

PEMBUATAN KOMPOS LIMBAH NENAS DENGAN MENGGUNAKAN BERBAGAI BAHAN AKTIVATOR

COMPOST PRODUCTION USING PINEAPPLE WASTE AND VARIOUS ACTIVATORS

Sriharti dan Takiyah Salim
Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI, Subang
email: sriharti2002@yahoo.com

Abstrak

Salah satu upaya pemanfaatan limbah nenas adalah dengan menggunakannya sebagai bahan baku kompos yang bermanfaat untuk menyuburkan tanah. Pembuatan kompos dilakukan dengan menggunakan tong plastik kapasitas 50 L. Perlakuan terdiri dari penggunaan sejumlah bahan aktifator untuk mempercepat proses pengomposan, yaitu bioaktifator Green Phosko, EM4 dan Agrisimba. Masing-masing perlakuan terdiri atas 3 ulangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan ketiga bahan aktifator tidak berpengaruh nyata terhadap suhu pengomposan, waktu pengomposan dan kualitas kompos yang dihasilkan. Kualitas kompos pada ke tiga bahan aktifator umumnya memenuhi kriteria kualitas kompos menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk parameter pH (EM4 dan Agrisimba), kadar air, C-organik, nitrogen total, nisbah C/N, P₂O₅, K₂O, CaO, Fe, Mn, Zn. Sedangkan untuk parameter pH pada bioaktifator Green Phosko, MgO dan Al tidak memenuhi kriteria kompos.

Kata kunci: limbah nenas, kompos, aktifator,

Abstract

In order to utilize pineapple waste, compost production is one of the alternatives. The compost can be used as soil conditioner. The compost was made in a plastic drum of 50 L capacity. Various activators were applied to speed up the composting process this experiment. The activators used were Green Phosko bioaktifator, EM4 and Agrisimba. Each treatment was performed three times. Results of this experiment showed that utilization of these activators had no significant influence to temperature, time of composting process and the product quality. Quality of the compost produced by using EM4 and Agrisimba activators met the Indonesian National Standard (SNI) for pH, moisture content, C-organic, total nitrogen, C/N ratio values, and P₂O₅, K₂O, CaO, Fe, Mn, Zn concentrations. However, the compost produced by Green Phosko Bioactivator treatment did not meet the SNI for pH value, and MgO and Al concentrations.

Keywords: pineapple waste, compost, activator,

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Subang merupakan daerah penghasil buah nenas (*Ananas comosus*) yang cukup terkenal dengan ciri-ciri buah cukup besar, mengembung, mahkota buah kecil, manis, banyak berair dengan aroma kuat. Hasil panen nenas di kabupaten Subang tahun 2005 sebanyak 117.538 ton per tahun atau 9.779,8 ton per bulan yang meliputi areal luas tanaman sekitar 3.400 hektar (BPS, 2005). Jumlah industri rumah tangga pengolahan buah nenas yang ada sebanyak 12 pengusaha dengan produk dodol nenas dan keripik nenas, yang menghasilkan produk rata-rata 5,9 ton per bulan dengan kebutuhan bahan baku sebesar 16,92 ton per bulan. Limbah yang dihasilkan sekitar 48,6 % atau 8,22 ton per bulan. Limbah tersebut

ditimbun di halaman atau dibuang ke kebun. Salah satu upaya untuk memanfaatkan limbah nenas adalah dengan pengomposan. Pengomposan merupakan suatu proses dekomposisi secara biologis dari senyawa-senyawa organik yang terjadi karena adanya kegiatan mikroorganisme yang bekerja pada suhu tertentu. Pengomposan merupakan salah satu metoda pengelolaan limbah organik menjadi material baru seperti humus yang relatif stabil.

Menurut Starbuck (2004), kompos merupakan bahan organik yang telah membusuk beberapa bagian, sehingga berwarna gelap, mudah hancur dan memiliki aroma seperti tanah. Anonim (1997)

menjelaskan bahwa pembuatan kompos pada dasarnya adalah membuat suatu kondisi yang mendukung pertumbuhan populasi mikroorganisme dalam proses pembusukan untuk membuat material humus yang sangat penting bagi tanah.

