

**PENGARUH *EFFECTIVE MICROORGANISMS-4* (EM-4)  
TERHADAP WAKTU PEMBUATAN, SIFAT KIMIA  
DAN FISIK BOKASHI KULIT BUAH KAKAO  
(*Theobroma cacao* L)**

**SKRIPSI**



Diajukan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Biologi  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

Oleh :

**WIDARYANTI**  
990210103031

Asal :	Hadiah	Klass 668.62 C114 P
Terima tgl :	Perubahan 250205	
No. Induk :		
Pengkatalog :	<i>[Signature]</i>	

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
JUNI, 2004**

**HALAMAN MOTTO**

Love teaches me to understand the world.  
It makes me stronger than before to face the world without regret.

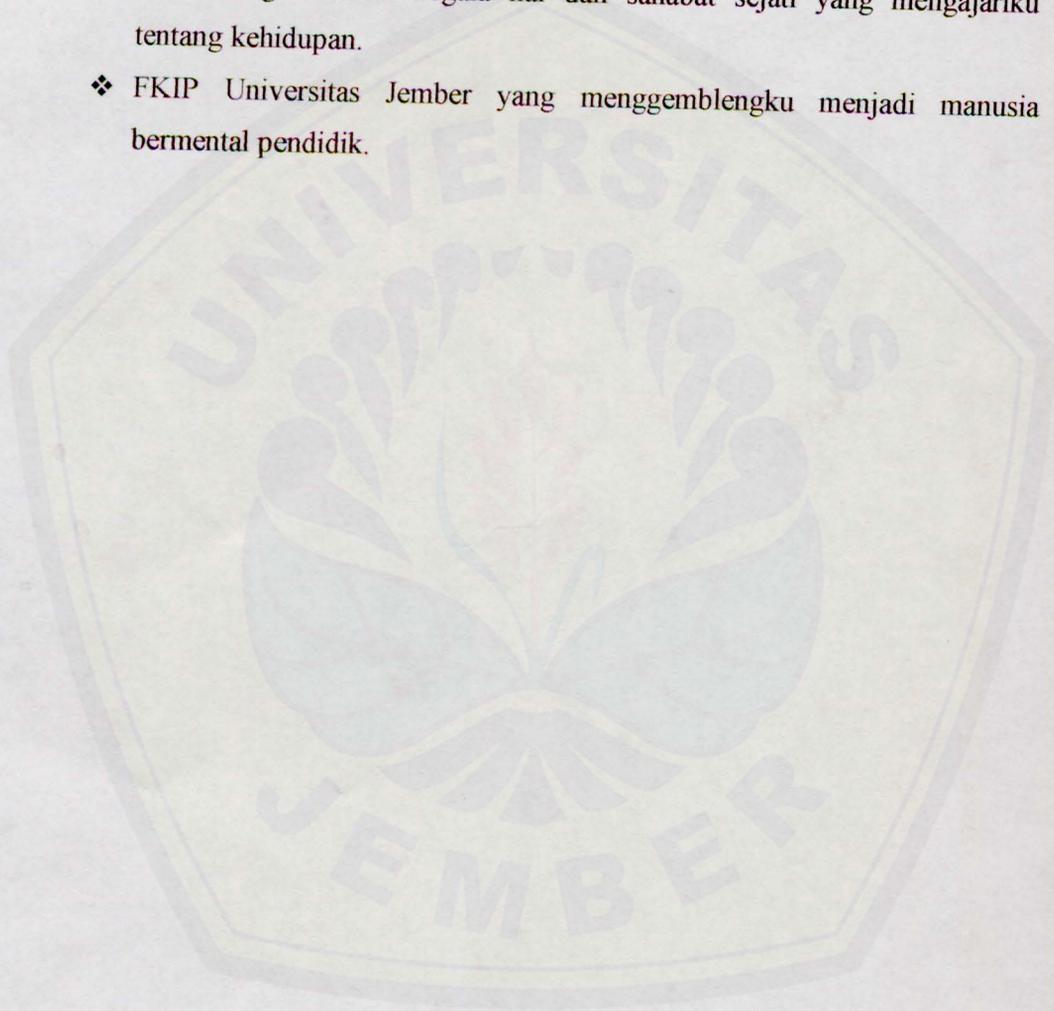
*(My self experience)*



### HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini untuk :

- ❖ Ayahku “Karal Utomo” dan ibuku “Misemi” yang mengajarku menjadi wanita tegar dengan cinta dan kasihnya yang tulus.
- ❖ Saudara-saudaraku “Petty Kartika Sari” dan “Tri Mulyo Abadi” yang mendukungku dalam segala hal dan sahabat sejati yang mengajarku tentang kehidupan.
- ❖ FKIP Universitas Jember yang menggembelngku menjadi manusia bermental pendidik.



HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH *EFFECTIVE MICROORGANISMS-4* (EM-4)  
TERHADAP WAKTU PEMBUATAN, SIFAT KIMIA  
DAN FISIK BOKASHI KULIT BUAH KAKAO  
(*Theobroma cacao* L)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji  
guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Biologi  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

Oleh

Nama : Widaryanti  
NIM : 990210103031  
Angkatan Tahun : 1999  
Jurusan/Program Studi: P. MIPA/P. Biologi  
Daerah Asal : Banyuwangi  
Tempat Tanggal Lahir: Banyuwangi, 28 Oktober 1980

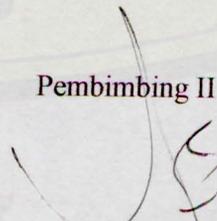
Disetujui,

Pembimbing I



Ir. Imam Mudakir, M.Si.  
NIP. 131 877 580

Pembimbing II



Dra. Pujiastuti, M.Si.  
NIP. 131 660 788

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan tim penguji dan diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember pada :

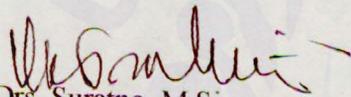
Hari : Selasa

Tanggal : 8 Juni 2004

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

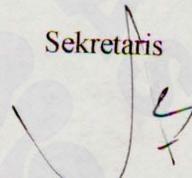
Tim Penguji

Ketua



Drs. Suratno, M.Si.  
NIP. 131 993 443

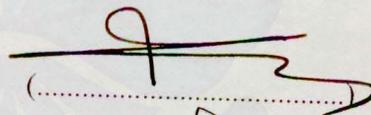
Sekretaris



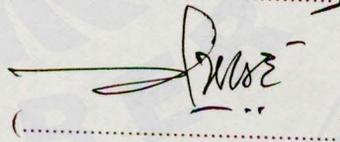
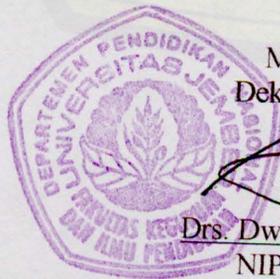
Dra. Pujiastuti, M.Si.  
NIP. 131 660788

Anggota :

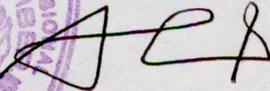
1. Ir. Imam Mudakir, M.Si.  
NIP. 131 877 580

  
(.....)

2. Dra. Dwi Setyati, M.Si.  
NIP. 131 945 801

  
(.....)

Mengesahkan,  
Dekan FKIP UNEJ



Drs. Dwi Suparno, M.Hum.  
NIP. 131 274 727

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan taufik dan hidayah sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan naskah skripsi ini. Penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Drs. Dwi Suparno, M.Hum. selaku dekan FKIP UNEJ.
  2. Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd. selaku ketua Jurusan P. MIPA FKIP UNEJ.
  3. Drs. Slamet Hariyadi, M.Si. selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNEJ.
  4. Ir. Imam Mudakir, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
  5. Dra. Pujiastuti, M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang sabar dalam membimbing hingga terselesaikannya skripsi ini.
  6. Ayah dan ibuku yang sabar dalam mendidik dan membimbingku.
  7. Saudaraku Petty Kartika dan Tri Mulyo serta semua sahabatku atas do'a dan bantuannya.
  8. Semua pihak yang turut membantu terselesaikannya skripsi ini.
- Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pembaca, Amin.

Jember, Juni 2004

Penulis

DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Pengomposan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya .....	4
2.2 Tinjauan Morfologi dan Manfaat Kulit Buah Kakao .....	5
2.3 Peran EM-4 dalam Pengomposan .....	8
2.4 Hipotesis .....	9
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	10
3.1.1 Tempat .....	10
3.1.2 Waktu .....	10
3.2 Bahan dan Alat .....	10
3.2.1 Bahan .....	10
3.2.2 Alat .....	10
3.3 Desain Penelitian .....	11

3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	11
3.4.1 Persiapan Bahan.....	11
3.4.2 Inokulasi EM-4 dalam Bahan Dasar Bokashi Kulit Buah Kakao	12
3.4.3 Pemeliharaan Selama Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao ...	12
3.5 Parameter Pengamatan .....	13
3.5.1 Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao .....	13
3.5.2 Sifat Kimia Bokashi Kulit Buah Kakao .....	13
3.5.3 Sifat Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao .....	13
3.6 Analisis Data.....	14
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>15</b>
4.1. Hasil Penelitian.....	15
4.1.1 Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao (hari).....	15
4.1.2 Kadar Bahan Organik Bokashi Kulit Buah Kakao (%).....	16
4.1.3 Kadar C Bokashi Kulit Buah Kakao (%) .....	17
4.1.4 Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao (%) .....	17
4.1.5 Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao .....	18
4.1.6 Kadar P Bokashi Kulit Buah Kakao (%).....	20
4.1.7 Kadar K Bokashi Kulit Buah Kakao (%) .....	20
4.1.8 pH Bokashi Kulit Buah Kakao .....	21
4.1.9 Berat Bokashi Kulit Buah Kakao (gram) .....	22
4.1.10 Warna Bokashi Kulit Buah Kakao .....	22
4.1.11 Tekstur Bokashi Kulit Buah Kakao .....	23
4.2 Pembahasan .....	24
4.2.1 Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao .....	24
4.2.2 Sifat Kimia Bokashi Kulit Buah Kakao .....	26
4.2.3 Sifat Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao .....	31

<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	34
<b>LAMPIRAN</b> .....	37

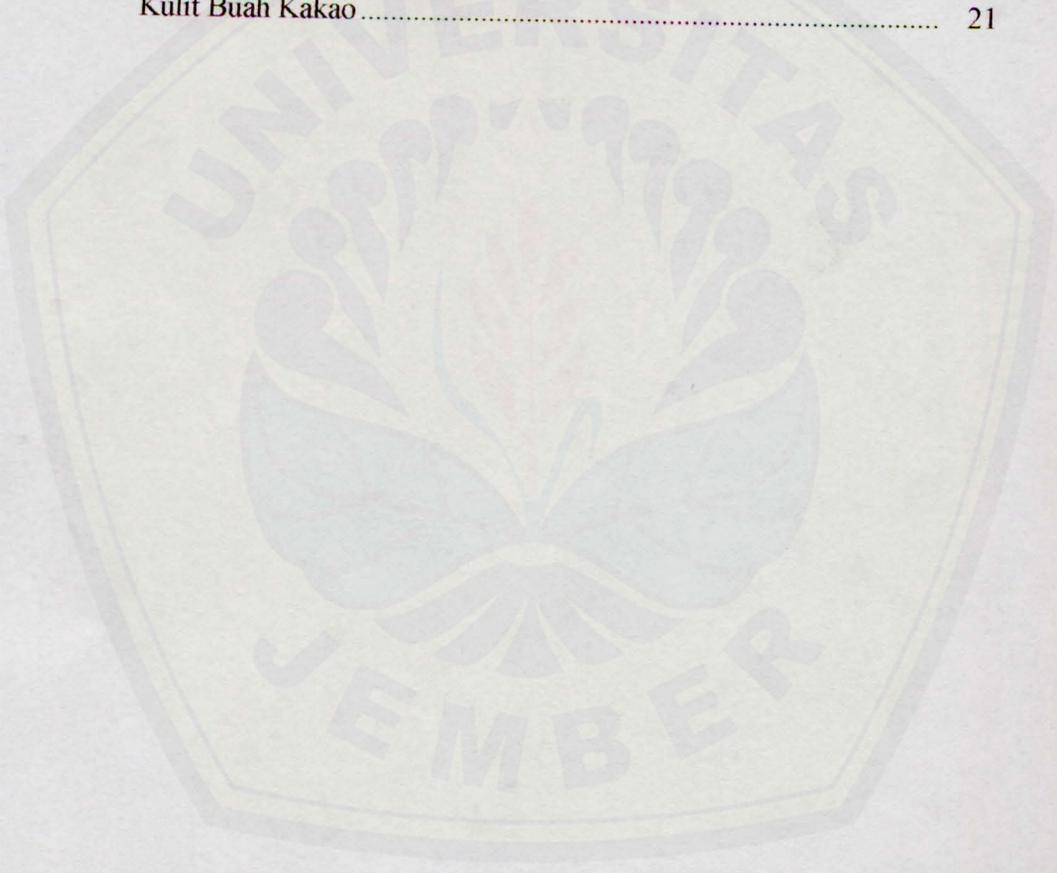


DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
1	Rata-rata Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	15
2	Rata-rata Kadar Bahan Organik Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	16
3	Rata-rata Kadar C Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	17
4	Rata-rata Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	17
5	Rata-rata Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	19
6	Rata-rata Kadar P Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	20
7	Rata-rata Kadar K Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	20
8	Rata-rata pH Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	21
9	Rata-rata Berat Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4 .....	22
10	Warna Bokashi Kulit Buah Kakao .....	23
11	Tekstur Bokashi Kulit Buah Kakao .....	23

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1	Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao .....	16
2	Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao .....	18
3	Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao .....	19
4	Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan pH Bokashi Kulit Buah Kakao .....	21



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
1.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao .....	37
2.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Bahan Organik Bokashi Kulit Buah Kakao (%).....	38
3.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar C Bokashi Kulit Buah Kakao (%).....	38
4.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao (%) .....	39
5.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao .....	40
6.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar P Bokashi Kulit Buah Kakao (%) .....	41
7.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar K Bokashi Kulit Buah Kakao (%) .....	41
8.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam pH Bokashi Kulit Buah Kakao	42
9.	Data Pengamatan dan Sidik Ragam Berat Bokashi Kulit Buah Kakao (gram).....	43
10.	Data Suhu Bokashi Selama Pemeliharaan ( <sup>o</sup> C) .....	44
11.	Data pH Bokashi Selama Pemeliharaan .....	45
12.	Data Kelembaban Bokashi Selama Pemeliharaan (%).....	46
13.	Data Warna Bokashi Kulit Buah Kakao Berdasarkan Klasifikasi Warna Tanah dalam Buku Munsell.....	47
14.	Data Tekstur Bokashi Kulit Buah Kakao Berdasarkan Klasifikasi Tanah dalam Segitiga Tekstur Tanah .....	47
15.	Foto Kegiatan.....	48
16.	Lembar Konsultasi .....	49
17.	Permohonan Ijin Penelitian.....	51

## ABSTRAK

**WIDARYANTI, Juni, Pengaruh *Effective Microorganisms-4* (EM-4) Terhadap Waktu Pembuatan, Sifat Kimia Dan Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L)**

Skripsi, Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan P. MIPA, FKIP, UNEJ.

