

Aplikasi Bioaktivator *SuperDec* dalam Pengomposan Limbah Padat Organik Tebu

Application of SuperDec Bio-activator in Composting Sugar Cane Solid Organic Wastes

Didiek Hadjar Goenadi¹ dan Laksmi Prima Santi^{1*})

Diterima 22 Mei 2006/Disetujui 11 Oktober 2006

ABSTRACT

The development of a suitable technology for handling sugar cane plantation's solid organic waste especially bagasse, filter mud, and trash is one of the most important concerns in the management system of sugar cane plantation. Solid organic waste of sugar cane is potentially suitable as a compost raw material processed by introducing lignocellulosic-degrading microbes, particularly *Phanerochaete chrysosporium*, *Trichoderma pseudokoningii*, and *Trichoderma* sp. The microbes were formulated in a commercial bioactivator product namely *SuperDec*. The significant results have been obtained on biodegradation of trash composted by using this bioactivator. Compost maturity could be reached in 7-21 days of incubation indicated by the reductions of solid organic waste particle size and C/N ratio. Based on selected production component values of this trial, the production cost of trash-originated compost is Rp. 200,-/kg with nutrient value equivalent to Rp. 260,-/kg. Combined applications of the compost with NPK single or with NPK compound fertilizers yielded higher biomass production i.e. 28.5 and 13.3% respectively, than that obtained from standard NPK single fertilizer application.

Key words: Sugar cane plantation, solid organic waste, *SuperDec*, composting technology, C/N ratio, production cost

PENDAHULUAN

Komponen biaya produksi yang cukup besar dalam budidaya tanaman tebu adalah pemupukan. Dengan pemupukan, produktivitas sampai tingkat tertentu dapat dinaikkan, sehingga biaya produksi secara keseluruhan dapat lebih efektif. Namun, efektivitas biaya produksi yang terkait dengan aspek pupuk sangat ditentukan oleh praktek pemupukan yang efisien. Kenyataannya penggunaan pupuk kimia buatan, seperti urea, SP-36, dan kalium klorida, sudah mulai dianggap tidak efisien. Hal itu disebabkan antara lain sifat pupuk yang cepat terurai sehingga hanya sebagian kecil yang diserap dan dimanfaatkan oleh tanaman tebu. Cepatnya hara pupuk terurai juga menimbulkan masalah pencemaran air tanah. Untuk mengatasi hal-hal tersebut di atas salah satu alternatifnya adalah dengan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Aplikasi pupuk dengan efisiensi tinggi dapat diperoleh melalui peningkatan daya dukung tanah dan efisiensi pelepasan hara pupuk (Herman dan Goenadi, 1999; Goenadi, 2003). Beberapa tahun terakhir ini, kompos telah dianggap sebagai jantung dari sistem pertanian organik (Hoitink dan Keener, 1993). Kompos berdasarkan fungsinya dikelompokkan sebagai bahan pembenah tanah (*soil conditioner*). Dalam hal peningkatan daya dukung tanah, kompos jelas lebih unggul dan bersifat ramah lingkungan daripada pupuk

kimia sintetik karena dapat meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah. Kandungan bahan organik di dalam tanah memiliki peranan yang sangat penting dan jumlah bahan organik tersebut sering digunakan secara langsung untuk mengukur indeks kesuburan tanah.

Dalam budidaya tebu selain dihasilkan tebu/gula dihasilkan pula limbah padat organik (LPO) yang kuantitasnya sangat besar. Hutasoit dan Toharisman (1993) menyebutkan bahwa saat tebu dipanen dihasilkan pucuk (*cane tops*) dan serasah (*trash*) dengan jumlah rata-rata per hektar sekitar 4–10 ton. Proses pembuatan gula lebih lanjut di dalam pabrik mengeluarkan 4% tetes (*molase*), 32% ampas (*bagasse*), 3.5% blotong (*filter mud*) pada PG sulfitasi dan 7.5% pada PG karbonatasi, serta 0.3% abu ketel (*boiler ash*). LPO tidak hanya digunakan sebagai sumber energi (khususnya ampas tebu) tetapi juga sebagai sumber nutrisi dan bahan ameliorasi tanah, sehingga berpotensi untuk meningkatkan produktivitas lahan (Qureshi *et al.*, 2000). Salah satu kendala dalam pengomposan LPO tebu adalah sulitnya perombakan bahan tersebut yang antara lain disebabkan oleh tingginya C/N rasio. Rasio C/N ampas tebu rata-rata 220 dan serasah tebu 110–120. Nisbah C/N rasio ideal untuk pengomposan sekitar 40. Kendala pengomposan LPO juga diakibatkan oleh bentuk senyawa karbon yang sukar untuk dirombak,