Pengomposan dengan bahan baku limbah nenas merupakan teknologi ramah lingkungan, sederhana dan menghasilkan produk akhir yang sangat berguna bagi kesuburan tanah. Keuntungan pengomposan adalah mengurangi pencemaran lingkungan, membantu melestarikan sumber daya alam, menghasilkan sumber daya baru yaitu kompos yang bermanfaat untuk menjaga kesuburan tanah. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap pengomposan diantaranya kebutuhan nutrisi untuk mikroorganisme, jenis-jenis mikroorganisme yang berperan dalam pengomposan dan kondisi lingkungan seperti keseimbangan nutrisi (nisbah C/N), pH, suhu, ukuran partikel, kelembaban udara dan homogenitas campuran (Anonim, 1997 dan Isroi, 2003).

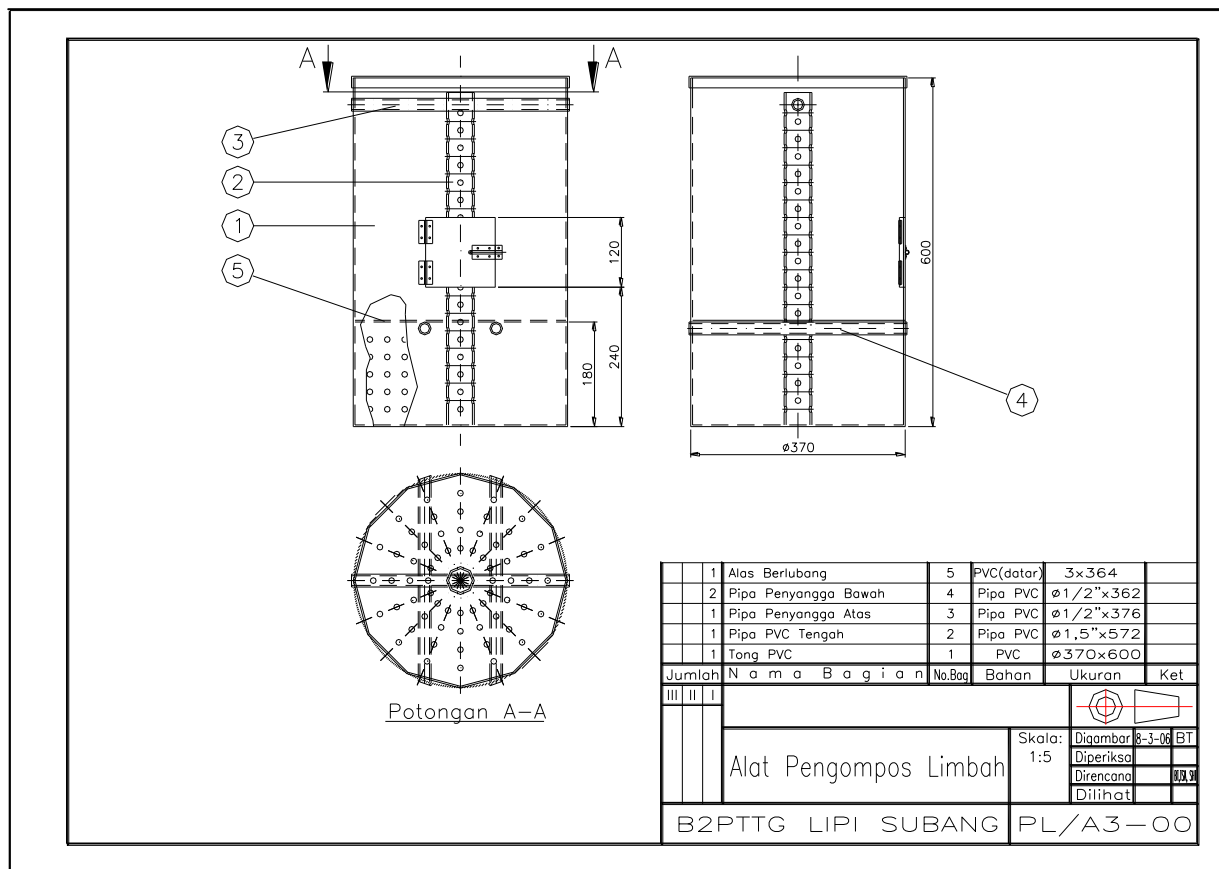
Salah satu upaya untuk mempercepat waktu pengomposan adalah dengan menggunakan bahan aktifator untuk mempercepat degradasi bahan