Pembimbing: (I) Ir. Imam Mudakir, M.Si.

(II) Dra. Pujiastuti, M.Si.

Pembuatan kompos pada umumnya memerlukan waktu yang cukup lama. Salah satu aktivator yang dikembangkan untuk mempercepat pengomposan adalah EM-4. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh EM-4 terhadap waktu pembuatan, sifat kimia dan fisik bokashi kulit buah kakao serta taraf dosis EM-4 yang tepat untuk diperoleh bokashi yang terbaik. Rancangan penelitian disusun menurut Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan taraf dosis yaitu 0 ml/kg bokashi ( $e_0$ ), 6 ml/kg bahan ( $e_1$ ), 12 ml/kg bahan ( $e_2$ ), 18 ml/kg bahan ( $e_3$ ) dan tiap perlakuan taraf dosis EM-4 diulang tiga kali. Data dianalisis dengan Sidik Ragam, bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT 5% dan Orthogonal Polinomial. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan taraf dosis EM-4 berpengaruh tidak nyata terhadap kadar bahan organik, C, P, K dan berat tetapi berpengaruh nyata terhadap kadar N, rasio C/N dan pH bokashi yaitu kadar N menurun sebesar 0,7% yaitu 1,89% ( $e_0$ ) menjadi 1,19% ( $e_2$ ), menaikkan rasio C/N sebesar 3,52 yaitu 6,95 ( $e_0$ ) menjadi 10,47 ( $e_2$ ) dan semakin tinggi taraf dosis maka pH meningkat dari 8,387 ( $e_0$ ) menjadi 8,683 ( $e_3$ ). Perlakuan taraf dosis 12 ml/kg bahan ( $e_2$ ) mempercepat waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao selama 15 hari yaitu dari 48 hari ( $e_0$ ) menjadi 33 hari ( $e_2$ ). Pengaruh terhadap sifat fisik adalah warna bokashi menjadi coklat gelap, tekstur lempung liat berpasir dan berat menurun sebesar 44,34 g yaitu dari 688,67 g ( $e_0$ ) menjadi 644,33 g ( $e_2$ ).

*Kata kunci: EM-4, Waktu Pembuatan, Sifat Kimia dan Fisik, Bokashi, Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L).*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Budidaya tanaman kakao di Indonesia mengalami peningkatan sehingga memberikan limbah berupa kulit buah kakao dalam jumlah besar. Produksi kulit buah kakao kering di Indonesia dari tahun 2000 sampai tahun 2001 mengalami peningkatan sebesar 345, 712 ton. Produksi biji kakao tahun 2000 memberikan limbah kulit buah kakao kering sebesar 17. 281, 992 ton dan untuk tahun 2001 sebesar 17. 627, 704 ton (Effendi dan Sidik, 2002:8-12).

Budidaya kakao yang meningkat menyumbangkan limbah yang dapat dimanfaatkan untuk menjaga kesuburan perkebunan kakao, tetapi kebutuhan bahan organik di perkebunan kakao masih cukup besar. Berdasarkan kandungan C-Organik dan bahan organik, perkebunan kakao di Jawa Timur yang mengalami penurunan kesuburan adalah Banyuwangi (Kalisepanjang, Sungai Lembu, Kalitelepak, Kalikempit, Jatirono, Sumber Jambe); Jember (Renteng, Mumbul, Banjar Sari, Kotta Blater, Gunung Gambir); Lumajang (Kertowono/Kanjaran); Malang (Pancursari, Bantaran/Penataran); Kediri (Nrangkah Pawon). Dengan keadaan tersebut maka perkebunan di Jawa Timur secara umum memerlukan bahan organik sebesar 25-30 ton/ha/tahun (Pujiyanto, 1996:115-116).

Salah satu cara menangani masalah penurunan kesuburan di perkebunan kakao di Indonesia pada umumnya dan di Jawa Timur khususnya adalah dengan memanfaatkan limbah kulit buah kakao sebagai bahan dasar kompos (bokashi). Kulit buah kakao layak dijadikan bahan dasar kompos karena kulit buah kakao mengandung bahan-bahan organik yang cukup tinggi. Menurut Shepherd dan Ngan (1984:3-4), kandungan bahan organik pada kulit buah kakao adalah N, 16,6 kg/ton ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,7 kg/ton; K<sub>2</sub>O, 55,4 kg/ton; MgO, 3,0 kg/ton dan CaO, 2,3 kg/ton.



Limbah kulit buah kakao dimanfaatkan sebagai kompos memberikan solusi masalah limbah dan penurunan kandungan bahan organik serta menekan penyediaan pupuk sintesis dengan memproduksi pupuk sendiri di perkebunan pengusaha budidaya kakao, tetapi proses pembuatan kompos siap pakai memerlukan waktu yang cukup lama. Wididana dan Wibisono (1997:3) mengemukakan bahwa pembuatan kompos memerlukan waktu 40 sampai 60 hari. Menurut Indriani (2002:4), pembuatan kompos menjadi pupuk siap pakai memerlukan waktu yang lebih lama yaitu 6 sampai 12 bulan tergantung pada bahan dasarnya.

Salah satu aktivator yang dikembangkan untuk mengatasi masalah lamanya waktu pengomposan adalah *Effective Microorganisms-4* (untuk selanjutnya disebut EM-4). Menurut Wididana dan Wibisono (1997:3), penambahan EM-4 mampu mempercepat pengomposan menjadi 10 sampai 14 hari. Indriani (2002:36) menyatakan bahwa dengan penggunaan aktivator tersebut pengomposan dapat lebih singkat yaitu membutuhkan waktu 4 sampai 7 hari.

Penelitian pemberian EM-4 telah dilakukan pada jerami padi, klaras pisang, belotong, kulit buah kopi dan cacahan kayu tetapi penelitian yang berhubungan dengan perlakuan taraf dosis masih terbatas pada jerami padi. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian tentang dosis EM-4 terhadap sumber bahan organik lainnya, dalam hal ini kulit buah kakao.

## 1.2 Rumusan Masalah

Terdapat beberapa masalah dalam perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap kulit buah kakao untuk dijadikan bokashi, permasalahan tersebut adalah :

- 1.2.1 Adakah pengaruh EM-4 terhadap waktu pembuatan, sifat kimia dan fisik bokashi kulit buah kakao ?
- 1.2.2 Berapakah taraf dosis EM-4 yang tepat untuk diperoleh bokashi kulit buah kakao yang terbaik ?

### 1.3 Batasan Masalah

Usaha mempertegas masalah dalam penelitian ini adalah memberikan batasan yang jelas. Masalah yang dibatasi adalah:

- 1.3.1 Kulit buah kakao yang dipergunakan adalah *Theobroma cacao* var. criollo yang masak, diambil dari perkebunan PTP Nusantara Renteng di Desa Kaliwining, Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember.
- 1.3.2 Pengomposan setiap unit perlakuan taraf dosis EM-4 dihentikan setelah bokashi menunjukkan ciri-ciri matang yaitu warna coklat kehitaman, suhu konstan dan struktur remah.
- 1.3.3 Sifat kimia yang diamati adalah suhu, kelembaban dan pH bokashi selama pemeliharaan dan setelah jadi, kadar bahan organik, kadar C (C-Organik), rasio C/N, kadar N (N-Total), P ( $P_2O_5$ ), K ( $K_2O$ ) bokashi kulit buah kakao.
- 1.3.4 Sifat fisik yang diamati adalah warna, tekstur dan berat bokashi kulit buah kakao.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

- 1.4.1 Mengkaji pengaruh EM-4 terhadap waktu pembuatan, sifat kimia dan fisik bokashi kulit buah kakao.
- 1.4.2 Mengkaji dosis EM-4 yang tepat untuk diperoleh bokashi yang terbaik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan naskah ini diharapkan memberikan manfaat kepada penulis dan pihak terkait dengan permasalahan limbah. Manfaat penelitian ini adalah:

- 1.5.1 Menambah pengetahuan bagi penulis tentang pemanfaatan limbah pertanian dengan menggunakan bioteknologi untuk pembuatan bokashi.
- 1.5.2 Sebagai informasi kepada petani dan pihak terkait bahwa dengan membuat bokashi dari limbah pertanian yang dimiliki dapat menangani masalah limbah dan penurunan kesuburan lahan serta menekan penggunaan pupuk sintetis sampai meniadakan penggunaannya dalam rangka mewujudkan pertanian organik di Indonesia.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengomposan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

Pengomposan adalah proses dekomposisi dan perubahan bahan organik menghasilkan unsur hara dalam bentuk larut yang dapat diserap akar tanaman (Murbando, 2002:7). Hasil akhir pengomposan disebut kompos. Kompos yang dibuat dengan cara yang dilakukan oleh lembaga penelitian Kyusei Nature Farming Jepang di beri istilah bokashi (bahan organik yang terfermentasi). Bahan yang dipergunakan dalam pembuatan bokashi untuk setiap ton bahan adalah 80% bahan organik, 10% dedak, 10% pupuk kandang, 0,5 kg gula pasir, 1 liter EM-4 dan air secukupnya (Indriani, 2002:34).

Pengomposan bertujuan menurunkan rasio C/N supaya dapat dipergunakan untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Rasio C/N turun karena bahan organik kompleks didekomposisi menjadi senyawa dan unsur yang sederhana. Senyawa karbon dilepaskan ke udara dalam bentuk  $\text{CO}_2$  dan senyawa nitrogen diubah menjadi senyawa penyusun sel mikroorganisme tanah. Hal ini menyebabkan kadar karbon menjadi rendah dan nitrogen hampir tetap sehingga rasio C/N turun dan berhenti di bawah 20 mendekati rasio C/N tanah (Setiyono, 1994:12).

Manfaat pengomposan selain menurunkan rasio C/N adalah memberi pasokan terhadap unsur hara makro dan mikro (Anas, 1992 dalam Huda 1995:10), memperbaiki struktur dan kemampuan tanah untuk mengikat berbagai unsur hara, mengurangi bahaya keracunan pada tanah yang mengandung besi, aluminium dan mangan yang berlebihan, mengurangi penggunaan pupuk fosfor serta memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah (Hakim dan Sofyan, 1982:17).

Perubahan bahan organik secara fisik maupun kimiawi menjadi senyawa sederhana yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah disebut dekomposisi. Hasil dekomposisi membantu penyediaan zat-zat anorganik ke dalam tanah bagi tanaman. Mikroorganisme yang melakukan dekomposisi adalah bakteri, fungi, *Actinomyces*, protozoa, cacing dan larva serangga (Sutedjo dkk., 1991:75-82).

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengomposan adalah suhu, kelembaban, aerasi tanah, pH dan jenis bahan organik. Suhu tinggi (29-35<sup>0</sup>C), aerasi tanah baik, pH tanah netral dan bahan organik berasal dari campuran berbagai macam tanaman budidaya maka pembebasan unsur-unsur kimiawi terutama karbon, nitrogen, fosfor dan kalium berlangsung cepat dalam bentuk tersedia bagi pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 1989:74) Proses penyediaan tersebut melalui tahapan yang berlangsung cepat dan selanjutnya perlahan-lahan tergantung sifat sisa bahan organik dan kondisi tempat berlangsungnya dekomposisi (Sutedjo dkk, 1991:82).

## 2.2 Tinjauan Morfologi dan Manfaat Kulit Buah Kakao.

Menurut Siregar dkk. (2002:14), kakao merupakan tanaman yang menumbuhkan bunga dari batang atau cabang. Berdasarkan hal tersebut maka tanaman ini digolongkan dalam kelompok tanaman caulifloris. Sistematikanya adalah:

Divisio	: Spermatophyta
Klas	: Dicotyledon
Ordo	: Malvales
Famili	: Sterculiaceae
Genus	: <i>Theobroma</i>
Spesies	: <i>Theobroma cacao</i> L

Akar tanaman kakao adalah akar tunggang, pertumbuhan ke samping mencapai 8 meter dan ke bawah 15 meter. Batang tanaman kakao dari pangkal di permukaan tanah dapat tumbuh sampai ketinggian 8 sampai 10 meter. Tanaman kakao cenderung tumbuh lebih pendek bila ditanam tanpa pohon pelindung. Daun tanaman kakao mempunyai dua persendian yaitu terletak di pangkal dan ujung tangkai daun yang berfungsi untuk pergerakan menyesuaikan arah datangnya sinar matahari. Panjang daun berkisar antara 25 sampai 34 cm dan lebarnya 9 sampai 12 cm. Daun ujung tunas berwarna merah muda dengan permukaan seperti sutera tetapi setelah dewasa berubah menjadi hijau dengan permukaan kasar. Bunga tanaman kakao mencapai 5.000 sampai 12.000 bunga per pohon per tahun. Bunga

tersebut berwarna putih-ungu atau kemerahan, muncul dari ketiak daun dan bekas ketiak daun pada batang dan cabang. Buah tanaman kakao merupakan buah buni dengan salut biji sangat lunak. Kulit buah mempunyai 10 alur dan tebalnya 1 sampai 2 cm. Buah masak pada umur 4,6 sampai 6 bulan dengan panjang 10 sampai 30 cm. Tanda buah yang masak diketahui dari warna kulitnya yaitu buah muda berwarna hijau tua, hijau muda dan merah apabila telah masak berwarna kuning. Tanaman yang menghasilkan buah dalam jumlah banyak mempunyai 30 sampai 50 biji kecil untuk setiap buah (Siregar dkk., 2002:19-25; Susanto, 1994:26-29).

Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah (Hakim dkk., 1986:128). Semua bahan organik pada dasarnya dapat dibuat kompos dan secara terbatas dibedakan menjadi bahan organik mudah lapuk dan tidak mudah lapuk. Contoh bahan organik mudah lapuk adalah sisa sortasi sayuran, makanan sisa, kulit buah (pisang) dan daun pembungkus. Contoh bahan organik tidak mudah lapuk adalah kertas, kayu (serbuk gergaji) (Apriadji, 1992:2).

Berdasarkan keterangan tersebut maka kulit kakao merupakan bahan organik mudah lapuk yang sesuai untuk dijadikan kompos karena kandungan bahan organiknya tinggi dan cukup bervariasi. Menurut Shepherd dan Ngan (1984:3-4), kandungan bahan organik pada kulit buah kakao adalah N 16,6 kg/ton, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,7 kg/ton, K<sub>2</sub>O 55,4 kg/ton, MgO 3,0 kg/ton dan CaO 2,3 kg/ton. Davendra (1975); Hutagalung dan Chang (1980) (dalam Shepherd dan Ngan, 1984:6) mengemukakan bahwa kandungan bahan organik dalam kulit buah kakao kering adalah bahan kering 90,4%, abu 16,4% , protein mentah 6,0%, fiber mentah 31,5%, lemak mentah 1,5%, ekstrak N-bebas 45,2%, ekstrak eter 0,9%, Ca 0,67%, P 0,10%, Mg 0,64%, energi 3,51 kcal/g, energi metabolisme 2,10 kcal/g.

Kulit kakao sebagai bahan organik bermanfaat langsung terhadap tanaman yaitu mempengaruhi tanaman melalui ciri fisika, kimia dan biologi tanah. Pengaruh bahan organik pada ciri fisika tanah adalah warna tanah menjadi coklat-hitam, kemampuan menahan dan infiltrasi air meningkat, menurunkan bobot volume tanah, merangsang granulasi agregat dan memantapkannya, menurunkan

plastisitas, kohesi dan sifat buruk dari liat, perekat butir-butir pasir membentuk agregat serta tidak mudah mengalami pemampatan akibat penggunaan alat mekanik, peningkatan aerasi tanah, mengurangi pengaruh aliran permukaan dan erosi. Pengaruh bahan organik pada kimia tanah adalah meningkatkan daya serap dan kapasitas tukar kation, unsur N, P dan S diikat dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme sehingga terhindar dari pencucian dan tersedia kembali saat mikroorganisme mati serta melarutkan unsur hara dari mineral oleh asam humus sehingga membebaskan kalium, fosfor dan unsur hara yang diperlukan tanaman. Pengaruh bahan organik pada biologi tanah adalah meningkatkan jumlah dan aktivitas metabolik mikroorganisme sehingga dekomposisi bahan organik juga meningkat (Hakim dkk., 1986:137; Abdoellah, 1996:72 dan Setiyono, 1994:13).

Bahan organik memberikan pengaruh secara fisika, kimia dan biologi setelah mengalami dekomposisi. Dekomposisi bahan organik pada pembuatan kompos dipengaruhi ukuran dan kombinasi bahan asal, kandungan lignin, malam dan senyawa-senyawa organik serta kadar nitrogen bahan asalnya, pH tumpukan kompos, kadar air dan oksigen serta suhu (Setiyono, 1994:3 dan Murbandono, 2002:13).

Menurut Sutedjo dkk. (1991:87-88), dekomposisi berlangsung terus sampai bahan organik kompleks dalam sisa tanaman diubah secara berangsur-angsur menjadi senyawa anorganik. Unsur-unsur kimiawi yang beragam didekomposisi pada tingkatan yang berbeda. Gula, tepung dan protein mengalami penguraian paling cepat oleh berbagai mikroorganisme. Selulosa dan hemiselulosa, lemak dan minyak didekomposisi perlahan-lahan oleh mikroorganisme spesifik. Lignin, tanin dan lilin lebih resisten dari senyawa yang telah disebutkan dan pembebasan karbon yang dimiliki dalam bentuk garam organik dan metan.

### 2.3 Peran EM-4 dalam Pengomposan.

EM-4 adalah larutan yang berisi starter mikroorganisme tanah. Mikroorganisme dalam formula EM-4 adalah kelompok *Lactobacillus*, bakteri fotosintetik, ragi dan *Actinomycetes* yang tergabung dalam 10 genus dan 80 spesies. Bakteri fotosintetik mensintesis senyawa nitrogen dari udara bebas dan mengonsumsi senyawa beracun untuk menjaga kesehatan dan produktivitas tanah. Ragi dan *Lactobacillus* memfermentasi bahan organik. Hasil fermentasi bahan organik tersebut berupa asam amino, disakarida, asam organik, hormon tanaman (auksin, giberelin dan sitokinin), vitamin dan antibiotik (Wididana dan Wibisono, 1997:4-5). *Actinomycetes* penghasil senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap jamur dan bakteri patogen (*Fusarium*, *Phytophthora*, *Phytium*, *Xantomonas*, *Pseudomonas*) (Indriani, 2002:32).

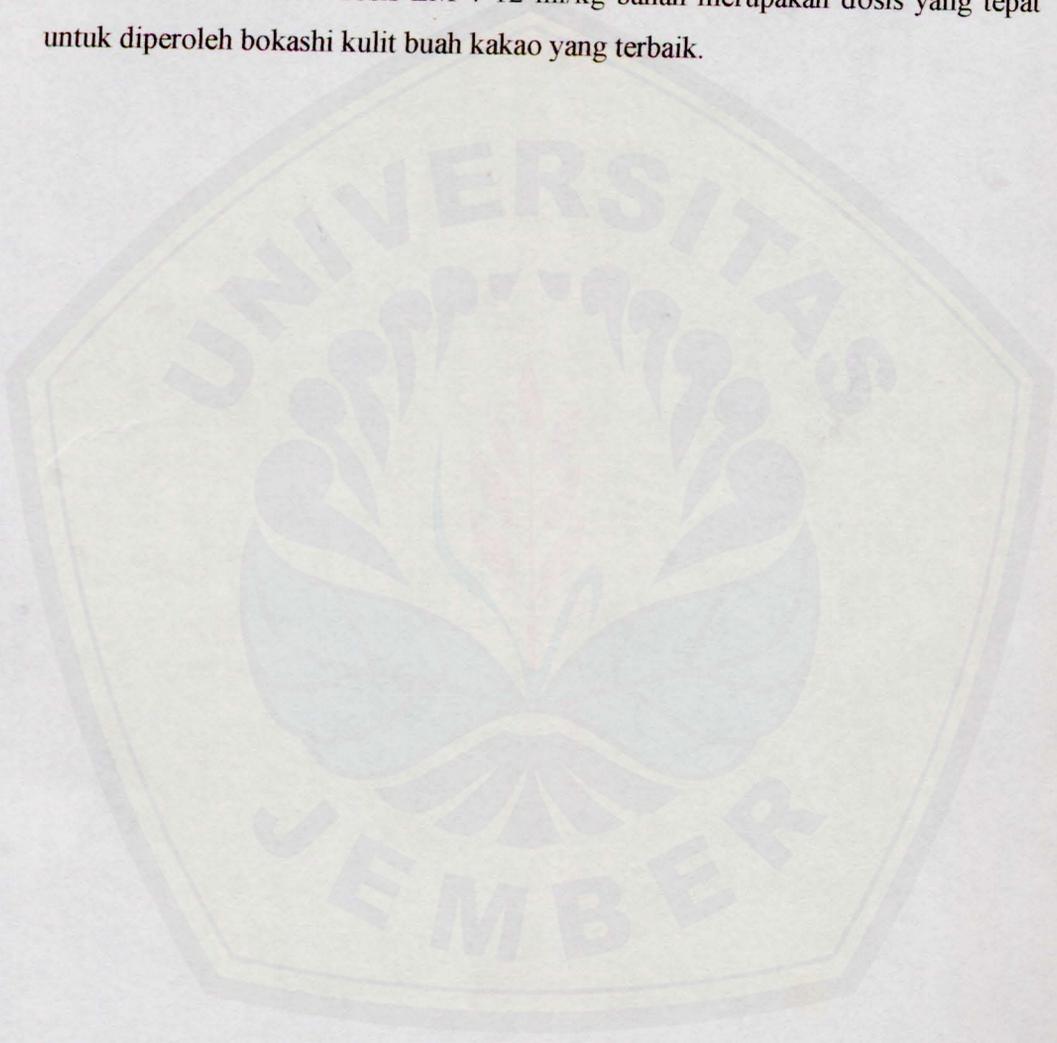
Kompos terjadi dengan sendirinya di alam terbuka melalui proses alamiah namun proses tersebut berlangsung lama (Murbando, 2002:7). Menurut Indriani (2002:36), pengomposan dapat dipercepat menjadi 4 sampai 7 hari kecuali kompos ekspres yang berlangsung 24 jam (1 hari) dengan menggunakan EM-4. Pengomposan berlangsung lebih lama yaitu sekitar 14 sampai 29 hari apabila bahannya kompleks, contohnya mengandung minyak kayu putih, nilam, ampas kelapa atau ampas tahu.

Mekanisme kerja EM-4 dalam meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman melalui beberapa cara. Cara tersebut adalah mempercepat dekomposisi limbah dan sampah organik, melarutkan unsur hara yang sukar larut, mereaksikan logam-logam berat agar terhambat penyerapannya oleh perakaran tanaman, menyediakan molekul organik sederhana agar dapat diserap secara langsung oleh tanaman, menjaga tanaman dari serangan hama dan penyakit, merangsang pertumbuhan tanaman sehingga meningkatkan produksi serta kualitas tanaman, memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah (Wididana dan Wibisono, 1997:5) serta mendegradasi zat beracun pada pestisida (Higa dan Parr, 1994:14).

Hasil penelitian Ayunin (2002:17) tentang taraf dosis EM-4 memperlihatkan bahwa dosis 10ml/800g bahan memberikan pengaruh nyata terhadap waktu dekomposisi jerami padi menjadi bokashi, rasio C/N, kadar N-Total, Bahan organik, C-Organik, dan berat bokashi.

#### **2.4 Hipotesis**

Perlakuan taraf dosis EM-4 12 ml/kg bahan merupakan dosis yang tepat untuk diperoleh bokashi kulit buah kakao yang terbaik.





### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat

Penelitian dilaksanakan di dua tempat yaitu di laboratorium Biologi FKIP dan di laboratorium Ilmu Tanah Faperta Universitas Jember. Pembuatan bokashi kulit buah kakao, pengamatan terhadap pH dan kelembaban bokashi selama pemeliharaan dilaksanakan di laboratorium Biologi, analisis sifat kimia dan fisik di laboratorium Ilmu Tanah Faperta.

##### 3.1.2 Waktu

Penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai Oktober 2003. Penelitian dimulai dengan pembuatan bokashi pada tanggal 7 Juli dan dilanjutkan pengamatan terhadap suhu dan kelembaban bokashi selama pemeliharaan sampai tanggal 24 Agustus. Penimbangan berat bokashi kulit buah kakao dilakukan setelah kering angin yaitu tanggal 6 September. Kemudian dilanjutkan analisis sifat kimia dan fisik tanggal 8 September sampai 15 Oktober.

#### 3.2 Bahan dan Alat

##### 3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah EM-4 produk Kyusei Nature Farming Jepang, kulit buah kakao, dedak, pupuk kandang sapi, gula pasir lokal dengan kristal halus dan air.

##### 3.2.2 Alat

Alat yang digunakan adalah pisau dapur, ember plastik kapasitas 1,5 kg, timbangan Beam Balance tipe MB-2610 dengan kapasitas 2610 g merk Lark, gelas ukur 25 ml dan 250 ml, erlenmeyer 1500 ml, beaker glass 500 ml merk Dagra, gelas pengaduk, polybag ukuran 30 x 35 cm, karet gelang, kertas label, termometer air raksa, soil tester tipe 36 merk Demetra, karung goni dan ayakan pasir dengan ukuran lubang 5 x 5 mm<sup>2</sup>.

### 3.3 Desain Penelitian

Penelitian disusun menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan taraf dosis EM-4 (e) dengan tiga kali ulangan, yaitu:

$e_0$  = tanpa pemberian EM-4 (kontrol)

$e_1$  = pemberian EM-4 dengan dosis 6 ml/kg bahan

$e_2$  = pemberian EM-4 dengan dosis 12 ml/kg bahan

$e_3$  = pemberian EM-4 dengan dosis 18 ml/kg bahan

Model matematika yang digunakan dalam rancangan ini adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

$\mu$  = nilai tengah umum

$\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ij}$  = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i pada kelompok ke-j

(Sastrosupadi, 2000:53).

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Bahan

- a. Menimbang kulit buah kakao yang telah dipotong-potong dengan panjang sekitar 2 sampai 5 cm sebanyak 9,6 kg, dedak dan pupuk kandang masing-masing 1,2 kg.
- b. Melarutkan gula pasir sebanyak 120 g dalam air sampai volumenya mencapai 1200 ml.

### **3.4.2 Inokulasi EM-4 dalam Bahan Dasar Bokashi Kulit Buah Kakao**

- a. Mencampur 100 g dedak, 100 g pupuk kandang sapi dan 800 g potongan kulit buah kakao dalam ember untuk setiap perlakuan dalam 1 adonan .
- b. Memasukkan adonan kedalam polybag, kemudian menyiramkan 100 ml larutan gula yang dicampur dengan masing-masing dosis EM-4 secara perlahan-lahan kedalam adonan dan mengaduknya hingga merata.
- c. Menancapkan soil tester kedalam adonan untuk mengatur kelembaban awal sebesar 60%, apabila kelembaban kurang dari 60% maka ditambahkan air hingga kelembaban yang dikehendaki tercapai. Kemudian menutup mulut kantong plastik tersebut dengan cara melipatnya dan diikat dengan karet.
- d. Memberikan label dan menyimpan bokashi sesuai dengan rancangan percobaan pada tempat yang terlindung dari cahaya matahari langsung. Bokashi dipelihara di laboratorium Biologi.