¹ Balai penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Lembaga Riset Perkebunan Indonesia
Jln. Taman Kencana No. 1 Bogor 16151, Telp : 0251 – 357355/324048, Fax : 0251 – 328516
e-mail : briec@indo.net.id (* Penulis untuk korespondensi)

yaitu lignoselulosa. Selain itu bentuk ampas dan serasah tebu yang *bulky (voluminous)* menyebabkan kedua jenis limbah organik tersebut cepat menyusut apabila dikomposkan. Penyusutan yang cepat menyebabkan panas dari tumpukan cepat hilang sehingga menurunkan aktivitas mikroba termofilik yang berperan dalam proses pengomposan.

Akibat kendala-kendala di atas pengomposan ampas dan serasah tebu akan memakan waktu yang lama apabila dilakukan dengan cara konvensional. Untuk mempersingkat waktu dan mengefisienkan proses pengomposan, Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia (BPBPI) telah memformulasikan aktivator pengomposan yang dinamakan *OrgaDec* (Organic Decomposer, Paten No. ID 0 000 264 S yang sesuai untuk LPO berkadar lignin rendah) (Goenadi *et al.*, 1998). Untuk LPO berkadar lignin, selulosa, dan silika tinggi diperlukan bahan aktif yang lebih spesifik. Untuk tujuan itu formula *OrgaDec* dikembangkan dengan formula baru yang diberinama Super Decomposer (*SuperDec*) dengan bahan aktif mikroorganisme unggul pendegradasi lignin dan selulosa yaitu *P. chrysosporium*, *T. pseudokoningii*, dan *Trichoderma* sp. Tulisan ini menyajikan proses pengomposan limbah padat organik berkadar lignin, selulosa, dan silika tinggi, khususnya serasah tebu dengan menggunakan bioaktivator *SuperDec* dan dampak pemupukan dengan kompos bioaktif yang dikombinasikan dengan pupuk NPK tunggal maupun pupuk NPK majemuk terhadap produktivitas tanaman tebu.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Kegiatan pengomposan skala lapang dan aplikasi pemupukan tanaman tebu dilakukan di Kebun Jolondoro, PG Semboro, PTP Nusantara XI, Banyuwangi, Jawa Timur. Sedangkan pengujian beberapa formula bioaktivator untuk pengomposan limbah organik berkadar lignin, selulosa, dan silika tinggi skala pilot dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Ciomas, BPBPI, Bogor. Kegiatan ini berlangsung dari bulan Juni 2003 sampai dengan Maret 2004.

Formulasi Bioaktivator

Bioaktivator yang digunakan untuk percobaan terdiri atas bioaktivator: (i) Formula A (bioaktivator komersial), (ii) Formula B (bioaktivator komersial dengan penambahan *P. chrysosporium*), (iii) Formula C (bioaktivator komersial dengan penambahan *Trichoderma* sp., dan (iv) *SuperDec* (*P. chrysosporium*,

T. pseudokoningii, dan *Trichoderma* sp.). Formulasi dilakukan di Laboratorium Mikroba dan Bioproses, BPBPI dan saat ini formula *SuperDec* dalam tahap pengajuan perlindungan hak paten. Secara umum, proses formulasi bioaktivator ini terdiri atas tiga tahap yaitu (i) sterilisasi tiga jenis bahan pembawa yang terdiri atas bahan humus, mineral liat, dan serbuk kayu 50 mesh dengan perbandingan tertentu, (ii) perbanyakkan bahan aktif bioaktivator di dalam medium spesifik, dan (iii) inokulasi bahan aktif ke dalam bahan pembawa.