organik. Menurut Isroi, 2003 pengomposan dengan menggunakan aktifator dapat dipercepat menjadi 2 minggu, sedangkan pengomposan secara alami berlangsung selama 3-4 bulan.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah nenas menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomi dan mengetahui penambahan bahan bioaktifator Green Phosko, EM4 dan Agrisimba untuk mendapatkan produk kompos dalam waktu yang singkat dan berkualitas.

2. METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam pengomposan adalah limbah nenas yang berasal dari industri pengolahan dodol nenas Mekarsari di kecamatan Jalan Tambak Mekar kabupaten Subang. Pembuatan kompos dilakukan dalam bioreaktor yang terbuat dari tong plastik dengan diameter 370 mm, tinggi 600 mm, kapasitas 50 L. Bagian tengah dan atas bioreaktor tersebut diberi pipa PVC \varnothing 1/2 inci yang berlubang untuk mengatur sirkulasi udara atau pemasokan oksigen dan di bagian bawahnya diberi lembaran PVC yang berlubang untuk tempat pengeluaran lindi, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Pengompos (Bioreaktor) Limbah Nenas

Variabel perlakuan dilakukan dengan tiga bahan aktifator pengomposan yaitu bioaktifator *Green Phosko*, EM4 dan Agrisimba, masing-masing perlakuan terdiri atas 3 ulangan. Pada proses pengomposan parameter yang diamati adalah suhu pengomposan, dimana pengamatan dilakukan setiap pagi dan sore hari selama 10 hari. Suhu diukur dengan termometer.

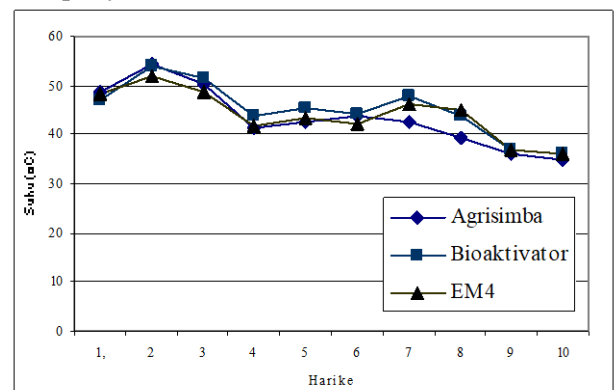
Pengujian produk kompos terdiri dari pengujian kualitas kimia dan fisik. Pengujian kualitas kimia meliputi nilai pH, kadar air, nitrogen total, C-organik, P_2O_5 , K_2O , MgO , S, Fe, Mn, Zn dan Al. Nilai pH diukur dengan pH meter, kadar air dianalisis dengan metoda gravimetri dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu $600^\circ C$. Kadar nitrogen total dianalisis dengan metoda *Kjedahl*, sedangkan kadar P_2O_5 , K_2O , MgO , S, Fe, Mn, Zn dan Al dianalisis dengan AAS. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis varians. Hasil pengujian kualitas kompos dibandingkan dengan standar kualitas kompos menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 19-7-30-2004.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 menunjukkan pengaruh berbagai bahan aktifator terhadap suhu pengomposan. Pada hari kedua terjadi peningkatan suhu pengomposan pada penggunaan ketiga bahan aktifator, yang menunjukkan terjadinya proses dekomposisi limbah nenas oleh ketiga bahan aktifator tersebut. Proses dekomposisi akan menghasilkan panas yang mengawali fase termofilik di dalam bahan kompos. Pada fase ini yang berperan adalah mikroorganisme termofilik yang mampu hidup pada suhu $40-60^\circ C$ (Djuarnani, et al, 2005). Pada hari ketiga mulai terjadi penurunan suhu yang menandai berkurangnya aktifitas mikroorganisme termofilik, karena bahan makanan yang berkurang. Menurut Sutanto (2002), limbah organik mudah terdekomposisi apabila nisbah C/N sekitar 20 – 35. Penurunan suhu paling cepat terjadi pada pengomposan dengan bahan aktifator Agrisimba yang mengandung bakteri *Lactobacillus*, *Bacillus*, ragi, *Azotobacter* dan *Acetobacter*. Hal ini menunjukkan bahwa pada dekomposisi limbah nenas secara aerob aktivitas mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 dan bioaktifator *Green Phosko*, sehingga bahan makanan yang dikonsumsi lebih banyak yaitu protein, karbohidrat non selulosa dan hemiselulosa (Djuarnani, et al, 2002). Setelah aktivitas mikroorganisme

