

PENAMBAHAN *INNOVATED MICROORGANISM FERTILIZER* (IMF) DALAM PROSES KOMPOSTING AEROBIK

ADDING *INNOVATED MICROORGANISM FERTILIZER* (IMF) ON AEROBIC COMPOSTING

I.D.A.A. Warmadewanthi¹⁾ dan Bieby Voijant Tangahu¹⁾
¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS

Abstrak

Penelitian ini menambahkan starter mikroba IMF (*Innovated Microorganism Fertilizer*) untuk mempercepat proses kematangan kompos dan mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas kompos. Metoda yang digunakan adalah komposting aerobik dengan sistem *windrow composting*. Variasi penambahan starter IMF sebanyak 0.6, 1.2, 2 dan 2.5 L/kg sampah dengan satu reaktor kontrol. Parameter penelitian adalah kadar air, suhu, pH, rasio C/N, untuk mengetahui kualitas akhir kompos dilakukan analisa terhadap N, P dan K. Dosis optimum untuk penambahan starter mikroba adalah 1.2 L/kg sampah yang ditunjukkan dengan waktu pengomposan \pm 2 minggu. Kualitas kompos yang dihasilkan cukup baik dilihat dari kandungan unsur-unsur makro %N, %P dan %K adalah 3.14, 0.8, 1.5.

Kata kunci : IMF, kompos, *starter*, *windrow composting*

Abstract

This research with adding IMF (*Innovated Microorganism Fertilizer*) to accelerate a compost maturation process and influence to the compost quality. This research used an anaerobic composting with *windrow composting* system. The variation of IMF are 0.6, 1.2, 2 and 2.5 L/kg of waste with one control reactor. The parameter used: humidity, temperature, pH, and C/N ratio. The N, P and K was analysed to identify final quality compost. The result show, the optimum dosage was 1.2 L/kg of solid waste with time composting \pm 2 weeks. A good result of compost quality from the percentage of N, P and K which valued at 3.14, 0.8 and 1.5.

Keywords : IMF,compost, *starter*, *windrow composting*

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan utama yang sering terjadi di kota-kota besar. Dengan semakin banyaknya jumlah penduduk, maka semakin banyak pula jumlah sampah yang dihasilkan. Salah satu upaya untuk mengurangi jumlah sampah yang harus dibuang ke TPA dan mulai diterapkan adalah bagaimana mengolah sampah tersebut menjadi pupuk kompos. Dinas Kebersihan Kotamadya Surabaya sudah melakukan Usaha Daur Ulang Kompos (UDPK) Bratang.

Kendala yang dihadapi adalah lamanya proses komposting sehingga bila sampah masuk ke TPS dalam volume yang cukup besar memerlukan lahan pengolahan yang lebih luas. Lamanya waktu pengomposan terutama dipengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi sampah, karena itu diperlukan kehadiran sejumlah mikroorganisme pengurai yang harus mencukupi untuk mendekomposisi sampah.

Dalam penelitian ini akan dicoba jenis starter baru yaitu *Innovated Microorganism Fertilizer* (IMF) yang langsung diterapkan dalam degradasi sampah tanpa penambahan bahan-bahan lain sebagai aktivator.

Sebelumnya IMF ini banyak dimanfaatkan untuk aplikasi tanaman secara langsung dan dari penelitian yang dilakukan oleh Gatot (1999) ditemukan bahwa IMF ini mampu mengurai dan mendekomposisi bahan organik tanah dengan cepat dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah.

Kompos adalah sejenis pupuk organik, dimana kandungan unsur N,P dan K yang biasanya dibutuhkan tanaman tidak terlalu tinggi hal ini membedakan kompos dengan pupuk buatan. Namun kompos sangat banyak mengandung unsur hara mikro yang berfungsi membantu memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan porositas tanah sehingga tanah menjadi gembur dan lebih mampu menyimpan air (Tchobanoglous dkk, 1993).