Produksi Kompos Bioaktif

Kegiatan yang dilaksanakan dalam pembuatan kompos bioaktif adalah: (i) persiapan bahan baku, (ii) pencacahan, (iii) pencampuran, (iv) pencetakan, dan (v) pengamatan. Tahap persiapan meliputi pembuatan alat pencetak kompos, pencarian/pembelian serasah, dan penyiapan lokasi pembuatan kompos. Serasah tebu yang dibutuhkan untuk keperluan pengomposan rata-rata sebesar 4 000 – 5 000 kg untuk satu tumpukan kompos pada skala lapang dan 100-1000 kg untuk skala pilot. Serasah tebu diperoleh dari lahan-lahan tebu yang baru saja dipanen. Untuk percobaan skala pilot di KP Ciomas, serasah tebu diperoleh dari PG Subang dan rumput gajah diperoleh dari lingkungan di sekitar KP. Untuk kegiatan produksi kompos bioaktif di KP Ciomas, serasah dan rumput gajah dicacah dengan mesin pencacah sehingga diperoleh cacahan 2.5 – 5.0 cm. Proses pengomposan dilakukan di dalam bak-bak pengomposan yang telah tersedia di KP Ciomas berupa *block bin* yang terbuat dari batako dan semen berukuran 1m x 1m x 1m.

Pada percobaan di kebun Jolondoro, serasah tebu dicacah dengan mesin pencacah yang menghasilkan ukuran cacahan 3-5 cm. Cacahan serasah kemudian dibasahi dengan air untuk mendapatkan kelembaban \pm 50-60%. Selanjutnya serasah tersebut dimasukkan ke dalam alat pencetak *knock-down* berukuran 3 m x 2 m x 1.5 m (Goenadi *et al.*, 1998). Bioaktivator *SuperDec* dengan dosis anjuran (1.25% b/b) dicampurkan secara merata pada cacahan bahan baku kompos. Tumpukan kemudian diinjak-injak agar padat dan tidak mudah rusak. Kemudian alat pencetak dibongkar, tumpukan ditutup dengan terpal plastik, dan diikat dengan tali (Gambar 1). Pengamatan suhu, tinggi, bau/aroma, dan warna tumpukan tersebut dilaksanakan setiap hari. Parameter yang digunakan untuk memperkirakan kematangan kompos meliputi suhu, penurunan tinggi tumpukan, warna bahan serasah, dan bau. Analisis unsur hara N, P, K, dan C-organik serasah ataupun rumput gajah dilakukan di Laboratorium Analitik BPBPI.

Uji Coba Kompos Bioaktif untuk Pemupukan Tanaman Tebu

Aplikasi pemupukan tanaman tebu dilaksanakan dengan perlakuan: (i) pupuk NPK tunggal, (ii) kombinasi pupuk NPK tunggal dengan kompos bioaktif, dan (iii) kombinasi pupuk NPK majemuk (PMLT-PMF) yang mengandung 20% N, 10% P, dan 15% K dengan kompos bioaktif. Percobaan dilaksanakan di Kebun Jolondoro, PG Semboro, PTP Nusantara XI, Banyuwangi, Jawa Timur. Luas lahan yang digunakan untuk kegiatan pemupukan masing-masing 1 ha untuk perlakuan pupuk NPK tunggal dan masing-masing 5 ha untuk perlakuan kompos bioaktif yang dikombinasikan dengan pupuk NPK tunggal maupun pupuk NPK majemuk. Jenis tanah di lokasi percobaan adalah tergolong Entisols dengan kadar hara tanah rata-rata 0.157% N, 0.140% P₂O₅, 0.058% K₂O, dan kadar C-organik yang sangat rendah (1.59%). Dosis dan waktu aplikasi pemupukan secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan pengamatan terhadap LPO di perkebunan tebu, diketahui bahwa LPO terbesar adalah berupa ampas tebu, diikuti dengan serasah tebu dan pucuk tebu. Ampas tebu sebagian besar telah dimanfaatkan kembali sebagai bahan bakar pembangkit uap ketel di pabrik gula atau dimanfaatkan untuk bahan baku kertas. Pucuk tebu dimanfaatkan oleh petani sebagai bahan pakan ternak, sedangkan serasah tebu hanya dibakar dan belum dimanfaatkan secara optimal.