termofilik berkurang organisme mesofilik yang sebelumnya bersembunyi di bagian tumpukan yang agak dingin memulai aktivitasnya lagi dan akan merombak selulosa dan hemiselulosa yang tersisa pada proses sebelumnya. Kemampuannya tidak sebaik mikroorganisme termofilik. Mikroorganisme mesofilik mampu beraktivitas pada suhu $35-55^\circ C$. Aktivator EM-4 mengandung species mikroorganisme yang didominasi oleh bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp), di samping mengandung ragi, bakteri fotosintetik, Actinomycetes dan jenis mikroorganisme lainnya (Hadijaya, 1994). Sedangkan Agrisimba mengandung bakteri *Lactobacillus*, *Bacillus*, ragi, *Azotobacter* dan *Acetobacter*. Bioaktifator mengandung mikroba seperti bakteri Actinomycetes, ragi dan jamur.

Proses pengomposan terjadi pada waktu yang bersamaan yaitu hari ke 9 pada kompos dengan bahan aktifator Agrisimba, EM4 maupun bioaktifator. Sedangkan pada penelitian sebelumnya, pengomposan dengan menggunakan sampah organik yang berupa sayuran bahan aktifator EM4 lebih cepat terjadi dibandingkan dengan bioaktifator dan Agrisimba, yaitu pada hari ke 7. Kematangan kompos ditandai dengan telah hancurnya bahan dasar, suhu mendekati suhu udara, warna berubah menjadi kehitaman, remah dan mudah hancur, keadaan tersebut biasanya mempunyai nisbah C/N 10-15 (Anonim, 1995).



Gambar 2. Pengaruh Bahan Aktifator Terhadap Suhu Pengomposan

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa ketiga bahan aktifator tidak berpengaruh signifikan terhadap suhu pengomposan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F_{hitung} 2,37 lebih kecil dari F_{tabel} 3,15 dengan taraf signifikansi 95%.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian kualitas kimia dari kompos pada ketiga bahan aktifator

dibandingkan dengan kriteria kualitas kompos Standardisasi Nasional, 2001).
berdasarkan Standar Nasional Indonesia (Badan

Tabel 1. Hasil Pengujian Kualitas Kimia Kompos Pada Ketiga Bahan Aktifator

Parameter	bioaktifator	EM4	Agrisimba	SNI	
				Minimal	Maksimal
▪ pH	7,9*	7,3	7,4	6,80	7,49
▪ Kadar air (%)	29,41	16,84	12,45		50
▪ C-organik (%)	18,26	20,93	19,94	27	58
▪ N total (%)	1,70	2,00	1,88	0,40	
▪ C/N ratio	11	10	11	10	20
▪ P ₂ O ₅ (%)	2,65	2,56	2,68	0,10	-
▪ K ₂ O (%)	2,61	2,92	3,26	0,20	
▪ CaO (%)	2,38	2,62	3,15	**	25,5
▪ MgO (%)	1,34*	1,46*	1,46*	**	0,60
▪ S (%)	0,38	0,44	0,47	*)	
▪ Na (%)	0,10	0,10	0,10		
▪ Fe (%)	1,0757	1,1817	1,1541	**	2,00
▪ Mn (%)	0,0741	0,0878	0,0893	**	0,10
▪ Zn (mg/kg)	287	348	336	**	500
▪ Al (%)	3,3911*	3,6699*	3,5267*	**	2,20