(Tim Penulis Martha Tilaar Inovation, 2002:14).

### **3.4.3 Pemeliharaan Selama Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao**

Suhu bokashi selama pemeliharaan dipertahankan antara 29 sampai 35°C selama 4 sampai 7 hari. Suhu dikontrol dengan cara melakukan pengukuran menggunakan termometer, apabila suhunya tinggi maka bahan tersebut dibalik, didiamkan sebentar kemudian ditutup kembali dan bila suhunya rendah maka tiap unit perlakuan saling dirapatkan dan ditutupi karung goni. Setelah hari ke-7 yaitu hari ke-9 sampai diperoleh bokashi, pengukuran suhu dilakukan setiap 3 hari sekali. Pengukuran suhu selama pemeliharaan dilakukan antara jam 8 sampai 9 pagi.

### 3.5 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah waktu pembuatan, sifat kimia dan fisik bokashi kulit buah kakao.

#### 3.5.1 Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao

Penghitungan waktu pembuatan bokashi dimulai saat inokulasi EM-4 ke dalam bahan dasar bokashi sampai menunjukkan ciri-ciri matang.

#### 3.5.2 Sifat Kimia Bokashi Kulit Buah Kakao

- a. Suhu, kelembaban dan pH bokashi selama pemeliharaan.
- b. Kadar bahan organik bokashi kulit buah kakao.
- c. Kadar C bokashi kulit buah kakao.
- d. Kadar N bokashi kulit buah kakao.
- e. Rasio C/N bokashi kulit buah kakao.
- f. Kadar P bokashi kulit buah kakao.
- g. Kadar K bokashi kulit buah kakao.
- h. pH bokashi kulit buah kakao.

Menurut Suranta dan Hardjono (1996:11-27), analisis kadar bahan organik dan C dapat dilakukan dengan metode Kurmis; N dengan metode Kjeldahl; P dan K dengan metode destruksi asam; pH dengan metode pengukuran menggunakan pH meter.

#### 3.5.3 Sifat Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao

- a. Warna bokashi kulit buah kakao dengan metode pencocokan warna berdasarkan klasifikasi warna tanah pada buku Munsell.
- b. Tekstur bokashi dengan metode hidrometer yang dilanjutkan dengan pengklasifikasian berdasarkan segitiga tekstur tanah.
- c. Berat bokashi dengan cara menimbang setiap unit perlakuan taraf dosis EM-4 setelah dikeringkan dengan cara kering angin, penyortiran dengan cara membuang bahan yang ukurannya besar dan pengayaan dengan menggunakan ayakan pasir.

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan diolah dengan analisis sidik ragam dari RAL sebagai berikut:

SK	dB	JK	KT	F-hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	t-1	JKP	JKP/(t-1)	KTP/KTG		
Galat	(rt-1)-(t-1)	JKG	JKG/(rt-1)			
Total	rt-1	JKP+JKG				

(Sastrosupadi, 2000:54)

Bila berbeda nyata dilanjutkan dengan menggunakan uji BNT 5% dan Orthogonal Polinomial. Uji ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan fungsional antara parameter dan perlakuan yang terlibat dalam kisaran taraf faktor penelitian yang dicoba (Sastrosupadi, 2000:113).

Rumus uji BNT taraf 5% adalah:

$$BNT\ 5\% = T\alpha_{(dbgalat)} \times \sqrt{\frac{2KT_{galat}}{ulangan}}$$

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao (hari)

Berdasarkan analisis sidik ragam pada lampiran 1 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 60,78 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,07. Sehingga nilai F-Hitung > F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata terhadap waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao.

Data rata-rata waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 tertera pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-Rata Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4

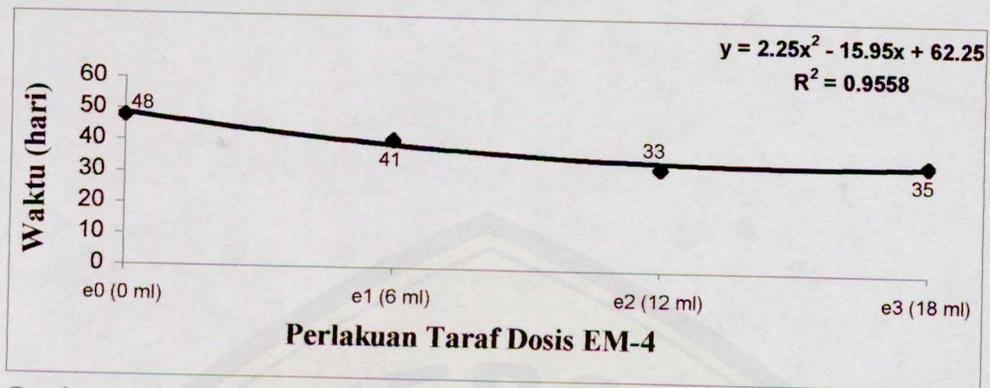
Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	49,00	49,00	46,00	144,00	48,00 <sup>c</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	39,00	42,00	42,00	123,00	41,00 <sup>b</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	33,00	33,00	33,00	99,00	33,00 <sup>a</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	33,00	36,00	36,00	105,00	35,00 <sup>a</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan antar perlakuan berbeda tidak nyata pada uji BNT 5%.  
BNT 5% = 2,82; KK = 3,82%.

Hasil uji lanjut BNT 5% pada tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis e<sub>0</sub> berbeda nyata dengan e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub> dan e<sub>3</sub>; e<sub>1</sub> berbeda nyata dengan e<sub>2</sub> dan e<sub>3</sub> sedangkan e<sub>2</sub> dan e<sub>3</sub> berbeda tidak nyata. Hasil uji lanjut orthogonal polinomial perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao memperlihatkan kurva kuadratik.



Grafik hubungan perlakuan taraf dosis EM-4 dengan waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao

Grafik di atas menunjukkan bahwa waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao tercepat pada perlakuan taraf dosis e<sub>2</sub> selama 33 hari dan terlama pada perlakuan taraf dosis e<sub>0</sub> selama 48 hari.

#### 4.1.2 Kadar Bahan Organik Bokashi Kulit Buah Kakao (%)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada lampiran 2 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 1,47 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,67. Sehingga nilai F-Hitung  $1,47 < F\text{-Tabel } 1\%$  dan  $F\text{-Tabel } 5\%$ , hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar bahan organik bokashi kulit buah kakao.

Data rata-rata kadar bahan organik bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Kadar Bahan Organik Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	23,41	23,41	21,00	67,82	22,61 <sup>tn</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	22,74	22,84	26,03	71,62	23,87 <sup>tn</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	22,79	21,19	20,43	64,41	21,47 <sup>tn</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	21,98	23,71	22,09	67,77	22,59 <sup>tn</sup>

Keterangan: tn = tidak nyata; KK = 4,17%.

#### 4.1.3 Kadar C Bokashi Kulit Buah Kakao (%)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada lampiran 3 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 1,48 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,67. Sehingga nilai F-Hitung < F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar C bokashi kulit buah kakao.

Data rata-rata kadar C bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 tertera pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Rata-Rata Kadar C Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	13,58	13,58	12,18	39,34	13,11 <sup>tn</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	13,19	13,25	15,10	41,54	13,85 <sup>tn</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	13,22	12,29	11,85	37,36	12,45 <sup>tn</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	12,75	13,75	12,81	39,31	13,10 <sup>tn</sup>

Keterangan: tn = tidak nyata; KK = 6,18%.

#### 4.1.4 Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao (%)

Data rata-rata kadar N bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	1,82	1,89	1,96	5,67	1,89 <sup>d</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	1,54	1,61	1,68	4,83	1,61 <sup>c</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	1,26	1,19	1,12	3,57	1,19 <sup>a</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	1,40	1,47	1,54	4,41	1,47 <sup>b</sup>

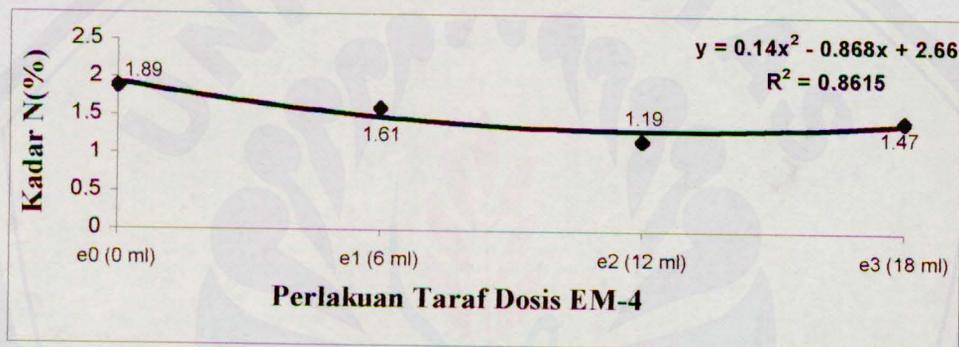
Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama, menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata pada uji BNT 5%.

BNT 5% = 0,13; KK = 4,59%.

Berdasarkan analisis sidik ragam pada lampiran 4 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 52 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,07. Sehingga nilai F-Tabel > F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar N bokashi kulit buah kakao.

Hasil uji lanjut BNT 5% pada tabel 4 menunjukkan bahwa antar perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap kadar N bokashi kulit buah kakao berbeda nyata. Berdasarkan hal tersebut, uji lanjut orthogonal polinomial memperlihatkan kurva kuadratik.

Grafik hubungan perlakuan taraf dosis EM-4 dengan kadar N bokashi kulit buah kakao disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao

Grafik di atas menunjukkan bahwa kadar N bokashi kulit buah kakao tertinggi pada perlakuan taraf  $e_0$  sebesar 1,89%/kg bokashi dan terendah pada perlakuan taraf  $e_2$  sebesar 1,19%/kg bokashi.

#### 4.1.5 Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao

Berdasarkan analisis sidik ragam pada lampiran 5 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 28,18 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,07. Sehingga nilai F-Hitung > F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata terhadap rasio C/N bokashi kulit buah kakao.

Data rata-rata rasio C/N bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Rata-Rata Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4

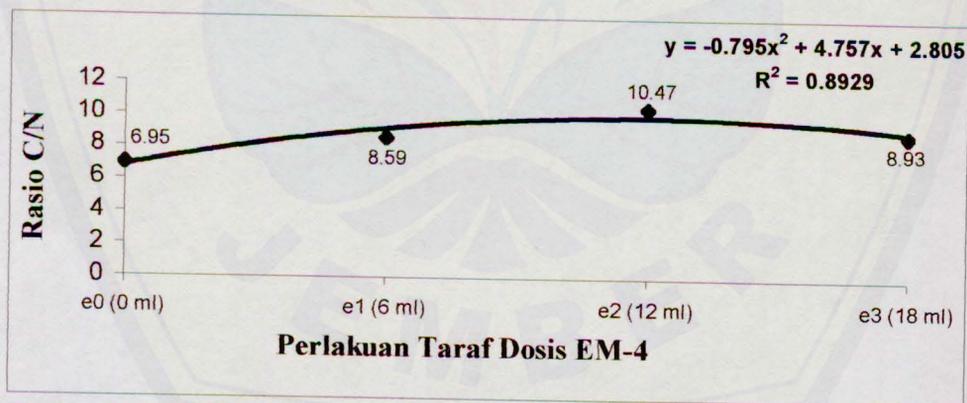
Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	7,46	7,19	6,21	20,86	6,95 <sup>a</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	8,56	8,23	8,99	25,78	8,59 <sup>b</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	10,49	10,33	10,58	31,40	10,47 <sup>c</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	9,11	9,35	8,32	26,78	8,93 <sup>b</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.  
BNT 5% = 0,88; KK = 5,37%.

Hasil uji lanjut BNT 5% pada tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis e<sub>0</sub> berbeda nyata dengan e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub> dan e<sub>3</sub>; e<sub>1</sub> berbeda nyata dengan e<sub>2</sub> tetapi berbeda tidak nyata dengan e<sub>3</sub>; e<sub>2</sub> berbeda nyata dengan e<sub>3</sub>.

Hasil uji lanjut orthogonal polinomial perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap rasio C/N bokashi kulit buah kakao menunjukkan kurva kuadratik.

Grafik hubungan perlakuan taraf dosis EM-4 dengan rasio C/N bokashi kulit buah kakao disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao

Grafik di atas menunjukkan bahwa rasio C/N bokashi kulit buah kakao tertinggi pada perlakuan taraf e<sub>2</sub> sebesar 10,47%/kg bokashi dan terendah pada perlakuan taraf e<sub>0</sub> sebesar 6,95%/kg bokashi.

#### 4.1.6 Kadar P Bokashi Kulit Buah Kakao (%)

Berdasarkan analisis sidik ragam pada lampiran 6 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 3,68 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,07. Sehingga nilai F-Hitung < F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar P bokashi kulit buah kakao.

Data rata-rata kadar P bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Rata-Rata Kadar P Bokashi Kulit Buah Kakao pada Perlakuan Taraf Dosis EM-4

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	0,56	0,51	0,57	1,64	0,55 <sup>tn</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	0,64	0,67	0,64	1,95	0,65 <sup>tn</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	0,54	0,53	0,56	1,63	0,54 <sup>tn</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	0,66	0,59	0,50	1,75	0,58 <sup>tn</sup>

Keterangan: tn = tidak nyata; KK = 7,70%.

#### 4.1.7 Kadar K Bokashi Kulit Buah Kakao (%)

Data rata-rata kadar K bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Rata-rata kadar K bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	2,52	2,51	1,79	6,82	2,27 <sup>tn</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	2,72	2,91	3,93	9,56	3,19 <sup>tn</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	3,05	2,96	3,14	9,15	3,05 <sup>tn</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	3,08	2,66	2,38	8,12	2,71 <sup>tn</sup>

Keterangan: tn = tidak nyata; KK = 15,26%.

Berdasarkan analisis sidik ragam pada lampiran 7 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 2,73 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,07. Sehingga nilai F-Hitung < F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar K bokashi kulit buah kakao.