Berdasarkan pengamatan terhadap 10 tumpukan kompos di kebun Jolondoro yang dibuat dengan bioaktivator *SuperDec*, diketahui bahwa pola peningkatan suhu terjadi pada inkubasi hari ketiga. Suhu tertinggi berkisar antara 65-67 °C. Selanjutnya pada inkubasi hari ketujuh mulai terlihat adanya penurunan suhu dengan kisaran 40-46 °C. Tinggi tumpukan kompos juga cenderung menyusut sejalan dengan lamanya waktu pengomposan. Pada hari ke-14 setelah inkubasi suhu tumpukan mencapai 30-35 °C, warna kompos terlihat coklat kehitaman tanpa menimbulkan bau (Gambar 2). Adanya perubahan fisik tersebut mengindikasikan pula adanya perubahan biologi dan kimia kompos yang dapat digunakan sebagai indikator awal proses pematangan kompos.

Tabel 1. Dosis dan aplikasi pemupukan di kebun Jolondoro, PG Semboro, PTP Nusantara XI, Banyuwangi, Jawa Timur

Perlakuan	Dosis (kg/ha)	Aplikasi
Pupuk NPK tunggal		Dua kali aplikasi:
- ZA	800	(i) pada waktu tanam (ZA 400 kg/ha dan SP-36 200 kg/ha)
- SP-36	200	(ii) pada umur 2 BST ¹⁾ (ZA 400 kg/ha dan KCl 100 kg/ha)
- KCl	100	
Kompos bioaktif + pupuk NPK majemuk		Bersamaan waktu tanam
- kompos	2 500	
- NPK majemuk	137	
(20% dosis NPK tunggal)		
Kompos bioaktif + pupuk NPK tunggal		Dua kali aplikasi:
- kompos	2 500	(i) pada waktu tanam (kompos bioaktif 2 500 kg/ha, ZA 200 kg/ha, dan SP-36 176.4 kg/ha)
- ZA	599	(ii) pada umur 2 BST (ZA 399 kg/ha)
- SP-36	176.4	
- KCl	-	

¹⁾ BST = Bulan Setelah Tanam



Gambar 1. Bahan serasah yang telah dicetak untuk proses pengomposan



Gambar 2. Serasah segar (A), serasah setelah dikomposkan selama 7 hari (B), 14 hari (C), dan 21 hari (D)

Hasil analisis kimia terhadap serasah tebu dan rumput gajah pada proses pengomposan skala pilot menggunakan bioaktivator *SuperDec* menunjukkan bahwa dalam waktu inkubasi 21 hari, serasah tebu dan rumput gajah telah mengalami penurunan C/N rasio masing-masing sebesar 74.6 dan 30.0%. Kedua bahan kompos tersebut juga mengalami peningkatan kadar N, P, dan K walaupun tidak cukup signifikan yang disertai oleh penurunan kadar C-organik (Tabel 2). Hasil

analisis kimia terhadap aplikasi pengomposan skala lapang menunjukkan bahwa penggunaan bioaktivator *SuperDec* dapat menurunkan nilai C/N bahan baku serasah segar sebesar 66.2% (Tabel 3). Pada masa inkubasi 21 hari nilai C/N kompos serasah tebu dan rumput gajah dengan menggunakan bioaktivator *SuperDec* lebih rendah apabila dibandingkan dengan pengomposan memakai bioaktivator komersial (formula A).

Tabel 2. Hasil analisis bahan segar dan kompos bioaktif asal serasah tebu dan rumput gajah dengan menggunakan bioaktivator *SuperDec*, waktu inkubasi pengomposan selama 21 hari

Perlakuan	Serasah Tebu					Rumput Gajah				
	Unsur Hara (%)					Unsur Hara (%)				
	N	P	K	C-Org	C/N	N	P	K	C-Org	C/N
Contoh Segar	0.6	0.1	0.7	39.4	69.2	1.3	0.2	4.5	35.6	28.3
Tanpa bioaktivator	0.9	0.1	2.0	43.2	47.5	1.3	0.4	3.1	32.9	25.9
Formula A	1.4	0.3	2.9	27.7	19.7	1.5	0.5	3.1	34.9	23.1
Formula B	1.6	0.3	2.3	29.1	17.9	1.5	0.6	5.1	35.3	23.8
Formula C	1.5	0.3	3.2	34.8	23.6	1.4	0.5	4.2	33.6	24.7
<i>SuperDec</i>	1.7	0.3	2.8	29.7	17.6	1.5	0.5	5.0	30.4	19.8