Keterangan : * Tidak memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI
 ** Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum
 *) Nilai yang dipersyaratkan berdasarkan kriteria kompos Internasional > 0,01 %

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH kompos pada ketiga perlakuan yaitu bioaktifator, EM4 dan Agrisimba pada awal pengomposan mengalami penurunan, karena sejumlah mikroorganisme tertentu mengubah sampah organik menjadi asam organik. Pada proses selanjutnya, mikroorganisme jenis lainnya akan memakan asam organik yang menyebabkan pH menjadi naik kembali mendekati netral. Nilai pH kompos pada EM4 dan Agrisimba memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, dimana pH minimum 6,80 dan maksimum 7,49. Sedangkan nilai pH pada bioaktifator tidak memenuhi kriteria kualitas kompos, dimana pH bioaktifator 7,9, sedangkan nilai pH pada EM4 7,3 dan Agrisimba 7,4.

Sedangkan kadar air dari kompos yang dihasilkan memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, dimana kadar maksimum yang diperbolehkan 50%. Kadar air kompos pada bioaktifator 29,41%, EM4 16,84% dan Agrisimba 19,94%.

Kadar C-organik kompos pada ketiga bahan aktifator tidak memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI. Kadar C organik pada bioaktifator 18,26%, EM4 20,93% dan Agrisimba 19,94%. Kadar yang dipersyaratkan SNI adalah minimal 27% dan maksimal 58%. Kadar nitrogen total kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, dimana kadar minimal 0,40%. Kadar nitrogen total pada bioaktifator 1,70%, EM4 2,00% dan Agrisimba 1,88%. Unsur nitrogen ini dalam tanaman diperlukan mempercepat pertumbuhan vegetatif,

membentuk klorofil, meningkatkan kadar protein dalam buah, meningkatkan kadar vitamin dan membentuk enzim-enzim dan asam amino (Anonim, 1995).

Nisbah C/N kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, dimana nisbah C/N pada bioaktifator 11, EM4 10 dan Agrisimba 11. Sedangkan nilai yang dipersyaratkan SNI minimal 10 dan maksimal 20. Nisbah C/N digunakan untuk mendapatkan degradasi biologis dari bahan-bahan organik.

Kadar P₂O₅ kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 2,65%, EM4 2,56% dan Agrisimba 2,66%, kadar yang dipersyaratkan minimal 0,10%. Fosfat dibutuhkan tanaman untuk merangsang pembentukan dan pertumbuhan akar, sehingga tanaman menjadi kokoh, cepat berbunga dan berbuah, untuk pembentukan protein dan enzim serta untuk proses metabolisme yang menghasilkan energi panas (Anonim, 1995).

Kadar K₂O kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 2,61%, EM4 2,92% dan Agrisimba 3,26%, kadar yang dipersyaratkan minimal 0,20%. Kalium dalam tanaman berfungsi mengurangi efek negatif dari unsur N, mempercepat batang tanaman, dan meningkatkan pembentukan klorofil dan karbohidrat pada buah, meningkatkan kualitas buah dan ketahanan tanaman terhadap penyakit, merangsang

pembentukan bunga dan buah, dan mengatur keseimbangan unsur N dan P (Anonim, 1995).

Kadar CaO kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 2,38%, EM4 0,44% dan Agrisimba 0,47%, kadar yang dipersyaratkan maksimal 25,5%. Fungsi Ca untuk membentuk dinding sel yang dibutuhkan dalam proses pembentukan sel baru (Novizan, 1999).