Tanaman atau hewan merupakan bahan organik yang sangat potensial dalam proses komposting. Bahan-bahan ini dalam keadaan segar mudah sekali membusuk dan terurai dengan cepat. Dalam pembuatan kompos diusahakan bahan organik yang digunakan beragam, karena hasil akan diperoleh lebih baik daripada tunggal (Dalzell dkk, 1997) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkiraan Komposisi Bahan Yang Baik Untuk Proses Komposting

Bahan	Nitrogen berdasarkan berat kering (%)	Rasio C/N
Tinja	5.5-6.5	6-10
Lumpur kotoran	5-6	6
Sampah perkotaan	2-3	10-16
Enceng gondok	2.2-2.5	20
Tanaman pupuk hijau	3-5	10-15
Pupuk ternak	1-1.8	-
Sampah tebu	0.3	150
Ampas kopi	1-2.3	8
Pupuk unggas	4	-

Sumber : Dalzell, 1997

Keadaan matang dari kompos didefinisikan sebagai keadaan antara keadaan mentah dan busuk sempurna (Anonim,1992).

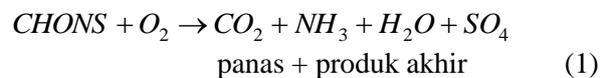
Pematangan dari kompos dapat diketahui melalui beberapa hal yaitu suhu, rasio C/N dan bentuk fisik.

Indikasi terjadi kematangan bila dalam suhu dalam tumpukan kompos sudah mengalami penurunan dan pengadukan tidak akan merubah kondisi suhu tersebut (Tchobanoglous dkk,1993). Rasio C/N untuk menyatakan kompos matang adalah lebih kecil dari 20. Dalam rentang rasio ini tidak akan terjadi persaingan dalam pengambilan nutrient produk mineralisasi (degradasi bahan organik menjadi suatu bentuk organik sederhana) antara mikroorganisme dalam kompos dengan tumbuhan, bila kompos dimasukkan dalam tanah. Kompos yang sudah matang, bentuk fisiknya seperti tanah berwarna keco-klatan (Anonim,1992).

Beberapa penemuan dalam komposting menemukan ada tiga kelompok mikroorganisme yang berperan dalam proses komposting yaitu: jamur, *actinomyces*, dan bakteri. Dari ketiga jenis mikroorganisme tersebut yang paling dominan dalam proses komposting adalah bakteri (Kubota dan Nakasaki, 1991). Pada fase awal yang berperan adalah mikroorganisme *mesofilik*, berperan dalam memecah atau menghancurkan bahan organik yang dikomposkan. Akibat aktifitas ini, suhu akan semakin meningkat, terutama pada bagian dalam tum-

pukan, mikroorganisme mesofilik dalam tumpukan akan bergerak ke lingkungan yang lebih sejuk yaitu bagian luar tumpukan, sedangkan yang tidak dapat bergerak seperti jamur dan *actinomyces* akan mati di tempat. Pada suhu yang semakin meningkat yang berperan adalah mikroorganisme *termofilik*. Jamur akan berhenti bekerja pada suhu 60°C dan penguraian akan diteruskan oleh *actinomyces*, penguraian menjadi lebih lambat dan bahan akan stabil. Pada saat pendinginan, dimana bahan sampah sudah menjadi kompos yang stabil, mikroorganisme yang berperan adalah beberapa species jamur dan *actinomyces*.

Polprasert, (1989) menjelaskan bahwa pada fase kematangan akan terjadi tahap fermentasi kedua yang berjalan lambat dan menguntungkan karena terjadi transformasi bahan organik kompleks menjadi *humic colloid* yang berikatan dengan mineral (besi, kalsium dan nitrogen) dan akhirnya menjadi humus. Pada fase ini terjadi juga proses nitrifikasi, yaitu ammonia yang dihasilkan pada dekomposisi aerobik sebelumnya diubah menjadi bentuk nitrat (Metcalf dan Eddy, 1991). Material organik mengalami proses degradasi secara aerobik dapat didiskripsikan dengan Persamaan 1 dan Persamaan 2.