Tabel 3. Perbandingan hasil analisis serasah tebu dengan perlakuan pengomposan menggunakan *SuperDec* pada skala pilot dan lapang, waktu inkubasi 21 hari

Pengomposan Skala Pilot (100 kg serasah segar/tumpukan)					Pengomposan di Lapang (5000 kg serasah segar/tumpukan)				
Unsur Hara (%)					Unsur Hara (%)				
N	P	K	C-Org	C/N	N	P	K	C-Org	C/N
1.7	0.3	2.8	29.7	17.6	1.7	0.2	2.2	39.5	23.4

Berdasarkan beberapa nilai komponen produksi yang terdiri dari serasah, *SuperDec*, bahan utama dan pendukung, tenaga kerja harian, bahan bakar, dan biaya pengemasan yang berlaku pada saat kegiatan berlangsung maka biaya produksi kompos bioaktif asal serasah tebu adalah sebesar Rp. 200,-/kg. Untuk memperoleh nilai ekonomi dari kompos bioaktif tersebut di atas, kandungan N, P, dan K dalam kompos bioaktif dibandingkan dengan kadar N, P, K asal pupuk kimia. Hasil perbandingan ini kemudian dikalikan dengan nilai rupiah dari rata-rata harga pupuk kimia yang berlaku di Indonesia. Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa biaya produksi kompos bioaktif dengan kualitas seperti yang tercantum pada Tabel 3 nilainya setara dengan Rp.260,-/kg nutrisi pupuk kimia.

Nilai C/N serasah tebu dengan waktu inkubasi 7 hari telah menunjukkan penurunan sebesar 65% dari nilai C/N serasah segar. Oleh karena itu, apabila secara fisik kompos bioaktif asal serasah tebu dengan waktu inkubasi 7 hari tidak berbeda dengan inkubasi 21 hari,

maka proses pengomposan dapat dilakukan dalam waktu 7 hari inkubasi. Singkatnya proses pengomposan berdampak positif terhadap penghematan biaya produksi kompos bioaktif (< Rp. 200,-/kg). Hasil analisis kimia terhadap serasah tebu segar maupun kompos bioaktif yang mengalami proses pengomposan selama 7,14, dan 21 hari inkubasi disajikan secara lengkap pada Tabel 4.

Taksasi produksi (Ku/ha) tebu yang dipupuk dengan kompos bioaktif asal serasah tebu yang dikomposkan dengan menggunakan bioaktivator *SuperDec* di lahan tebu Jolondoro, PTP Nusantara XI, Jawa Timur menunjukkan hasil yang baik. Dari data yang disajikan pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa aplikasi pemupukan dengan kombinasi kompos bioaktif asal serasah tebu dan pupuk NPK tunggal maupun pupuk majemuk dapat meningkatkan produksi masing-masing sebesar 28.5 dan 13.3% apabila dibandingkan dengan penggunaan pupuk NPK tunggal saja.

Tabel 4. Analisis kimia serasah tebu setelah dikomposkan dengan menggunakan aktivator *SuperDec* dengan waktu inkubasi 7, 14, dan 21 hari

Waktu Inkubasi (hari)	Analisis kimia serasah tebu				
	N (%)	P (%)	K (%)	C-org (%)	C/N
0	0.3	0.1	0.7	39.4	69.2
7	1.5	0.3	3.1	36.8	23.9
14	1.5	0.3	2.7	35.8	23.2
21	1.7	0.3	2.8	29.7	17.6

Tabel 5. Pengamatan pertumbuhan dan taksasi produksi tebu pada tanaman tebu–tanaman PC, umur 9 BST dengan beberapa perlakuan pemupukan di PG. Semboro, MT Tahun 2003

No.	Perlakuan	Jumlah batang/leng	Tinggi batang (m)	Taksasi Produksi (Ku/ha)
1.	Pupuk NPK tunggal	68.7	251.3	721
2.	Kompos bioaktif + pupuk NPK majemuk	74.3	220.7	817
3.	Kompos bioaktif + pupuk NPK tunggal	74.7	261.0	927