Kadar MgO kompos pada ketiga bahan aktifator tidak memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 1,34%, EM4 1,46% dan Agrisimba 1,48%, kadar yang dipersyaratkan maksimal 0,60%. Mg termasuk hara makro esensial yang berperan dalam proses fotosintesis dan pembentukan klorofil bersama besi (Anonim, 1995).

Kadar S kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 0,38%, EM4 2,62% dan Agrisimba 3,15%, kadar yang dipersyaratkan lebih besar dari 0,01 %. S sangat berperan dalam pembentukan klorofil dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan jamur (Novizan, 1999).

Kadar Mn kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 0,0741%, EM4 0,0878% dan Agrisimba 0,893%, kadar yang dipersyaratkan maksimal 0,10%. Unsur Mn dalam tanaman berfungsi sebagai katalisator berbagai enzim yang berperan dalam proses perombakan karbohidrat dan metabolisme N. Mn bersama Fe membentuk terbentuknya sel klorofil (Anonim, 1995).

Kadar Fe kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 1,0757%, EM4 1,1817% dan Agrisimba 1,1541%, kadar yang dipersyaratkan maksimal 2,20%. Unsur Fe dalam tanaman

berfungsi sebagai aktifator dalam proses biokimia seperti fotosintesa dan respirasi, juga untuk pembentuk beberapa enzim (Anonim, 1995).

Kadar Zn kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 287 mg/kg, EM4 348 mg/kg, dan Agrisimba 336 mg/kg, kadar yang dipersyaratkan maksimal 500 mg/kg. Unsur Zn berfungsi sebagai katalisator dalam pembentukan protein, mengatur pembentukan asam indoleasetik (asam yang berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh tanaman), dan berperan aktif dalam transformasi karbohidrat (Anonim, 1995).

Kadar Al kompos pada ketiga bahan aktifator tidak memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI, pada bioaktifator 3,3911%, EM4 3,6699%, dan Agrisimba 3,5267%, kadar yang dipersyaratkan maksimal 2,20%.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa berbagai bahan aktifator tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan unsur hara kompos atau kualitas kompos, hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} 1,95 lebih kecil dari F_{tabel} 5,34 pada taraf signifikansi 95 %. Hal ini kemungkinan disebabkan pada ketiga bahan aktifator mengandung mikroorganisme yang hampir sama yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus*, Actinomycetes dan jamur fermentasi yang berkemampuan mendegradasi bahan organik. Bakteri fotosintetik mendegradasi bahan organik menjadi gula dan karbohidrat lain seperti lignin dan selulosa. Bahan tersebut dimanfaatkan oleh bakteri *Lactobacillus* untuk menghasilkan asam laktat dan dimanfaatkan pula oleh ragi untuk membentuk asam amino dan senyawa bioaktif diantaranya hormon dan enzim. Actinomycetes (*Streptomyces*) menghasilkan zat anti mikroba dari asam amino. Jamur fermentasi seperti *Aspergillus* dan *Penicillium* menguraikan bahan organik untuk menghasilkan alkohol, ester dan zat anti mikroba.

Tabel 2. Hasil pengujian kualitas fisik kompos pada berbagai bahan aktifator

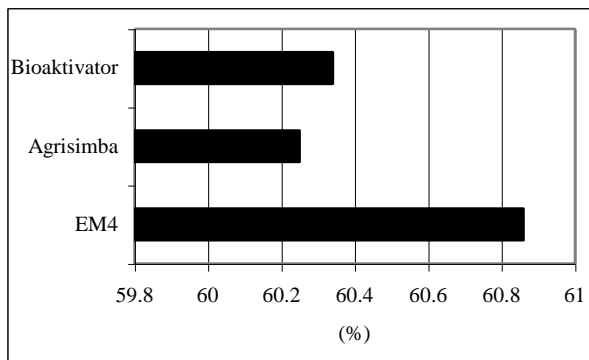
Parameter	Bioaktifator	EM4	Agrisimba	SNI	
				Minimal	Maksimal
Warna	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman	-	Kehitaman
Bau	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	-	Berbau tanah

Tabel 2 menunjukkan kualitas fisik kompos pada berbagai bahan aktifator. Ketiga bahan aktifator tidak berpengaruh nyata terhadap warna maupun bau

kompos yang dihasilkan. Warna yang dihasilkan coklat kehitaman dan berbau tanah, suhunya kurang lebih sama dengan suhu pada tanah.