#### 4.1.8 pH Bokashi Kulit Buah Kakao

Berdasarkan analisis sidik ragam pada lampiran 8 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 12,081 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,07. Sehingga nilai F-Tabel > F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata terhadap pH bokashi kulit buah kakao. Data rata-rata pH bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 dapat dilihat pada tabel 8.

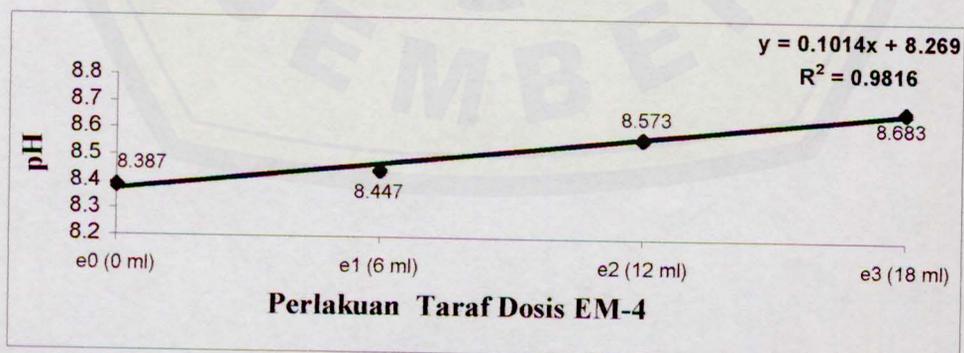
Tabel 8. Rata-rata pH bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	8,390	8,440	8,330	25,160	8,387 <sup>a</sup>
e <sub>1</sub> (6 ml)	8,490	8,410	8,440	25,340	8,447 <sup>a</sup>
e <sub>2</sub> (12 ml)	8,600	8,480	8,640	25,720	8,573 <sup>b</sup>
e <sub>3</sub> (18 ml)	8,700	8,600	8,750	26,050	8,683 <sup>b</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama, menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.  
BNT 5% = 0,119; KK = 0,74.

Hasil uji lanjut BNT 5% pada tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan taraf e<sub>0</sub> berbeda tidak nyata dengan e<sub>1</sub> tetapi berbeda nyata dengan e<sub>2</sub> dan e<sub>3</sub>; e<sub>2</sub> berbeda tidak nyata dengan e<sub>3</sub>. Hasil uji lanjut orthogonal polinomial untuk perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap pH bokashi kulit buah kakao menunjukkan kurva linier.

Grafik hubungan perlakuan taraf dosis EM-4 dengan pH bokashi kulit buah kakao disajikan pada gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan Perlakuan Taraf Dosis EM-4 dengan pH Bokashi Kulit Buah Kakao

Grafik di atas menunjukkan bahwa pH bokashi kulit buah kakao terendah pada perlakuan taraf  $e_0$  sebesar 8,387 dan tertinggi pada perlakuan taraf  $e_3$  sebesar 8,683.

#### 4.1.9 Berat Bokhasi Kulit Buah Kakao (gram)

Berdasarkan analisis sidik ragam pada lampiran 9 diperoleh nilai F-Hitung sebesar 0,88 sedangkan F-Tabel 1% = 7,59 dan F-Tabel 5% = 4,07. Sehingga nilai F-Hitung < F-Tabel 1% dan F-Tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh tidak nyata terhadap berat bokashi kulit buah kakao.

Data rata-rata berat bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 tertera pada tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Rata-rata berat bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
$e_0$ (0 ml)	736,00	723,00	607,00	2066,00	688,67 <sup>tn</sup>
$e_1$ (6 ml)	689,50	720,50	702,00	2112,00	704,00 <sup>tn</sup>
$e_2$ (12 ml)	688,00	656,00	589,00	1933,00	644,33 <sup>tn</sup>
$e_3$ (18 ml)	709,50	707,00	649,00	2065,50	688,50 <sup>tn</sup>

Keterangan: tn = tidak nyata; KK = 7,00%.

#### 4.1.10 Warna Bokhasi Kulit Buah Kakao

Secara visual warna bokashi adalah coklat gelap kehitaman, untuk mengklasifikasikan warna tersebut supaya lebih akurat maka didasarkan pada kategori warna tanah yang tercantum pada buku Munsell. Warna bokashi tertera pada tabel 10.

Tabel 10. Warna Bokashi Kulit Buah Kakao

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Warna	Kode
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,1)	Coklat Gelap Kemerahan	5 YR 3/2
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,2)	Coklat Gelap Kemerahan	5 YR 3/2
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,3)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,1)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,2)	Kelabu Sangat Gelap	5 YR 3/2
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,3)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,1)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,2)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,3)	Kelabu Sangat Gelap	5 YR 3/2
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,1)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,2)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,3)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2

Keterangan : e<sub>0</sub> (0 ml) (1,1) = perlakuan taraf dosis 0 ml/kg bahan pada perlakuan ke-1 ulangan ke-1...dst.

#### 4.1.11 Tekstur Bokashi Kulit Buah Kakao

Klasifikasi tekstur bokashi berdasarkan segitiga tekstur tanah menunjukkan persentase kadar pasir, debu, liat dan kelas tekstur bokashi sebagai berikut :

Tabel 11. Tekstur Bokashi Kulit Buah Kakao

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Pasir	Debu	Liat	Kelas Tekstur
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,1)	59,80	10,38	29,83	Lempung Liat Berpasir
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,2)	52,28	20,20	27,52	Lempung Liat Berpasir
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,3)	54,24	18,01	27,76	Lempung Liat Berpasir
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,1)	54,52	16,95	28,53	Lempung Liat Berpasir
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,2)	57,94	11,54	30,52	Lempung Liat Berpasir
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,3)	53,36	15,39	31,05	Lempung Liat Berpasir
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,1)	56,33	16,70	26,97	Lempung Liat Berpasir
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,2)	56,34	16,65	27,01	Lempung Liat Berpasir
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,3)	57,85	15,38	26,77	Lempung Liat Berpasir
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,1)	52,53	10,29	37,18	Lempung Liat Berpasir
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,2)	56,64	13,40	29,96	Lempung Liat Berpasir
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,3)	60,40	17,25	22,35	Lempung Liat Berpasir

Keterangan : e<sub>0</sub> (0 ml) (1,1) = perlakuan taraf dosis 0 ml/kg bahan pada perlakuan ke-1 ulangan ke-1...dst.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao

Hasil analisis sidik ragam pada parameter waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata. Perlakuan taraf dosis  $e_0$  berbeda nyata dengan  $e_1$ ,  $e_2$  dan  $e_3$ ;  $e_1$  berbeda nyata dengan  $e_2$  dan  $e_3$  sedangkan  $e_2$  dan  $e_3$  berbeda tidak nyata pada uji BNT 5% (lampiran 1).

Grafik hubungan perlakuan taraf dosis EM-4 dengan waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao menunjukkan bahwa waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao tercepat pada perlakuan taraf dosis  $e_2$  selama 33 hari dan terlama pada perlakuan taraf dosis  $e_0$  selama 48 hari (gambar 1). Peningkatan perlakuan taraf dosis EM-4 mempercepat waktu pembuatan bokashi akan tetapi pada dosis yang lebih tinggi ( $e_3$ ) justru memperlambat. Hal ini berkaitan dengan jumlah dan jenis mikroorganisme pendekomposisi bahan organik. Jumlah dan jenis mikroorganisme pendekomposisi seimbang dan bervariasi menyebabkan tidak terjadi dominasi dalam tahapan dekomposisi sehingga dekomposisi bahan organik semakin cepat.

Mikroorganisme dalam formula EM-4 adalah kelompok bakteri fotosintetik, fermentatif dan pemfiksasi nitrogen, fungi serta *Actinomyces* (Higa, 1994:139). Mikroorganisme yang pertama bekerja adalah bakteri fermentatif, fungi dan *Actinomyces* baru kemudian dilanjutkan bakteri yang bekerja dalam pendekomposisi nitrogen (Buckman dan Brady, 1982:181).

Banyaknya sisa bahan organik (kulit buah kakao) menyebabkan bakteri, fungi dan *Actinomyces* menjadi aktif mengoksidasi senyawa karbon dan hidrogen (gula, pati, protein sederhana dan kasar, selulosa dan pektin) menjadi komponen organik sederhana dan anorganik menghasilkan  $CO_2$  dalam jumlah besar. Jumlah nitrogen dalam bentuk nitrat sangat kecil untuk sementara karena dipergunakan untuk menyusun jaringan mikroorganisme. Perbandingan C dan N bahan sisa tumbuhan menurun karena karbon dilepaskan ke udara dan nitrogen tertimbun. Setelah humifikasi hampir selesai, aktivitas dan jumlah mikroorganisme pendekomposisi berangsur-angsur menurun karena terjadi

oksidasi yang menyebabkan kekurangan karbon sehingga pembentukan  $\text{CO}_2$  terhenti kemudian nitrifikasi berlangsung (Buckman dan Brady, 1982:181 dan Higa dan Parr, 1994:9-10).

Faktor pendukung dekomposisi selain mikroorganisme adalah suhu, pH dan kelembaban. Dalam penelitian ini faktor-faktor tersebut berturut-turut 27 sampai  $34^\circ\text{C}$ ; 6,4 sampai 7; 60 sampai 92% (lampiran 10, 11 dan 12). Menurut Hakim dkk. (1986:180-181), pH antara 6 sampai 7 merupakan pH terbaik untuk menciptakan suasana biologi dan penyediaan unsur hara pada tingkat yang optimal. Setyobudi (1993:13) menyatakan bahwa suhu ideal untuk pengomposan adalah 29 sampai  $35^\circ\text{C}$  dalam keadaan lembab.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelembaban melebihi 80% pada beberapa taraf dosis pada hari ke 6, 12, 27,30, 33 dan 36 (lampiran 12) meski telah dilakukan pembalikan bahan supaya didapatkan aerasi yang baik dan kelembaban pada batas tersebut. Kelembaban yang tinggi pada bokashi diduga disebabkan kadar air pada kulit buah kakao yang tinggi sehingga menyebabkan waktu pembuatan bokashi tidak seperti yang diinginkan yaitu selama 10 sampai 14 hari akan tetapi tercepat 33 hari dan paling lama 48 hari. Menurut Rinsema (1983:108), buah kakao mengandung banyak air. Gaur (dalam Sukasih, 2000:28) menyatakan bahwa kondisi kelembaban merupakan faktor penting untuk keberhasilan pengomposan. Tingkat kelembaban dalam pengomposan 40 sampai 80% merupakan hasil penelitian yang sangat memuaskan tergantung dari bahan organik yang didekomposisi. Sedangkan menurut Soedarsono (1982:33), kelembaban optimum bagi proses dekomposisi antara 50 sampai 100%. Suryanto (1995:19) menegaskan bahwa kelembaban memang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme, tetapi kelembaban yang terlalu tinggi berpengaruh pada aerasi. Aerasi yang jelek menyebabkan mikroorganisme kekurangan oksigen sehingga pertumbuhannya terhambat dan dekomposisi menjadi lambat.

#### 4.2.2 Sifat Kimia Bokashi Kulit Buah Kakao

Perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar bahan organik dan C bokashi kulit buah kakao (lampiran 2 dan 3). Persentase rata-rata kadar bahan tersebut adalah 21,47 (e<sub>2</sub>) sampai 23,87% (e<sub>1</sub>) dan 12,45 (e<sub>2</sub>) sampai 13,85% (e<sub>1</sub>) (tabel 2 dan 3). Kulit buah kakao diduga telah didekomposisi oleh mikroorganisme dalam formula EM-4 menjadi senyawa sederhana karena perlakuan taraf dosis dihentikan setelah menunjukkan ciri-ciri matang. Pujiyanto (1994:30) dan Hakim, ddk. (1986:138) menyatakan bahwa kadar C minimum yang disyaratkan adalah 10% dan maksimum 15%. Menurut Foth (1998:227), nilai bahan organik adalah perkalian antara kadar C dengan 0,1724. Berdasarkan pernyataan tersebut kadar bahan organik bokashi yang baik adalah 17,24 sampai 25,68%.

Dekomposisi bahan organik bagi mikroorganisme memberikan energi untuk pertumbuhan, pergerakan dan reproduksi, karbon digunakan untuk sintesis komponen sel, sedangkan elemen makanan berupa N, P, S digunakan untuk sintesis jaringan (Wild, 2001:69). Dengan terjadi dekomposisi oleh berbagai mikroorganisme maka isi bahan organik turun. Penurunan tersebut disebabkan karbon dibebaskan dalam jumlah besar dalam bentuk CO<sub>2</sub>, garam organik, metan dan alkohol (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1991:88).

Dekomposisi bahan organik dalam pengomposan terjadi dalam keadaan anaerobik (Higa dan Parr, 1994:9) dan dilakukan dengan cara mengoksidasi karbon dan hidrogen yang menyusun lebih dari setengah berat kering bahan organik (Buckman dan Brady, 1982:164-165). Karbon sebagai penyusun bahan organik dalam dekomposisi terbaik tidak seluruhnya tertransformasi sekaligus karena digunakan oleh berbagai mikroorganisme untuk sintesis bahan selnya. Dekomposisi 100 g selulosa (bermuatan 40% karbon) dalam bahan tanaman menimbulkan 20 sampai 30 g karbon sebagai CO<sub>2</sub>, sisanya diikat dalam tubuh bakteri dan fungi (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1991:42).

Bahan organik didekomposisi oleh bakteri dan fungi fermentatif, bakteri fotosintetik dan *Actinomyces* (Higa, 1994:139). *Actinomyces*, fungi merombak pati secara aktif dan menyebabkan hilangnya sebagian besar senyawa yang larut dalam air. *Actinomyces* secara khusus mendekomposisi selulosa. *Bacillus* berperan dalam perombakan pati, pektin, protein, penambahan nitrogen, pembentuk agregat tanah dan pelarut fosfor (Anas dalam Kunhandoko, 1999:16). Bakteri fotosintetik menciptakan kondisi lingkungan mikro cukup mengandung  $O_2$  dan memfiksasi nitrogen (Higa dan Parr, 1994:10).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar N bokashi kulit buah kakao. Hasil uji lanjut BNT 5% menunjukkan bahwa antar perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap kadar N bokashi kulit buah kakao berbeda nyata (lampiran 4).