Pembahasan

Sebagai bagian dari biomassa tanaman, LPO mengandung unsur hara lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman. Bagaimanapun juga, unsur hara tersebut baru dapat tersedia bagi tanaman setelah LPO terdekomposisi (Diez dan Krauss, 1997). Pada dasarnya semua bahan organik mentah akan terdekomposisi akibat aktivitas mikroorganisme pendekomposisi yang berkembang di dalamnya. Namun kecepatan proses ini sangat tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis mikroorganisme, ukuran bahan organik, ketersediaan air, udara, dan nutrisi. Dalam kondisi alamiah, proses pengomposan berlangsung lambat karena satu atau beberapa faktor tersebut di atas tidak dalam kondisi yang optimal. Optimalisasi proses ini dapat diperoleh dalam satu proses pengomposan yang dikendalikan. Ukuran bahan baku yang cukup kecil akan menjamin kontak sebanyak mungkin dengan mikroorganisme. Manfaat dari pencacahan yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah untuk memperkecil ukuran serasah tebu ataupun rumput gajah sehingga luas permukaan untuk kontak dengan *SuperDec* menjadi lebih luas. Penggunaan mikroorganisme pendegradasi lignin dan selulosa (*P. chrysosporium*, *T. pseudokoningii*, dan *Trichoderma* sp.) untuk mendekomposisi serasah tebu dan rumput gajah dapat memperpendek masa pematangan kompos dan menghasilkan kompos yang bernilai tambah. Serasah tebu dapat diubah menjadi

kompos melalui proses biokimia dengan melibatkan aktivitas ketiga mikroorganisme tersebut. Dengan adanya kontak langsung antara mikroorganisme bahan aktif *SuperDec* dengan substrat yang sesuai (serasah tebu) maka kondisi optimal interaksi yang memacu pertumbuhan ketiga jenis mikroorganisme tersebut dapat tercapai. Selanjutnya mikroorganisme tersebut akan mensekresikan enzim lignoselulolitik untuk mendekomposisi lignin dan selulosa sebagai sumber karbon utama yang terdapat dalam serasah. Perubahan fisik yang terjadi pada tumpukan kompos umumnya disertai pula dengan perubahan biologi maupun kimia. Proses dekomposisi serasah tebu ditandai dengan pelepasan karbon (C). Pelepasan C ini akan menyebabkan kandungan C dalam serasah tebu dan rumput gajah menjadi turun, sehingga terjadi pula penurunan rasio C/N. Selain itu penurunan rasio C/N kemungkinan disebabkan karena peningkatan kandungan N di dalam kompos. Faktor nutrisi dapat diabaikan jika jenis mikroorganisme yang digunakan sudah sangat sesuai dengan jenis bahan organik mentah yang akan dikomposkan. Adapun komposisi serat pada tanaman tebu menurut Han (1998) yaitu selulosa (32-48%), lignin (19-24%), pentosa (27-32%), abu (1.5-5%), dan silika (0.7-35%). Selama proses dekomposisi tumpukan akan menyusut yang disebabkan oleh penguapan air dan gas. Karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) merupakan nutrisi utama yang dibutuhkan oleh mikroorganisme yang berperan dalam

proses pengomposan. Selain itu pula, nitrogen, fosfor, dan kalium adalah komponen utama yang diperlukan oleh tanaman. Oleh karena itu senyawa-senyawa tersebut di atas menentukan nilai ekonomi dari suatu kompos. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa kompos bioaktif LPO perkebunan dapat menghasilkan senyawa organik seperti asam humik, asam fulvik, asam sitrat, asam oksalat, dan lain-lain yang merangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan ketersediaan fosfat (Singh dan Amberger, 1997; Santi *et al.*, 2000). Penggunaan pupuk NPK majemuk yang dikombinasikan dengan kompos bioaktif dalam percobaan ini, selain mengurangi dosis pupuk NPK tunggal hingga tinggal sebesar 20%, juga diharapkan adanya pengurangan biaya tenaga kerja untuk pemupukan melalui aplikasi pemupukan yang hanya dilakukan satu kali dalam satu musim tanam.

Berdasarkan kajian tekno-ekonomi khususnya dalam upaya penghematan biaya upah harian tenaga kerja, maka peluang dan manfaat yang lebih besar untuk pengolahan LPO perkebunan tebu dapat diperoleh melalui pengomposan serasah tebu. Kondisi ini berlandaskan asumsi bahwa pada umumnya serasah tebu merupakan LPO yang telah terkumpul pada satu tempat, sehingga dapat mempersingkat waktu pengolahan LPO untuk dikomposkan.