Kualitas fisik kompos pada ketiga bahan aktifator memenuhi kriteria kualitas kompos menurut SNI.

Gambar 3 menunjukkan penyusutan hasil kompos pada beberapa bahan aktifator. Penyusutan tertinggi ditemui pada bahan aktifator EM4 yaitu sebesar 60,29%-61,25% atau rata-rata 60,86%, kemudian diikuti oleh bioaktifator 59,58%-60,95% atau rata-rata sebesar 60,34 % dan Agrisimba sebesar 59,44%-60,89% atau rata-rata 60,25%. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa bahan aktifator tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penyusutan, hal ini terlihat dari nilai F_{tabel} 0,75 lebih kecil dari F_{hitung} 5,34 pada taraf signifikansi 95%. Terjadinya penyusutan ini disebabkan adanya proses penguraian, dimana bahan organik diurai menjadi unsur-unsur yang dapat diserap oleh mikroorganisme, sehingga ukuran bahan organik berubah menjadi partikel-partikel kecil, yang menyebabkan volume kompos menyusut. Selain itu proses pencernaan menghasilkan panas yang menguapkan kandungan air dan CO₂ dalam limbah nenas dan menyebabkan berat kompos menyusut.



Gambar 3. Penyusutan Kompos Pada Beberapa Bahan Aktivator

4. KESIMPULAN

Pengomposan dengan berbagai bahan aktifator menghasilkan kualitas kompos yang memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI nomor 19-7030-2004 untuk parameter nilai pH (EM4 dan Agrisimba), kadar air, C-organik, nitrogen total, C/N ratio, P₂O₅, K₂O, CaO, S, Fe, Mn, Zn. Sedangkan untuk parameter MgO dan Al tidak memenuhi standar kualitas kompos. Berbagai bahan aktifator tidak berpengaruh nyata terhadap suhu pengomposan dan waktu pengomposan dan besarnya

penyusutan bahan. Pengomposan pada ketiga bahan aktifator berlangsung selama 9 hari. Hasil produksi kompos mengalami penyusutan sebesar 59,44%-61,25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (1997) **Guide to Community Composting**. Irish Batland Conservation Council, Dublin.
- Anonymous. (1995) **Edition-Western Fertilizer Handbook**. California Fertilizer, Association, Interstate Publisher, Inc., Denville.
- Badan Pusat Statistik. (2005). **Kabupaten Subang Dalam Angka 2005**. Badan Pusat Statistik, Subang.
- Badan Standardisasi Nasional (2001) **SNI Standar Nasional Indonesia**, 19-7030-2004, Panitia Teknis Konstruksi dan Bangunan (21 S), Bandung.
- Djuarnani, N, Kristian, Setiawan, B.S. (2005). **Cara Cepat Membuat Kompos**, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Hadiwijaya. (1994). **Analisis Mikroorganism EM-4**, Laboratorium Terpadu Divisi Mikrobiologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Isroi. (2003) **Pengomposan Limbah Padat Organik**, Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.
- Novizan. (1999) **Pemupukan yang Efektif**, Makalah pada Kursus Singkat Pertanian, PT Mitratani Mandiri Perdana, Jakarta.
- Sutanto, R. (2002). **Pupuk organik: Potensi Biomassa dan Proses Pengomposan**, Kanisius, Yogyakarta.
- Starbuck, C.J. (2004). **Waste Managemen Alternative: Composting**, University of Nottingham School of Biociences, Scientific Program, Nottingham.