan lebih tinggi dibandingkan perlakuan aplikasi lainnya. Sedangkan untuk formulasi bahan kompos peningkatan nitrogen kompos tertinggi pada perlakuan 60% tandan kosong kelapa sawit + 40% *M.bracteata* (C_2) sebesar 15.20%, hal ini dikarenakan penggunaan serasah *M.bracteata* yang menurut Harahap et al, (2002) memiliki kandungan nitrogen sebesar 2.08% pada hijauan dan 2.36% pada serasah terbukti mempengaruhi ketersediaan nitrogen kompos dengan perbandingan

komposisi *M.bracteata* yang semakin tinggi pada kompos mampu meningkatkan nitrogen kompos TKKS.

Untuk masing-masing formulasi dan waktu aplikasi yang berbeda terjadi peningkatan nitrogen dengan perlakuan tertinggi untuk interaksi perlakuan 100% TKKS pada aplikasi *Azotobacter* minggu ke-4 setelah pengomposan (C_0T_3), 80% TKKS + 20% *M.bracteata* pada aplikasi *Azotobacter* di awal pengomposan (C_1T_1), dan 60% TKKS + 40% *M.bracteata* pada aplikasi *Azotobacter* minggu ke-6 pengomposan (C_2T_4) secara berturut-turut sebesar 7.27%, 8.24%, dan 0%. Tidak terjadinya peningkatan kandungan nitrogen pada komposisi kompos C_2 diduga akibat laju dekomposisi yang berjalan lebih cepat akan mengakibatkan ketersediaan nitrogen yang lebih banyak sehingga penggunaan nitrogen oleh *Azotobacter* dan mikroorganisme yang ada hanya berasal dari nitrogen kompos tanpa dibantu dengan adanya fiksasi N_2 dari udara. Selain itu, pelepasan nitrogen ke udara dalam bentuk NH_3 maupun dalam bentuk N_2O yang lebih tinggi juga tidak dapat dihindarkan. Dari hasil penelitian Kapoor et al. (1986) inokulasi *Azotobacter* pada bahan kompos yang berbeda akan menghasilkan peningkatan kandungan nitrogen yang berbeda pula, dimana peningkatan nitrogen pada kompos industri, sampah kota, dan pertanian secara berturut-turut sebesar 16.7, 6.9 dan 22.1.

Dari hasil penelitian ini diketahui jumlah populasi bakteri *Azotobacter* lebih rendah pada kompos yang diaplikasikan *Azotobacter* diawal pengomposan. Hal ini diduga akibat sumber karbon kompos yang dapat dipergunakan bakteri tersebut semakin berkurang. Sumber karbon sederhana (glukosa) bagi bakteri *Azotobacter* yang dipergunakan sebagai sumber energi, sehingga pemerayaan kompos dengan *Azotobacter* lebih baik dilakukan pada akhir pengomposan.

KESIMPULAN

Penggunaan bakteri *Azotobacter* dan hijauan *M.bracteata* sampai akhir pengomposan tandan kosong kelapa sawit mampu meningkatkan kandungan nitrogen kompos sebesar 2.23%

dengan waktu perlakuan terbaik pada 2 minggu setelah pengomposan, perlakuan komposisi bahan kompos sebesar 15,20%, serta interaksi antara inokulasi *Azotobacter* dengan formulasi bahan berdasarkan komposisi 100% TKKS ; 80% TKKS + 20% *M.bracteata* ; 60% TKKS + 40% *M.bracteata* berturut-turut sebesar 7,27% ; 8,24% ; 0%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlinda. 2012. Study of comparative chemical quality of compost made from oil palm bunches with activator of activated sludge Coca cola, Cocomas and bokashi compost. Skripsi. Universitas Andalas. Padang.
- Barrington, S., D. Choiniere, M. Trigui, and W. Knight. 2002. Effect of carbon source on compost nitrogen and carbon losses. *Bioresource Technology* 83 : 189–194
- Darnoko, Z. Poeloengan, dan I. Anas. 1993. Pembuatan Pupuk Organik dari Tandan Kelapa Sawit. *Buletin PPKS Medan*. 1(1) : 89-99.
- Darnoko dan A. S. Sutarta. 2006. Pabrik Kompos di Pabrik Sawit. *Tabloid Sinar Tani*.
- DITJEN PPHP. 2006. Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Ebsan, T. Sabrina, and A. Rauf. 2009. Dynamics of CO₂ emission in composting of rice straw with the legumes (*Mucuna bracteata*), *Trichoderma harzianum* and earthworms (*Peryonix excavatus*). *Proceeding. Agriculture for Food and Sustainable Energy*.
- Fukumoto, Y. Osada, T. Hanajima, D. and Haga, K. 2003. Patterns and quantities of NH₃, N₂O and CH₄ emissions during swine manure composting without forced aeration—effect of compost pile scale. *Bioresource Technology* 89 : 109–114.
- Hanafiah, A. S., T. Sabrina, dan H. Guchi. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. FP-USU. Medan.
- Harahap, I. Y., T. C. Hidayat, G. Simangunsong, E. D. Sutarta, Y. Pangaribuan, E. Listia, dan S. Rahutomo. 2008. *Mucuna bracteata* Pengembangan dan Pemanfaatannya di Perkebunan Kelapa Sawit. PPKS. Medan.
- Isroi. 2004. Pengomposan Limbah Padat Organik. <http://www.ipard.com> [15 April 2012].
- Jensen H. L. 1965. Nonsymbiotic nitrogen fixation. In: Bartholomew W.V., Clark F.E., eds, *Soil Nitrogen*. Amer. Soc. Agron. Inc. Publisher, Madison, 436-480.
- Kapoor. K. K., K. S. Yadav, D. P. Singh, M. M. Mishra, and P. Tauro. 1982. Enrichment of Compost by *Azotobacter* and Phosphate Solubilising Microorganisms. Department of Microbiology, Haryana Agricultural University, Hissar-125004, India.