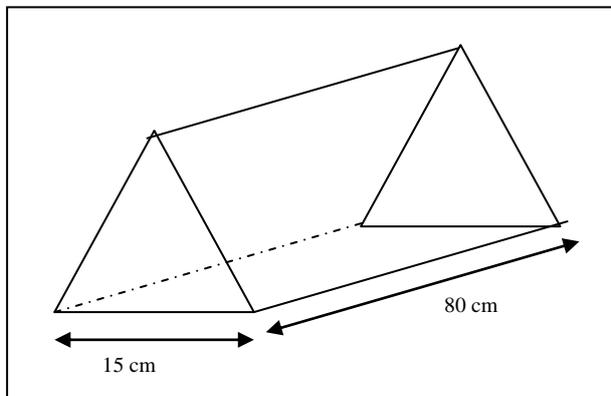
Starter mikroba yang digunakan adalah *Inovated Microorganism Fertilizer (IMF)* merupakan hasil inokulan bermacam-macam mikroorganisme, yaitu bakteri fermentasi, jamur fermentasi, bakteri fiksasi, bakteri fotosintetik, *actinomyces*, *azotobacter*, *rhizobium*, *streptomyces*, *lactobacillus*, *mikrorzya*.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu dengan berbagai jenis tanaman pertanian seperti jagung dan bebrapa jenis tanaman sayur-sayuran keunggulan dari IMF ini lebih berfungsi sebagai pupuk hayati bagi tanaman, dapat mengurai dan mendekomposisi bahan organik tanah dengan cepat dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah (Gatot, 1999).

2. METODOLOGI

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat yang sesuai dengan yang berada di UDPK Kompos Bratang yaitu dengan *windrow composting*. Ukur-

an alat untuk keperluan penelitian ini direduksi dari ukuran yang direkomendasikan dengan panjang 80 cm, lebar 15 cm, berbentuk segitiga dengan tinggi tumpukan 50 cm seperti yang tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaktor windrow komposting

Penetapan lokasi sampling ditetapkan di daerah TPS Bratang karena berdasarkan penelitian sebelumnya memiliki karakteristik: 70% sampah organik, 20% sampah daur ulang anorganik dan sisanya 10% yang sudah tidak dapat dimanfaatkan lagi. Dengan karakteristik sampah seperti ini berarti 70% sampah dapat dimanfaatkan sebagai kompos (BPPT, 1997).

Metode sampling yang digunakan *non random sampling* dengan sengaja atau *purposive*, karena penentuan sampel didasarkan atas pengetahuan penelitian tentang keadaan di sekitar daerah sampling.

Penelitian dilakukan dengan *proximate analysis* dan *ultimate analysis*. Parameter yang diuji adalah kadar air, *volatile solid* dan abu. *Ultimate analysis*, analisis unsur pada sampah awal dilakukan penentuan terhadap unsur karbon, unsur nitrogen dan unsur phosphor. Selain itu dilakukan pengujian densitas awal sampah, untuk menentukan jumlah sampah sudah mencukupi atau tidak untuk mengisi reaktor. Pengujian lainnya adalah pH sampah awal.

Dalam pelaksanaan penelitian ini langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu setelah sampah disortasi, digrinding, ditentukan berapa variasi starter mikroba yang ditambahkan, maka sampah siap ditumpuk diatas reaktor windrow komposting. Tinggi tumpukan sampah ± 50 cm. Selama proses pengomposan berlangsung dilakukan pengamatan terhadap parameter-parameter tertentu. Titik pengambilan sampel dilakukan pada bagian dalam reaktor di-

mana dikatakan aktivitas mikroorganisme paling aktif yaitu pada 2/3 ketinggian tumpukan sampah (± 30 cm) (Anonim,1993).

Penambahan atau pencampuran bahan starter mikroba dilakukan bervariasi. Adapun variasi pemberianya yaitu 0 L/kg sampah, 0.6 L/kg sampah, 1.2 L/kg sampah, 2.0 L/kg sampah dan 2.5 L/kg sampah.