Grafik hubungan perlakuan taraf dosis EM-4 menunjukkan bahwa kadar N mengalami penurunan dan terendah pada perlakuan taraf dosis 12 ml ( $e_2$ ) (gambar 2). Kadar N mengalami penurunan diduga akibat denitrifikasi oleh bakteri sehingga melepaskan N dalam bentuk oksida N dan  $N_2$  dalam jumlah yang berbeda dalam setiap perlakuan taraf dosis EM-4. Sarief (1986:92), menyatakan bahwa denitrifikasi terjadi karena 2 proses yang saling terpisah yaitu proses biologi dan kimiawi. Denitrifikasi secara biologi terjadi karena aerasi rendah mengakibatkan bakteri menggunakan  $O_2$  dari senyawa nitrogen sehingga terjadi pelepasan oksida N dan  $N_2$ . Denitrifikasi secara kimiawi terjadi karena pengaruh pH tanah yang rendah (asam). Berdasarkan pernyataan tersebut dan hasil pengamatan terhadap pH, diduga pH tidak memberikan pengaruh terjadinya denitrifikasi karena pH selama pemeliharaan pada kisaran netral. Denitrifikasi tersebut terjadi diduga akibat pengaruh aerasi yang jelek. Penyebab aerasi yang jelek adalah kelembaban lebih dari 80% meskipun dalam penelitian ini setiap tiga hari sekali dilakukan pembalikan untuk mengusahakan aerasi yang baik.

Unsur hara N pada standar mutu kompos yang dipergunakan Perum Perhutani yaitu 0,6%, rendah; 1,1%, sedang dan 2,1%, tinggi (Perum Perhutani dalam Juanda, 1999:28). Menurut Anas dalam Huda (1995:10), kompos yang baik mempunyai kadar N sebesar 1 sampai 1,5%. Berdasarkan pernyataan ini maka kadar N bokashi kulit buah kakao termasuk dalam kategori sedang dan dapat dijadikan pupuk organik sumber nitrogen.

Kadar N dalam bokashi berkaitan dengan jumlah dan jenis mikroorganisme pelarut nitrogen serta kondisi lingkungan mikro selama pengomposan. Jenis dan jumlah mikroorganisme pelarut nitrogen seimbang serta dalam kondisi sesuai maka semakin banyak N yang dilepaskan ke dalam bokashi. Sutedjo dkk. (1991:89) menyatakan bahwa dekomposisi protein melalui hidrolisis oleh berbagai mikroorganisme menggunakan enzim proteolitik menghasilkan polipeptida dan asam amino. Kedua bentuk tersebut selanjutnya diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Higa (1994:139), mikroorganisme pemfiksasi dan pelarut nitrogen dalam EM-4 adalah *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Streptomyces*, *Bacillus*, algae, bakteri aerobik, mikroaerophilik dan anaerobik.

Proses pengubahan protein menjadi senyawa nitrogen sederhana dilakukan melalui 3 tahap yaitu aminisasi, amonifikasi dan nitrifikasi. Aminisasi dilakukan mikroorganisme heterotrop secara enzimatik menghasilkan senyawa-senyawa amino kompleks. Kemudian dilanjutkan dengan amonifikasi oleh fungi, *Actinomycetes*, bakteri aerob dan anaerob menghasilkan amonium. Sebagian amonium diubah bakteri *Nitrosomonas* sp. menghasilkan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dalam nitrifikasi. Nitrit bersifat racun terhadap tanaman maka *Nitrobacter* sp. mengubah senyawa tersebut menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Hakim dkk., 1986:222 dan Sarief, 1986:101).

Analisis sidik ragam terhadap rasio C/N menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata. Perlakuan taraf dosis  $e_0$  berbeda nyata dengan  $e_1$ ,  $e_2$  dan  $e_3$ ;  $e_1$  berbeda nyata dengan  $e_2$  tetapi berbeda tidak nyata dengan  $e_3$ ;  $e_2$  berbeda nyata dengan  $e_3$  pada uji BNT 5% (lampiran 5).

Menurut Suryanto (1995:37), dekomposisi bahan organik melepaskan CO<sub>2</sub> mengakibatkan C berkurang akan tetapi N tetap terakumulasi dalam kompos sehingga rasio C/N menurun. Berkebalikan dengan pendapat tersebut, grafik hubungan perlakuan taraf dosis EM-4 dengan rasio C/N memperlihatkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 meningkatkan rasio C/N bokashi kulit buah kakao. Hal ini terjadi karena perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap kadar C berbeda tidak nyata sehingga apabila kadar N semakin tinggi maka dihasilkan rasio C/N rendah.

Peningkatan rasio C/N dalam perlakuan taraf dosis EM-4 mengarahkan rasio C/N pada rasio C/N tanah. Hakim, ddk. (1986:138) menyatakan bahwa rasio C/N tanah berkisar antara 8/1 sampai 15/1 atau rata-rata 10/1 sampai 15/1. Setiyono (1994:12) menyatakan bahwa rasio C/N berkisar pada rasio C/N tanah bermanfaat untuk pertumbuhan dan produksi tanaman.

Analisis sidik ragam kadar P (phospor) dan K (kalium) pada perlakuan taraf dosis EM-4 menunjukkan pengaruh tidak nyata. Nilai rata-rata kadar P dan K adalah 0,54% (e<sub>2</sub>) sampai 0,65% (e<sub>1</sub>) dan 2,27% (e<sub>0</sub>) sampai 3,19% (e<sub>1</sub>) (lampiran 6 dan 7). Hal ini berkaitan dengan mineralisasi unsur P dan K oleh mikroorganisme pelarut bahan anorganik.

Phospor organik yang larut tidak langsung dapat digunakan oleh tanaman tingkat tinggi tetapi harus mengalami mineralisasi terlebih dahulu. Mikroorganisme yang bekerja sebagai pelarut phospor dari kelompok fungi dan bakteri adalah *Aspergillus*, *Penicillium*, *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Mikroorganisme tersebut memineralisasi phospor organik (asam nukleat, phosfolipid, phytin) menjadi phospor anorganik (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) (Rao, 1995:264). Sedangkan untuk pelarut unsur K adalah fungi dan bakteri gram positif (Higa, 1994:137). Unsur K dalam larutan tanah berbentuk silikat zeolit dan non zeolit. Kalium terdapat dalam tanah karena terjadi mineralisasi dengan cara teroksidasi sehingga menyediakan ion K<sup>+</sup> (Sarief, 1986:83).

Kadar P dan K bokashi kulit buah kakao pada perlakuan taraf dosis EM-4 lebih dari 0,54% dan 2,27%. Baon (1996:93) menyatakan bahwa kandungan unsur P pada kompos 0,5% termasuk dalam kategori tinggi dan menurut Perum Perhutani (dalam Juanda, 1999:30), K 0,2%, rendah; 0,6%, sedang dan 1,4%, tinggi. Berbeda dengan pendapat tersebut, Anas (dalam Huda, 1995:10) mengemukakan bahwa kompos yang baik rata-rata mengandung P 0,44% dan K 1,25%. Berdasarkan pernyataan tersebut kadar P dan K bokashi kulit buah kakao termasuk dalam kategori tinggi. Tingginya kadar kedua unsur tersebut memungkinkan bokashi kulit buah kakao sebagai pupuk organik sumber P dan K.

Analisis sidik ragam perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap pH bokashi kulit buah kakao menunjukkan pengaruh sangat nyata. Hasil uji BNT 5% menunjukkan bahwa perlakuan taraf  $e_0$  berbeda tidak nyata dengan  $e_1$  tetapi berbeda nyata dengan  $e_2$  dan  $e_3$ ;  $e_2$  berbeda tidak nyata dengan  $e_3$  (lampiran 8).

Grafik hubungan antara perlakuan taraf dosis EM-4 dengan pH bokashi menunjukkan bahwa semakin tinggi perlakuan taraf dosis EM-4 maka pH bokashi juga semakin meningkat (gambar 4). pH di atas 8,0 diduga disebabkan kandungan kalsium (Ca) kulit buah kakao,  $CO_2$  hasil dekomposisi dan peningkatan respirasi mikroorganisme karena peningkatan taraf dosis EM-4

Menurut Shepherd dan Ngan (1984:3), kadar CaO dalam kulit buah kakao adalah 2,3 kg/ton. Buckman dan Brady (1982:181) menyatakan bahwa dalam dekomposisi bahan organik unsur karbon banyak dilepaskan dalam bentuk  $CO_2$ . Kedua hal ini diduga meningkatkan kandungan  $CaCO_3$  dari persenyawaan CaO dan  $CO_2$ . Foth (1998:355) menyatakan bahwa tingginya pH di atas 8,0 dipengaruhi oleh kandungan kalsium karbonat yaitu antara 2 sampai 3%. Engelstad (dalam Ayunin, 2002:19) mengemukakan bahwa peningkatan kadar  $CO_2$  dapat dipengaruhi peningkatan respirasi mikroorganisme. Kadar  $CO_2$  meningkat, di dukung oleh kadar air yang melimpah menyebabkan semakin banyak asam karbonat ( $H_2CO_3$ ) yang terbentuk.

Sarief (1986:89-90) menegaskan bahwa pembentukan asam karbonat dari  $\text{CO}_2$  dan air menyebabkan peningkatan keasaman larutan tanah bersama dengan asam organik lain seperti  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HNO}_3$ . Keadaan asam tersebut mampu melarutkan kalsium karbonat, dengan banyaknya  $\text{Ca}^{++}$  yang larut maka semakin banyak  $\text{H}^+$  yang digantikan. Menurut Buckman dan Brady (1982:420), bila hidrogen dalam larutan tanah asam diganti  $\text{Ca}^{++}$  maka konsentrasi  $\text{H}^+$  turun dan sebaliknya ion  $\text{OH}^-$  naik. Sarief (1986:86), berpendapat bahwa kadar ion  $\text{OH}^-$  lebih tinggi dari  $\text{H}^+$  menyebabkan keadaan basa.

#### 4.2.3 Sifat Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 10, semua warna bokashi gelap pada berbagai perlakuan taraf dosis EM-4. Warna gelap bokashi diduga disebabkan mikroorganisme pendekomposisi dalam EM-4 menguraikan bahan organik kulit buah kakao menjadi bahan organik tanah dalam jumlah banyak sedangkan modifikasi warna kemerahan disebabkan pengaruh oksida besi. Menurut Hakim dkk. (1986:17;75), warna gelap tanah disebabkan kadar bahan organik hasil dekomposisi yang tinggi. Bahan organik menghasilkan warna kelabu gelap dan coklat gelap kecuali dipengaruhi mineral seperti besi oksida sehingga terjadi modifikasi warna. Mineral besi oksida yang memberikan warna merah adalah hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang dibentuk dari ferro oksida.

Hasil analisis tekstur bokashi kulit buah kakao menunjukkan bahwa tekstur bokashi kulit buah kakao adalah lempung liat berpasir (60% pasir, 10% debu, 30% liat) (tabel 11). Bokashi kulit buah kakao dalam kategori lempung liat berpasir karena bahan dasar bokashi sama dan dihentikan setelah menunjukkan ciri-ciri matang. Bahan asal yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah 1 kg bokashi dengan perbandingan 80% kulit buah kakao dan masing-masing 10% untuk pupuk kandang dan dedak. Campuran bahan dari jumlah dan jenis yang sama serta didekomposisikan sampai mencapai titik optimum memungkinkan jumlah bahan organik tanah hasil dekomposisi dan mineral yang terkandung didalamnya tidak banyak selisihnya sehingga jumlah fraksi liat yang dibentuk juga tidak jauh berbeda.

Fraksi pasir dan debu bokashi diperoleh dari pupuk kandang karena pupuk kandang yang dipergunakan diambil dari timbunan di atas tanah yang tidak dialasi. Sehingga memungkinkan tercampurnya pasir dan debu dalam tanah dengan pupuk kandang. Sedangkan untuk fraksi liat, selain dari pupuk kandang juga berasal dari bahan organik yang terdekomposisi. Menurut Sutedjo dan Kartasapoetra (1991:34), liat dibentuk dari bahan-bahan hasil dekomposisi, oksida besi, oksida alumina dan bahan organik.

Bokashi kulit buah kakao hasil penelitian ini bila diremas maka strukturnya mudah pecah karena himpunan partikelnya kecil dan tidak lekat. Menurut Rafi'i (1982:29), ciri tersebut menunjukkan struktur remah. Sarief (1986:53) menjelaskan bahwa bahan organik pada tanah mengarahkan pada pembentukan struktur remah yang mantap. Struktur remah berfungsi memberikan ruang pori makro nonkapiler dan ruang pori mikro kapiler. Ruang pori makro nonkapiler mampu menampung udara tanah tetapi tidak menampung air sedangkan untuk ruang pori mikro diantara agregat primer berfungsi menampung air agar tidak merembes ke bawah.

Pengamatan terhadap berat bokashi kulit buah kakao menunjukkan bahwa perlakuan taraf dosis EM-4 memberikan pengaruh tidak nyata (lampiran 9). Bokashi terbanyak diperoleh pada perlakuan taraf dosis 6 ml ( $e_1$ ) yaitu 704 g dan paling sedikit pada perlakuan 12 ml ( $e_2$ ) yaitu 644,33 g. Mikroorganisme pendekomposisi dalam semua perlakuan taraf dosis EM-4 diduga bekerja maksimal dalam menguraikan bahan dasar bokashi kulit buah kakao menjadi bahan organik tanah sehingga bahan organik tersebut mengalami penurunan massa karena karbon sebagai unsur penyusun dasar diuraikan dan dilepaskan dalam bentuk  $CO_2$ .

Menurut Buckman dan Brady (1982:164-165), dekomposisi bahan organik kompleks yang mengandung unsur karbon dan hidrogen menjadi senyawa sederhana menyebabkan pelepasan  $CO_2$  dalam jumlah besar. Murbandono (1995:13) dan Suryanto (1995:34) menegaskan bahwa pelepasan  $CO_2$  menyebabkan berat dan isi bahan (biomassa) menurun yaitu semakin rendah kadar C maka semakin sedikit berat dari kompos dan sebaliknya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa:

- 1) Terdapat pengaruh nyata perlakuan taraf dosis EM-4 terhadap waktu pembuatan, kadar N, rasio C/N dan pH bokashi kulit buah kakao tetapi memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar bahan organik, C, P, K dan berat bokashi kulit buah kakao. Pengaruh terhadap warna bokashi kulit buah kakao yaitu menjadi gelap dan teksturnya menjadi lempung liat berpasir.
- 2) Perlakuan taraf dosis EM-4 12 ml/kg bahan ( $e_2$ ) merupakan dosis yang tepat untuk mempercepat waktu pembuatan bokashi kulit buah kakao menjadi 33 hari.