KESIMPULAN

Kompos bioaktif asal perkebunan tebu memiliki peluang teknis dan ekonomis yang cukup memadai dalam usaha efisiensi penggunaan pupuk kimia sintetik, pengendalian limbah padat organik, dan peningkatan daya dukung lahan perkebunan tebu. Penggunaan bioaktivator *SuperDec* dalam pembuatan kompos bioaktif dapat mempercepat proses pengomposan dengan laju penurunan C/N rasio sebesar 66-75% dalam waktu 7-21 hari inkubasi. Pembuatan dan aplikasi pemupukan menggunakan kompos bioaktif asal serasah tebu dalam skala lapang di kebun Jolondoro, PG Semboro, PTP Nusantara XI, Jawa Timur, yang dikombinasikan dengan pupuk NPK tunggal atau pupuk NPK majemuk PMLT-PMF selain memiliki nilai tambah Rp 60,-/kg juga dapat meningkatkan produksi tebu masing-masing sebesar 28.5 dan 13.3% apabila dibandingkan dengan penggunaan pupuk NPK tunggal. Peluang dan manfaat yang lebih besar untuk pengolahan LPO perkebunan tebu dapat diperoleh bila digunakan bahan baku ampas tebu. Dengan demikian, manfaat tekno-ekonomi-ekologi dari penerapan teknologi pengolahan limbah padat organik di agribisnis tebu tergolong prospektif bagi manajemen dalam menerapkan *best agribusiness practices*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direksi PT Perkebunan Nusantara XI (Persero), Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur, dan Administratur Pabrik Gula Semboro yang telah memberikan dukungan dan secara langsung maupun tidak langsung berperan dalam pelaksanaan kegiatan pembuatan kompos bioaktif dengan menggunakan bioaktivator *SuperDec* untuk aplikasi pemupukan di lahan PG Semboro. Kepada Sdr. Isroi, MSi dan A. Mustarih diucapkan penghargaan atas partisipasinya di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Diez, T., M. Krauss. 1997. Effect of longterm compost application on yield and soil fertility. *Agrobiol. Res.*, 50 : 78-84.
- Goenadi, D.H., T.Y. Suswanto, M. Romli. 1998. Kajian aspek tekno-ekonomi produksi kompos bioaktif tandan kosong kelapa sawit di PKS Kertajaya - PT Perkebunan Nusantara VIII. *Warta Penelitian Bioteknologi Perkebunan*. (1):29-41.
- Goenadi, D.H. 2003. Biofertilizer EMAS untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dalam budidaya tanaman yang aman lingkungan. *Berita HITI* 9(24):20-26.
- Han, J.S. 1998. Properties of nonwood fibers. *TAPPI 1998 North American Nonwood Symposium at Atanata, GA. February 17-18. USDA Forest Service and USDA Biobased products Coordination Council*.
- Herman, D.H. Goenadi. 1999. Manfaat dan Prospek Pengembangan Industri Pupuk Hayati di Indonesia. *J. Litbang Pertanian*. 18(3): 91-97.
- Hoitink, H.A., H.M. Keener. 1993. Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological, and Utilization Aspect. *Ohio Agric. Res.Dev.Or., The Ohio State Univ. Wooster. OH. 728 pp*.
- Hutasoit, G.F., A. Toharisman. 1993. Pengomposan limbah pagrik gula di PG. Jatitujuh, Cirebon. *Pros. Seminar Pertemuan Teknis Tengah Tahun I/1991. P3GI, Pasuruan*.
- Qureshi, M.E., M.K. Wegener, F.M. Mason. 2000. Mill Mud Case Study in Mackay: An Economic Study on Recycling Sugar By-Products for the Mackay Region. *CRC Sugar Occasional Publication Townsville. pp.17*.

Santi, L.P., D.H. Goenadi, H. Widiastuti, N. Mardiana, Isroi. 2000. Extraction and characterization of humic acid from plantation's solid organic waste composts. *Menara Perkebunan*. 68(2): 29-36.

Singh, C.P., A. Amberger. 1997. Organic acids and phosphorus solubilization in straw composted with rock phosphate. *Bioresource Technology*. 63:13-16.