Sedangkan parameter yang diujikan dalam penelitian ini meliputi beberapa parameter yaitu kadar air, suhu, rasio C/N serta pengamatan pada saat kematangan kompos yang meliputi uji N, P dan K.

Selama proses, untuk parameter kadar air harus dilakukan perlakuan khusus seperti bila kadar air tinggi $>60\%$ maka tumpukan sampah harus dibalik-balik. Tetapi bila kadar air terlalu rendah $<30\%$ maka harus disiram dengan air bersih (Anonim,1992). Setelah memasuki masa kematangan kompos ditumpuk untuk memperoleh penyinaran langsung dari matahari, menurunkan kadar air yang masih ada dan tidak mengalami perlakuan penambahan oksigen dari reaktor windrow.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi awal percobaan ini adalah pengukuran awal pada hari pertama yaitu saat dimulainya proses komposting di reaktor. Kondisi awal komposting ditabelkan pada tabel 2.

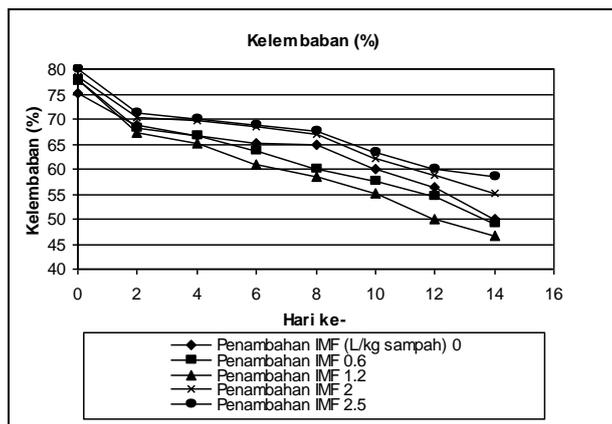
Tabel 2. Kondisi Awal Komposting

PARAMETER	REAKTOR				
	1	2	3	4	5
	Penambahan IMF Untuk 1 Kg Sampah (L)				
	0	0.6	1.2	2.0	2.5
Kadar air (%)	75.07	77.78	77.81	78.5	79.86
Volatile solid (%)	25.95	26.53	26.25	27.21	26.89
C (%)	14.42	14.74	14.58	15.12	14.94
N (%)	0.32	0.33	0.34	0.35	0.34
C/N	45.1	40.9	40.5	40.9	41.5
P (%)	0.32	0.33	0.35	0.37	0.35
K (%)	0.61	0.60	0.62	0.64	0.63
Suhu (%)	31	32	32	31.5	32
pH	7.21	7.12	7.23	7.1	7.26
Densitas (gr/cm ³)	0.35	0.42	0.45	0.52	0.52

Berdasarkan kondisi awal komposting tersebut, kadar air sampah cukup tinggi mencapai $\pm 80\%$, hal ini disebabkan sampah yang masuk ke TPS merupakan sampah segar dan sebagian besar merupakan bahan organik seperti sayur dan buah-buahan yang memiliki kadar air yang tinggi yaitu antara 50%-90%. Setelah ditambahkan IMF kadar air sedikit mengalami peningkatan karena IMF me-

rupakan starter yang berbentuk cair. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengaturan rasio C/N awal karena berkaitan dengan penerapan lapangan untuk mempermudah proses komposting dan mengetahui sejauh mana kemampuan dari IMF untuk bekerja dalam kondisi yang tidak optimum. Parameter lain adalah pH dimana pada awal proses pH adalah netral.

Kadar air selama proses komposting pada masing-masing reaktor tampak pada Gambar 2 berikut.