### 5.2 Saran

Setelah melaksanakan penelitian tentang pengaruh EM-4 terhadap dekomposisi kulit buah kakao menjadi bokashi, penulis menyarankan :

- 1) Pembuatan bokashi kulit buah kakao sebaiknya menggunakan dosis EM-4 sebanyak 12 ml/kg bahan dan kelembaban awal diatur tidak terlalu tinggi yaitu dibawah 60% dengan cara mengurangi pemberian air.
- 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh taraf dosis EM-4 terhadap kulit buah kakao dari varietas yang lain untuk dibandingkan waktu pembuatan, sifat kimia dan fisik yang terbaik.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S. 1996. "Bahan Organik, Peranannya Bagi Perkebunan Kopi Dan Kakao." Dalam *Warta Puslit Kopi Dan Kakao*. (Juni, 12). No. 2. Jember: p. 70-78.
- Apriadji, W. H. 1992. *Memproses Sampah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ayunin, N. 2002. *Pengaruh EM-4 (Effective Mikroorganisms-4) Terhadap Efektifitas Dekomposisi Jerami Padi Menjadi Bokashi*. Jember: Skripsi FKIP Universitas Jember.
- Baon, J. B. 1996. "Tatacara Pengomposan Belotong". Dalam *Warta Puslit Kopi Dan Kakao*. (Juni, 12). No. 12. Jember: p. 90-95.
- Buckman, H. D. dan N. C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara.
- Effendi, A. R. dan D. G. Sidik. 2002. "Investors Show Little Interest In Cocoa Business Despite Good Prospects Of Exports." Dalam *Indonesian Commercial Newsletter*. (Agustus, XXIX). No. 345. Jakarta: p. 6-23.
- Foth, H. P. 1998. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Hakim, L dan A. Sofyan. 1982. *Pembuatan Kompos Dari Bahan Sampah Kota Dengan Cara Sederhana*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah.
- Hakim, N., Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, A. Diha, G. B. Hong, H. H. Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Hardjowigeno, S. 1989. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Media Utama Perkasa.
- Higa, T dan J. F. Parr. 1994. *Beneficial And Effective Microorganisms For A Sustainable Agriculture And Environment*. Jepang: International Nature Farming Reseach Center.
- Higa, T. 1994. "Producing Safe Foodstuff". Dalam *Assesment Of The Third International Conference On Kyusei Nature Farming: Held October 5-7,1993 In Santa Barbara, Teles, California: Round Table Discussion By USDA Scientists October 7, 1993*. California: Nature Farming Reseach And Development Foundation.

- Huda, S. 1995. *Pengaruh Konsentrasi EM-4 Dan Dosis Kompos Klaras Pisang Terhadap Hasil Paprika (Capsicum annum var. grossum)*. Jember: Skripsi Faperta Universitas Jember.
- Indriani, Y. H. 2002. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Juanda, I. 1999. *Pengaruh Dosis Effective Microorganisms-4 (EM-4) dan Pengomposan Terhadap Dekomposisi Jerami Padi*. Jember: Skripsi Faperta Universitas Jember.
- Kunhandoko. 1999. *Pengaruh Konsentrasi EM-4 Dan Dosis Kompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Hibrida Di Musim Hujan*. Jember: Skripsi Faperta Universitas Jember.
- Murbando, H.S. 2002. *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pujiyanto. 1994. "Nilai Hara Beberapa Tanaman Penaung Pada Perkebunan Kopi dan Kakao." Dalam *Warta Puslit Kopi Dan Kakao*. (Juni, 19). No. 2. Jember: p. 28-33.
- . 1996. "Status Bahan Organik Tanah Pada Perkebunan Kopi Dan Kakao DI Jawa Timur." Dalam *Warta Puslit Kopi Dan Kakao*. (Juni, 13). No. 2. Jember: p. 115-123.
- Rafi'i, S. 1982. *Ilmu Tanah*. Bandung: Angkasa Bandung.
- Rao, N. S. S. 1995. *Soil Microorganisms And Plant Growth*. USA: Science Publishers Inc.
- Rinsema, W.T. 1983. *Pupuk Dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara.
- Sarief, E. S. 1986. *Ilmu Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana.
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Untuk Bidang Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Setiyono. 1994. *Kajian Pemberian EM-4 Dan Dosis Kompos Pada Hasil Paprika (Capsicum annum var. grossum)*. Jember: Laporan Penelitian Dosen Faperta Universitas Jember.
- Setyobudi, B. 1993. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah: Fisika Tanah Dan Air Tanah*. Jember: Universitas Jember.

- Shepherd, R. dan Y. T. Ngan. 1984. "Utilization Of By-Products Of Cocoa Bean Processing." Dalam *Progress And Out Look On Cocoa And Coconuts In Malaysia, Oct. 15-17, 1984*. Malaysia: May And Baker.
- Siregar, T. H. S., S. Riyadi, dan L. Nuraeni. 2002. *Cokelat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Soedarsono, J. 1982. *Mikrobiologi Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sukasih, R. 2000. *Pengaruh Aktivator Pengomposan Hayati dan Anorganik serta Komposisi Bahan Baku Terhadap Lama dan Mutu Kompos*. Jember: Skripsi Faperta Universitas Jember.
- Suranta, I. M. W. dan A. Hardjono. 1996. *Metode Analisis Pupuk Untuk Pengawasan Kualitas*. Jakarta: PT. Astra Agro Niaga.
- Suryanto. 1995. *Ilmu Kesuburan Tanah: Bahan Organik Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Susanto, F. X. 1994. *Tanaman Kakao*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutedjo, M. M., A. G. Kartasapoetra dan S. Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sutedjo, M. M. dan A. G. Kartasapoetra. 1991. *Pengantar Ilmu Tanah: Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tim Penulis Martha Tilaar Innovation. 2002. *Budidaya Secara Organik Tanaman Obat Rimpang*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wididana, G. N dan A. H. Wibisono. 1997. "Pertanian Akrab Lingkungan Kyusei Dengan Teknologi Effective Microorganisms (EM)." Dalam *Buletin Kyusei Nature Farming Indonesia*. (Maret, 6). No. 2. Jakarta: p. 1-8.
- Wild, A. 2001. *Soil And the Environment An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.

**Lampiran 1. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao**

**Parameter** : Waktu Pembuatan Bokashi Kulit Buah Kakao (hari)  
**Desain** : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)

Perlakuan EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	49,00	49,00	46,00	144,00	48,00
e <sub>1</sub> (6 ml)	39,00	42,00	42,00	123,00	41,00
e <sub>2</sub> (12 ml)	33,00	33,00	33,00	99,00	33,00
e <sub>3</sub> (18 ml)	33,00	36,00	36,00	105,00	35,00
<b>Jumlah</b>	160,00	154,00	157,00	471,00	39,25

**ANSIRA**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	410,25	136,75	60,78**	4,07	7,59
Galat	8	18	2,25			
<b>Total</b>	11					

**Uji BNT 0,05%**

KT Galat	2,25
SD	1,22
BNT 0,05%	2,82

Perlakuan EM-4	Rerata	Notasi
e <sub>0</sub> (0 ml)	48	c
e <sub>1</sub> (6 ml)	41	b
e <sub>2</sub> (12 ml)	33	a
e <sub>3</sub> (18 ml)	35	a

**ORTHOGONAL POLINOMIAL**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Linier	1	331,35	331,35	147,27**	5,32	11,26
Kuadratik	1	60,75	60,75	27,00**	5,32	11,26
Kubik	1	18,15	18,15	8,07*	5,32	11,26
Galat	8	18,00	2,25			
<b>Total</b>	11					

Keterangan : KK = 3,82%

\*\* = berbeda sangat nyata

\* = berbeda nyata

**Lampiran 2. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar Bahan Organik Bokashi Kulit Buah Kakao**

**Parameter** : Kadar Bahan Organik Bokashi Kulit Buah Kakao (%)  
**Desain** : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)

Perlakuan EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	23,41	23,41	21,00	67,82	22,61
e <sub>1</sub> (6 ml)	22,74	22,84	26,03	71,62	23,87
e <sub>2</sub> (12 ml)	22,79	21,19	20,43	64,41	21,47
e <sub>3</sub> (18 ml)	21,98	2371	22,09	67,77	22,59
<b>Jumlah</b>	90,93	91,16	89,55	271,63	22,64

**ANSIRA**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	8,66	2,89	1,47 <sup>tn</sup>	4,07	7,59
Galat	8	0,89	0,89			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

Keterangan : KK = 4,17%

tn = tidak nyata

**Lampiran 3. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar C Bokashi Kulit Buah Kakao**

**Parameter** : Kadar C Bokashi Kulit Buah Kakao (%)  
**Desain** : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)

Perlakuan EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	13,58	13,58	12,18	39,34	13,11
e <sub>1</sub> (6 ml)	13,19	13,25	15,10	41,54	13,85
e <sub>2</sub> (12 ml)	13,22	12,29	11,85	37,36	12,45
e <sub>3</sub> (18 ml)	12,75	13,75	12,81	39,31	13,10
<b>Jumlah</b>	52,74	52,87	51,94	157,55	13,13

**ANSIRA**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	3	0,97	1,48 <sup>tn</sup>	4,07	7,59
Galat	8	5	0,66			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

Keterangan : KK = 6,18%

tn = tidak nyata

**Lampiran 4. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Parameter : Kadar N Bokashi Kulit Buah Kakao (%)**  
**Desain : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)**

Perlakuan EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	1,82	1,89	1,96	5,67	1,89
e <sub>1</sub> (6 ml)	1,54	1,61	1,68	4,83	1,61
e <sub>2</sub> (12 ml)	1,26	1,19	1,12	3,57	1,19
e <sub>3</sub> (18 ml)	1,40	1,47	1,54	4,41	1,47
<b>Jumlah</b>	<b>6,02</b>	<b>6,16</b>	<b>6,30</b>	<b>18,48</b>	<b>1,54</b>

#### ANSIRA

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	0,76	0,26	52**	4,07	7,59
Galat	8	0,04	0,01			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

#### Uji BNT 0,05%

KT Galat	0,01
SD	0,06
BNT 0,05%	0,13

Perlakuan EM-4	Rerata	Notasi
e <sub>0</sub> (0 ml)	1,89	d
e <sub>1</sub> (6 ml)	1,61	c
e <sub>2</sub> (12 ml)	1,19	a
e <sub>3</sub> (18 ml)	1,47	b

#### ORTHOGONAL POLINOMIAL

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Linier	1	0,42	0,42	86,40**	5,32	11,26
Kuadratik	1	0,24	0,24	48,00**	5,32	11,26
Kubik	1	0,11	0,11	21,60**	5,32	11,26
Galat	8	0,04	0,01			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

Keterangan : KK = 4,59%

\*\* = berbeda sangat nyata

**Lampiran 5. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Parameter : Rasio C/N Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Desain : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)**

Perlakuan EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	7,46	7,19	6,21	20,86	6,95
e <sub>1</sub> (6 ml)	8,56	8,23	8,99	25,78	8,59
e <sub>2</sub> (12 ml)	10,49	10,33	10,58	31,40	10,47
e <sub>3</sub> (18 ml)	9,11	9,35	8,32	26,78	8,93
<b>Jumlah</b>	36,62	37,10	37,10	104,82	8,74

#### ANSIRA

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	18,69	6,23	28,18**	4,07	7,59
Galat	8	1,77	0,22			
<b>Total</b>	11					

#### Uji BNT 0,05%

KT Galat	0,22
SD	0,38
BNT 0,05%	0,88

Perlakuan EM-4	Rerata	Notasi
e <sub>0</sub> (0 ml)	6,95	a
e <sub>1</sub> (6 ml)	8,59	b
e <sub>2</sub> (12 ml)	10,47	c
e <sub>3</sub> (18 ml)	8,93	b

#### ORTHOGONAL POLINOMIAL

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Linier	1	9,11	9,11	41,21**	5,32	11,26
Kuadratik	1	7,85	7,58	34,31**	5,32	11,26
Kubik	1	2,00	2,00	9,02*	5,32	11,26
Galat	8	1,77	0,22			
<b>Total</b>	11					

Keterangan : KK = 5,37%

\*\* = berbeda sangat nyata

\* = berbeda nyata

**Lampiran 6. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar P Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Parameter : Kadar P Bokashi Kulit Buah Kakao (%)**  
**Desain : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	EM-4	1	2		
e <sub>0</sub> (0 ml)	0,56	0,51	0,57	1,64	0,55
e <sub>1</sub> (6 ml)	0,64	0,67	0,64	1,95	0,65
e <sub>2</sub> (12 ml)	0,54	0,53	0,56	1,63	0,54
e <sub>3</sub> (18 ml)	0,66	0,59	0,50	1,75	0,58
<b>Jumlah</b>	<b>2,40</b>	<b>2,30</b>	<b>2,27</b>	<b>6,97</b>	<b>0,58</b>

**ANSIRA**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	0,02	0,01	3,68 <sup>tn</sup>	4,07	7,59
Galat	8	0,02	0,00			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

Keterangan : KK = 7,70%

tn = tidak nyata

**Lampiran 7. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Kadar K Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Parameter : Kadar K Bokashi Kulit Buah Kakao (%)**  
**Desain : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	EM-4	1	2		
e <sub>0</sub> (0 ml)	2,52	2,51	1,79	6,82	2,27
e <sub>1</sub> (6 ml)	2,72	2,91	3,93	9,56	3,19
e <sub>2</sub> (12 ml)	3,05	2,96	3,14	9,15	3,05
e <sub>3</sub> (18 ml)	3,08	2,66	2,38	8,12	2,71
<b>Jumlah</b>	<b>11,37</b>	<b>11,04</b>	<b>11,24</b>	<b>33,65</b>	<b>2,80</b>