- Kasli. 2007. Pembuatan pupuk hayati hasil dekomposisi beberapa limbah organik dengan dekomposernya. Fakultas Pertanian, Unand : Padang.
- Martin, O dan T. Dewes. 1992. Loss of nitrogenous compounds during composting of animal wastes. *Bioresource Technology* 42 : 103–111.
- Mathews, C. 1998. The Intoduction and Eshamblishment of a New Legumeminous Cover, *Mucuna Bracteata* under Oil Palm in Malaysia, *Planters* 74 (868) : 359-368.
- Murbandoro, L. 2000. *Membuat Kompos*. Ed. Rev. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, 2008. Cara mudah mengomposkan TKKS. Politeknikcitrawidyaedukasi.blogspot.com [15 April 2012].
- Roper, M. M. and N.A. Smith. 1991. Straw decomposition and nitrogenase activity (C_2H_2 reduction) by free-living microorganisms from soil : effects of pH and clay content. *Soil Biol. Biochem.* Vol 23, No. 3 : 275-283.
- Sabrina, T , M.M. Hanafi, T.M.M. Mahmud, dan A.A. Nur Azwady. 2011a. Evaluation of nutrient Release from phosphorus - Enriched Empty Oil Palm Fruit Buncher as Growing Media Using *Setaria splendida*. *Compost Scince and Utilization* 19(1) : 61-68.
- _____. 2011b. Vermicomposting of Oil Palm Fruit Bunch and Its Potential supplying of Nutrients for Crop Growth. *Compost Scince and Utilization* 19(1) : 61-68.
- Setyorini. D, R. Saraswati, dan E.A. Kosman. 2006. *Kompos dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor : Jawa Barat
- Sitanggang, R. 2011. Perbandingan NaOH dan $Ca(OH)_2$ pada proses penurunan kadar minyak, nilai BOD dan COD dalam Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Subba Rao, N. S. 1982. *Biofertilizers in Agriculture*. Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi. Bombay. Calcutta.
- Suhaman, C. 2007. Pengaruh Campuran Tanah Lapisan Bawah (subsoil) dan Kompos Sebagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Kultivar Sungai Pancur 2 (SP2) di Pembibitan Awal. UNPAD Press, Padjajaran.
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik : Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Thompson, J.P. and V.B.D. Skerman. 1979. *Azotobacteriaceae: The Taxonomy and Ecology of the Aerobic Nitrogen Fixing Bacteria*. Academic Press. New York.
- Trolldenier, G. 1977. Influence of Some Environmental Factors on Nitrogen Fixation in the Rhizosphere of Rice. *Plant and Soil* 47: 203-- 302.

- Wahyono, Sri, Firman, L. Sahwan dan F Suryanto. 2003 . Mengolah Sampah Menjadi Kompos Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Wardani, D. I. 2012. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai alternatif pupuk organik.<https://uwityangyoyo.wordpress.com> [15 April 2012].
- Wedhastri, S. 2002. Isolasi dan seleksi Azotobacter spp. penghasil faktor tumbuh dan penambat nitrogen dari tanah masam. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol 3 (1) (2002) 45-51.