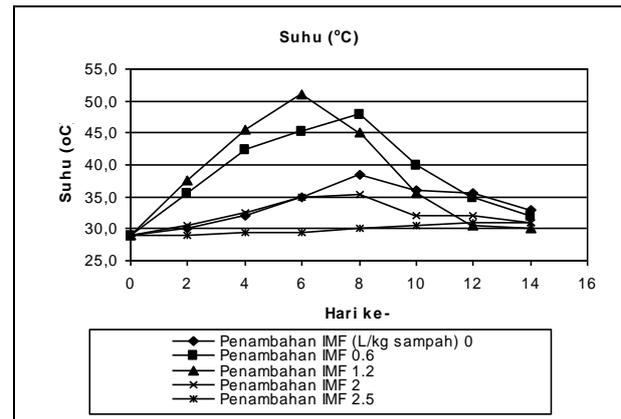
Gambar 2. Grafik Kadar Air Selama Proses Komposting Aerobik

Secara umum pada awal proses pencampuran sampah dengan starter mikroba menunjukkan kadar air yang tinggi. Pada hari ke-8 kadar air mengalami penurunan secara cepat sampai proses memasuki kematangan, hal ini terjadi karena sistem *windrow* memungkinkan kontak bahan dengan udara terbuka. Penurunan kadar air tertinggi terlihat pada penambahan starter mikroba sebesar 1.2 L/kg sampah, karena selama proses komposting suhu tertinggi terjadi pada penambahan starter mikroba sebesar ini.

Perubahan suhu yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 tersebut, dapat dilihat bahwa suhu tertinggi dicapai pada hari ke-6 dengan penambahan IMF 1.2 L/kg sampah adalah 51°C dan hanya bertahan 1 hari.

Secara umum suhu harian dalam penelitian ini belum mencapai suhu yang optimum. Suhu proses komposting dalam keadaan termofilik berkisar antara 60-65°C dapat dipertahankan selama 3 hari, untuk membunuh semua mikroorganisme patogen yang mungkin ada. Hal ini berhubungan dengan kadar air sampah yang masih tinggi dan penurunan tumpukan sampah yang berlangsung cepat. Penyulu-

sutan yang sangat cepat akibat aktivitas mikroorganisme akan mengurangi tinggi tumpukan kompos sehingga suhu tidak dapat dipertahankan dalam keadaan optimum. Karena itu pada sampah rumah tangga harus lebih banyak ditambahkan bahan-bahan kering seperti jerami, rumput-rumputan dan daun kering. Menurut Tchobanoglous, 1993, pada suhu >40°C dapat dikatakan fase termofilik meskipun tidak terjadi inaktivasi patogen secara keseluruhan.



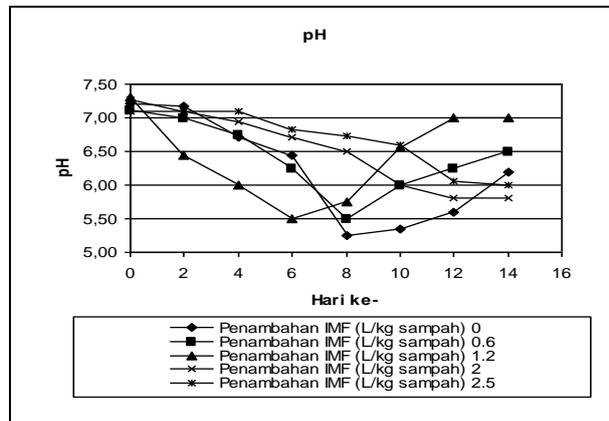
Gambar 3. Perubahan Suhu Selama Proses Komposting

Pada Gambar 3 terjadi kenaikan suhu dari fase mesofilik menuju termofilik. Pada fase ini yang berperan adalah bakteri pembentuk asam dan fungi, dan akan dihasilkan panas akibat dari dekomposisi bahan organik kompleks menjadi asam organik sederhana, dan biasanya diikuti dengan perubahan pH. Setelah memasuki fase termofilik mikroorganisme yang berperan adalah bakteri termofilik, fungi termofilik serta *actinomycetes*. Pada fase ini bahan-bahan organik resisten akan diuraikan. Pada fase ini terjadi reduksi aktivitas mikroorganisme dan suhu akan stabil untuk menunjukkan proses komposting telah memasuki kematangan dan bahan sudah stabil (Kubota dan Nakasaki, 1991).