**ANSIRA**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	1,9	0,5	2,73 <sup>tn</sup>	4,07	7,59
Galat	8	1,46	0,18			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

Keterangan : KK = 15,26%

tn = tidak nyata

**Lampiran 8. Data Pengamatan dan Sidik Ragam pH Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Parameter : pH Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Desain : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)**

Perlakuan EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	8,390	8,440	8,330	25,160	8,387
e <sub>1</sub> (6 ml)	8,490	8,410	8,440	25,340	8,447
e <sub>2</sub> (12 ml)	8,600	8,480	8,640	25,720	8,573
e <sub>3</sub> (18 ml)	8,700	8,600	8,750	26,050	8,683
<b>Jumlah</b>	34,180	33,930	34,160	102,270	8,523

**ANSIRA**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	0,158	0,053	12,081**	4,07	7,59
Galat	8	0,035	0,004			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

**Uji BNT 0,05%**

KT Galat	0,004
SD	0,052
BNT 0.05%	0,119

Perlakuan EM-4	Rerata	Notasi
e <sub>0</sub> (0 ml)	8,387	a
e <sub>1</sub> (6 ml)	8,447	a
e <sub>2</sub> (12 ml)	8,573	b
e <sub>3</sub> (18 ml)	8,683	b

**ORTHOGONAL POLINOMIAL**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Linier	1	0,155	0,155	35,574**	5,32	11,26
Kuadratik	1	0,002	0,002	0,430 <sup>tn</sup>	5,32	11,26
Kubik	1	0,001	0,001	0,239 <sup>tn</sup>	5,32	11,26
Galat	8	0,035	0,004			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

Keterangan : KK = 0,74%

\*\* = berbeda sangat nyata

tn = tidak nyata

**Lampiran 9. Data Pengamatan dan Sidik Ragam Berat Bokashi Kulit Buah Kakao**  
**Parameter : Berat Bokashi Kulit Buah Kakao (gram)**

**Desain : RAL (dengan 4 perlakuan taraf dosis EM-4 dan 3 ulangan)**

Perlakuan EM-4	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
e <sub>0</sub> (0 ml)	736,00	723,00	607,00	2066,00	688,67
e <sub>1</sub> (6 ml)	689,50	720,50	702,00	2112,00	704,00
e <sub>2</sub> (12 ml)	688,00	656,00	589,00	1933,00	644,33
e <sub>3</sub> (18 ml)	709,50	707,00	649,00	2065,50	688,50
<b>Jumlah</b>	2823,00	2806,50	2547,00	8176,50	681,38

**ANSIRA**

SK	dB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	5963,73	1987,91	0,88 <sup>tn</sup>	4,07	7,59
Galat	8	18023,33	2252,92			
<b>Total</b>	<b>11</b>					

Keterangan : KK = 7,00%

tn = tidak nyata

Lampiran 10. Data Suhu Bokashi Selama Pemeliharaan (<sup>0</sup>C)

Perlakuan Taraf Dosis EM-4/Hari	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	46	49
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,1)	27	29	33	29	29	30	30	31	30	30	30	31	32	30	30	29	29
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,2)	27	30	34	29	29	29	31	31	29	29	30	30	32	32	31	30	-
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,3)	27	29	33	29	30	30	31	30	30	30	30	30	31	31	30	30	29
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,1)	27	29	33	30	28	29	30	30	30	30	30	29	32	35	29	-	-
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,2)	27	30	34	29	29	29	30	30	30	30	30	29	31	32	29	-	-
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,3)	27	30	33	30	29	30	30	30	30	30	30	29	31	32	-	-	-
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,1)	27	31	34	29	29	29	31	30	29	30	30	29	31	31	-	-	-
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,2)	27	30	32	29	29	29	31	31	30	30	30	29	-	-	-	-	-
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,3)	27	30	32	29	29	29	31	30	29	29	30	29	-	-	-	-	-
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,1)	27	30	33	30	29	30	30	29	29	30	31	30	29	-	-	-	-
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,2)	27	30	32	29	29	29	30	30	29	30	31	30	29	-	-	-	-
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,3)	27	30	34	29	28	29	31	31	29	30	30	29	29	-	-	-	-

Keterangan : e<sub>0</sub> (0 ml) (1,1) = perlakuan taraf dosis EM-4 0ml/kg bahan pada perlakuan ke-1 ulangan ke-1...dst.

Lampiran 11. Data pH Bokashi Selama Pemeliharaan

Perlakuan Taraf Dosis EM-4/Hari	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	46	49
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,1)	6,9	6,8	6,7	6,6	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,2)	6,9	6,7	6,5	6,5	6,8	6,8	6,8	6,8	7,0	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,3)	6,9	6,6	6,8	6,6	6,9	6,8	6,8	6,8	7,0	6,9	6,5	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,1)	6,9	6,8	6,8	6,5	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,2)	6,9	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	6,8	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,3)	6,9	6,8	6,8	6,5	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,1)	6,9	6,4	6,8	6,5	6,8	6,8	7,0	6,8	7,0	6,8	6,9	6,9	6,9	-	-	-	-
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,2)	6,9	6,5	6,8	6,4	6,8	6,9	6,9	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0	-	-	-	-
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,3)	6,9	6,9	6,8	6,4	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	6,8	6,9	7,0	-	-	-	-	-
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,1)	6,9	6,8	6,6	6,6	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	-	-	-	-
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,2)	6,9	6,9	6,7	6,5	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	-	-	-	-
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,3)	6,9	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,8	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	-	-	-	-

Keterangan : e<sub>0</sub> (0 ml) (1,1) = perlakuan taraf dosis EM-4 0ml/kg bahan pada perlakuan ke-1 ulangan ke-1... dst.

Lampiran 12. Data Kelembaban Bokashi Selama Pemeliharaan (%)

Perlakuan Taraf Dosis EM-4/Hari	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	46	49
$e_0$ (0 ml) (1,1)	60	68	81	71	69	75	70	70	70	71	82	82	82	80	80	78	70
$e_0$ (0 ml) (1,2)	60	70	76	66	65	68	70	70	70	71	80	80	80	80	79	79	-
$e_0$ (0 ml) (1,3)	60	67	84	67	77	71	70	70	72	70	80	80	80	79	79	76	74
$e_1$ (6 ml) (1,1)	60	77	89	76	80	72	70	70	76	70	82	82	75	75	75	-	-
$e_1$ (6 ml) (1,2)	60	68	83	69	76	73	72	70	70	70	80	92	83	75	70	-	-
$e_1$ (6 ml) (1,3)	60	73	80	67	85	76	70	70	70	85	80	85	78	76	-	-	-
$e_2$ (12 ml) (1,1)	60	76	83	70	70	70	70	74	70	60	75	77	-	-	-	-	-
$e_2$ (12 ml) (1,2)	60	69	86	71	73	71	74	65	68	68	75	78	-	-	-	-	-
$e_2$ (12 ml) (1,3)	60	76	85	79	76	76	71	75	70	69	74	77	-	-	-	-	-
$e_3$ (18 ml) (1,1)	60	78	86	68	86	70	70	70	73	67	70	74	74	-	-	-	-
$e_3$ (18 ml) (1,2)	60	75	86	68	69	77	70	70	71	66	75	74	-	-	-	-	-
$e_3$ (18 ml) (1,3)	60	78	84	78	76	77	70	70	67	70	76	79	80	-	-	-	-

Keterangan :  $e_0$  (0 ml) (1,1) = perlakuan taraf dosis EM-4 0ml/kg bahan pada perlakuan ke-1 ulangan ke-1... dst.

**Lampiran 13. Data Warna Bokashi Kulit Buah Kakao Berdasarkan Klasifikasi Warna Tanah dalam Buku Munsell**

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Warna	Kode
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,1)	Coklat Gelap Kemerahan	5 YR 3/2
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,2)	Coklat Gelap Kemerahan	5 YR 3/2
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,3)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,1)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,2)	Kelabu Sangat Gelap	5 YR 3/2
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,3)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,1)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,2)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,3)	Kelabu Sangat Gelap	5 YR 3/2
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,1)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,2)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,3)	Coklat Gelap	7.5 YR 3/2

Keterangan : e<sub>0</sub> (0 ml) (1,1) = perlakuan taraf dosis EM-4 0ml/kg bahan pada perlakuan ke-1 ulangan ke-1...dst.

**Lampiran 14. Data Tekstur Bokashi Kulit Buah Kakao Berdasarkan Klasifikasi Tanah dalam Segitiga Tekstur Tanah**

Perlakuan Taraf Dosis EM-4	Pasir	Debu	Liat	Kelas Tekstur
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,1)	59,80	10,38	29,83	Lempung Liat Berpasir
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,2)	52,28	20,20	27,52	Lempung Liat Berpasir
e <sub>0</sub> (0 ml) (1,3)	54,24	18,01	27,76	Lempung Liat Berpasir
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,1)	54,52	16,95	28,53	Lempung Liat Berpasir
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,2)	57,94	11,54	30,52	Lempung Liat Berpasir
e <sub>1</sub> (6 ml) (1,3)	53,36	15,39	31,05	Lempung Liat Berpasir
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,1)	56,33	16,70	26,97	Lempung Liat Berpasir
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,2)	56,34	16,65	27,01	Lempung Liat Berpasir
e <sub>2</sub> (12 ml) (1,3)	57,85	15,38	26,77	Lempung Liat Berpasir
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,1)	52,53	10,29	37,18	Lempung Liat Berpasir
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,2)	56,64	13,40	29,96	Lempung Liat Berpasir
e <sub>3</sub> (18 ml) (1,3)	60,40	17,25	22,35	Lempung Liat Berpasir

Keterangan : e<sub>0</sub> (0 ml) (1,1) = perlakuan taraf dosis EM-4 0ml/kg bahan pada perlakuan ke-1 ulangan ke-1...dst.

Lampiran 15. Foto Kegiatan



Foto 1. Bahan dasar bokashi  
(a) kulit buah kakao, (b) dedak, (c) pupuk kandang, (d) gula pasir  
(e) EM-4



Foto 2. Bokashi kulit buah kakao dengan berbagai perlakuan taraf dosis EM-4. e<sub>0</sub> = 0 ml/kg bahan, e<sub>1</sub> = 6 ml/kg bahan, e<sub>2</sub> = 12 ml/kg bahan, e<sub>3</sub> = 18 ml/kg bahan.

## Lampiran 16. Lembar Konsultasi

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**  
**LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI**

Nama : Widaryanti  
 NIM : 990210103031  
 Angkatan Tahun : 1999  
 Jurusan/Program Studi : P. MIPA/P. Biologi  
 Judul Skripsi : Pengaruh Effective Microorganisms-4 (EM-4)  
 Terhadap Waktu Pembuatan, Sifat Kimia Dan  
 Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao  
 (*Theobroma cacao* L.)  
 Pembimbing I : Ir. Imam Mudakir, MSi.  
 Pembimbing II : Dra. Pujiastuti, MSi.

## Kegiatan Konsultasi

NO	Hari/Tanggal	Materi Konsultasi	TTD. Pembimbing I
1	Senin, 5-10-02	Pengajuan Judul	
2	Senin, 15-01-03	Matrik Penelitian	
3	Kamis, 15-02-03	Matrik Penelitian	
4	Sabtu, 24-02-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	
5	Jum'at, 8-03-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	
6	Senin, 18-03-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	
7	Kamis, 5-04-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	
8	Sabtu, 19-05-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	
9	Rabu, 12-11-03	Analisis Data	
10	Rabu, 11-02-04	Skripsi Bab I, II, III, IV, V	
11	Rabu, 28-04-04	Skripsi Bab I, II, III, IV, V	
12	Kamis, 29-04-04	Skripsi Bab I, II, III, IV, V	
13	Rabu, 19-5-04	Skripsi Bab I, II, III, IV, V	
14	Selasa, 25-5-04	Skripsi Bab I, II, III, IV, V	

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**  
**LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI**

Nama : Widaryanti  
 NIM : 990210103031  
 Angkatan Tahun : 1999  
 Jurusan/Program Studi : P. MIPA/P. Biologi  
 Judul Skripsi : Pengaruh Effective Microorganisms-4 (EM-4) Terhadap Waktu Pembuatan, Sifat Kimia Dan Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.)  
 Pembimbing I : Ir. Imam Mudakir, MSi.  
 Pembimbing II : Dra. Pujiastuti, MSi.

**Kegiatan Konsultasi**

NO	Hari/Tanggal	Materi Konsultasi	TTD. Pembimbing II
1	Selasa, 09-01-03	Pengajuan Judul	✓ <sub>IB</sub>
2	Senin, 12-02-03	Matrik Penelitian	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
3	Senin, 27-02-03	Matrik Penelitian	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
4	Senin, 03-03-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
5	Senin, 17-03-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
6	Senin, 08-04-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
7	Rabu, 24-04-03	Proposal Seminar Skripsi Bab I, II, III	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
8	Rabu, 11-02-04	Sripsi Bab I, II, III, IV, V	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
9	Selasa, 27-04-04	Sripsi Bab I, II, III, IV, V	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>
10	Selasa, 08-05-04	Sripsi Bab I, II, III, IV, V	✓ <sub>IB</sub> ✓ <sub>AS</sub>



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI  
Jl. Kalimantan III/3 Kampus Tegal Boto Telp./Fax (0331) 334988

**PERMOHONAN IJIN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : WIDARYANTI  
N I M : 990210103031  
Jur./Prog.Studi : P. IPA/P. BIOLOGI  
Fakultas : FKIP

Mengajukan permohonan untuk mengadakan penelitian berjudul : .....  
PENGARUH EFFECTIVE MICROORGANISMS-4 (EM-4) TERHADAP WAKTU PEMBUATAN, SIFAT KIMIA DAN FISIK  
BOKASHI KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L):  
.....

tempat : LABORATORIUM BIOLOGI DI FKIP

Dengan ketentuan bersedia mematuhi segala persyaratan yang telah ditentukan oleh laboratorium/instansi sebagaimana tersebut di atas.

Mengetahui :  
Dosen Pembimbing I/II

Dra. PUJIASTUTI, M.Si  
NIP 131 660 780

Jember, 7 JULI 2003

Mahasiswa pemohon,

WIDARYANTI  
NIM 990210103031

Menyetujui:  
Ketua Laboratorium Biologi

Dra. PUJIASTUTI, M.Si