Pada Gambar 4 dapat dilihat penurunan pH sangat drastis pada hari ke-2 sampai hari ke-6. Penurunan pH menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme menguraikan bahan organik menjadi asam organik sederhana. Penambahan starter IMF 1.2 L/kg sampah penurunan pH terjadi pada hari ke-6 menunjukkan proses dekomposisi berlangsung lebih cepat.

Setelah itu terjadi kenaikan pH dimana aktivitas mikroorganisme menguraikan asam organik menjadi produk akhir, dan untuk proses komposting se-

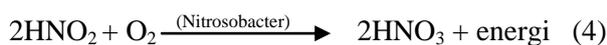
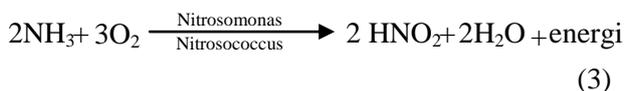
cara aerobik asam organik akan teroksidasi melalui oksidasi enzimatis mikroba sehingga terbentuk CO₂ dan H₂O. Setelah bahan organik reaktif telah selesai diuraikan, bahan resisten seperti lignin, hemiselulosa dan selulosa akan diuraikan oleh fungi dan actinomycetes dan pH menunjukkan kestabilan mendekati netral.



Gambar 4. Perubahan pH Dalam Proses Komposting

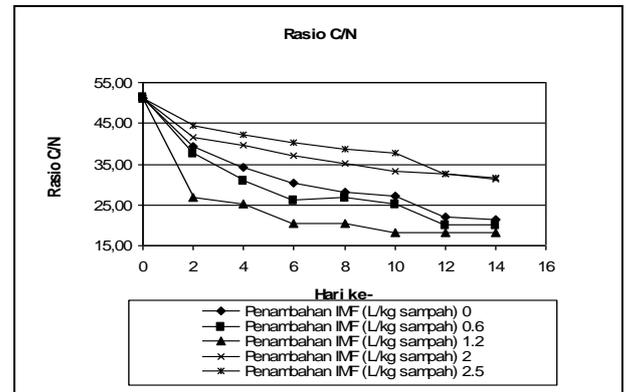
Proses penguraian karbon karena dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dimana karbon dikonsumsi sebagai sumber energi untuk menyusun bahan seluler sel-sel mikroba dengan membebaskan CO₂ dan H₂O untuk proses aerobik. Konsentrasi dari karbon akan menurun sampai proses memasuki kematangan untuk kemudian meningkat lagi.

Proses perubahan nitrogen dalam komposting terjadi akibat aktifitas bakteri nitrifikasi. Pada awal proses kadar nitrogen yang hilang disebabkan efek yang merugikan dari peningkatan temperatur dan kondisi pH yang cenderung asam. Pada fase pendinginan menuju fase pematangan antara suhu 30-35°C aktifitas bakteri nitrifikasi kembali meningkat membentuk nitrat sehingga konsentrasi meningkat dalam tumpukan kompos seperti pada Persamaan 3



Gambar 5 menunjukkan rasio C/N pada penelitian. Dengan penambahan starter IMF sebesar 1.2 L/kg sampah, pada hari ke-10 rasio C/N sudah lebih kecil dari 20, sehingga dapat dikatakan kompos telah mengalami kematangan, namun karena suhu pada hari ke 10 belum stabil maka pada hari ke-14 sete-

lah rasio C/N = 18.25 kompos dapat dikatakan matang.



Gambar 5. Rasio C/N

Penentuan kualitas kompos pada penelitian ini ditinjau dari unsur makro yang dibutuhkan oleh tanaman yaitu unsur nitrogen, phosphor dan kalium yang ditabelkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Kualitas Akhir Kompos

Parameter	Penambahan IMF				
	0 mg/kg	0.6 L/kg sampah	1.2 L/kg sampah	2.0 L/kg sampah	2.5 L/kg sampah
N Tot (%)	2.58	2.91	3.14	1.22	1.21
P (%)	0.59	0.68	0.80	0.47	0.45
K (%)	0.99	1.11	1.50	0.92	0.91
pH	6,2	6,5	7,0	5,8	6,0

Proses peningkatan unsur makro dalam komposting merupakan hasil dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme di dalam tumpukan sampah. Pada bahan organik segar biasanya adalah nutrisi (N, P dan K) terdapat dalam bentuk organik kompleks yang sulit bahkan tidak bisa dimanfaatkan langsung oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Tetapi setelah proses komposting berlangsung aktivitas mikroba akan mengubah bentuk nutrisi ini menjadi bentuk NO₃, PO₄ dan K₂O.

Kualitas kompos yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup baik jika dibandingkan dengan Standard kualitas kompos secara umum yang berasal dari bahan dasar sampah kota. Perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Kualitas Kompos

Parameter	Kualitas kompos secara umum	Kualitas kompos proses aerobik
% N	2.58	3.14
% P	1.67	0.8
% K	0.58	1.5
pH	7.2	7
Waktu komposting	1-2 bulan	2 minggu

Berdasarkan Tabel 4 diatas dapat dilihat kompos yang dihasilkan dengan penambahan starter mikroba ini memiliki kandungan unsur nitrogen dan kalium yang tinggi dan waktu pematangan untuk proses komposting lebih cepat dibandingkan dengan proses komposting tanpa penambahan starter mikroba. Kualitas produk yang dihasilkan oleh proses komposting ini memang lebih rendah jika dibandingkan dengan pupuk kimia yang tersedia di pasaran.

Walapun pupuk kompos tidak banyak mengandung unsur makro seperti pada pupuk buatan, tetapi pupuk ini mengandung lebih banyak unsur-unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman (Murbandono, 2001). Kompos sangat baik digunakan sebagai pupuk organik karena dengan penambahan pupuk organik ini struktur tanah dapat diperbaiki, meningkatkan kapasitas tanah untuk mengikat air dan mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dalam air.

4. KESIMPULAN

Penambahan starter IMF memberikan pengaruh pada proses komposting terutama untuk mempercepat proses kematangan kompos. Penambahan starter mikroba IMF dengan dosis 1.2 L/kg sampah memberikan hasil yang paling optimum untuk proses komposting aerobik. Hal ini dapat terlihat dari proses pengomposan yang berlangsung lebih cepat memakan waktu \pm 14 hari. Untuk penambahan starter mikroba diatas dosis 1.2 L/kg sampah, yaitu 2 dan 2.5 L/kg sampah, proses komposting berlangsung lebih lama. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan pada proses komposting tidak menunjang aktivitas mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik. Kualitas kompos yang dihasilkan pada proses komposting ini cukup baik, untuk penambahan starter mikroba IMF dengan

dosis 1.2 L/kg sampah kandungan unsur %N, %P dan %K berturut-turut adalah 3.14, 0.8, 1.5.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1992). **Buku panduan teknik pembuatan kompos dari sampah**. CPIS (Central For Policy and Implementation Studies).
- Anonim. (1993). **Composting of domestic refuse**. Environmental Sanitation Information Center. Asia Institut of Technology (AIT) Bangkok.
- BPPT. (1997). **Ujicoba Sistem Pengolahan Sampah Terpadu Kasus Daerah Kawasan Di Kota Surabaya**. BPPT.Jakarta.
- Dalzell. HW. Biddlestone A.J. Gray K.R. dan Thurarajan. (1997). **Soil Management: Compos Production and Use in Tropical and Sub-Tropical Environment**. Soil Bulletin 56. Food and Agricultural Organization of United Nation.
- Metcalf dan Eddy. Inc. revised by Thobanoglous, G. and Burton F.L. (1991). **Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse**. Third Edition. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Kubota H. dan Nakasaki, K. (1991). **Accelerated Thermophilic Composting Of Garbage**. *Biocycle*. **32** (8). hal 66-68. JG Press. Inc Emmaus.
- Murbandono. (2001). **Membuat Kompos**. Penebar Swadaya Jakarta.
- Tchobanoglous. G. Thiesen. H. Dan Virgil. S. (1993). **Integrated Solid Waste Management**, Mc Graw-Hill, Singapore.