

# **PENGARUH PEMBERIAN BIOAKTIVATOR *EFFECTIVE MICROORGANISM 4 (EM-4)* TERHADAP KECEPATAN DAN KUALITAS PEMBUATAN KOMPOS SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI BAHAN AJAR BIOTEKNOLOGI DI SMA**

**Moch. Bagus Triwibowo<sup>4</sup>, Suratno<sup>5</sup>, Sulifah Aprilya H<sup>6</sup>**

**Abstract:** *Effective Microorganism-4 (EM-4) is a highly effective bio-activator to inoculate organic waste to accelerate the decomposition process. Various researches related the use of EM-4 in deciphering organic materials has a lot to do, but only a few are doing research on the use of EM-4 dose right in outlining household organic waste. This study aims to determine the effect of EM-4 with respect to time and the quality of the composting as well as the utilization of biotechnology in high school teaching materials. The study consisted - of experimental and descriptive quantitative research. In the experimental stage, composting is done to look mature compost with design for six treatments and three repetitions. Composting speed is calculated based on the time of composting and compost quality parameters seen by nutrient content (C-organic, N-organic, the ratio of C/N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O), whereas quantitative descriptive research is used to determine whether the materials are made viable if used as teaching materials. The analysis showed there is a real gift influence bio-activator Effective Microorganism -4 (EM-4) on the speed and quality of results composting (p<0,05). Addition of Effective Microorganism-4 (EM-4) during composting can increase the abundance of microorganisms in the material and then of course the overhaul will accelerate the process of organic matter into compost. If the organic material can be completely overhauled, the more nutrients are released in the compost pile include elements N, P, and K organic.*

**Key Words:** *Effective Microorganism-4 (EM-4), speed composting, compost quality, teaching materials.*

## **PENDAHULUAN**

Sampah merupakan masalah umum yang dihadapi oleh setiap daerah di Indonesia. Volume sampah ke TPA (tempat pembuangan akhir) akan sangat berkurang bila rumah tangga mampu memanfaatkan sampah organik. Salah satu metode pengolahan sampah yang sederhana, tidak menimbulkan efek samping bagi lingkungan tetapi memberikan nilai tambah bagi sampah, khususnya sampah organik adalah dengan pengomposan. Proses pengomposan oleh agen dekomposer secara alami memakan waktu lama, oleh karenanya proses tersebut perlu dipercepat dengan bantuan manusia. Saat ini telah banyak dikembangkan produk agen dekomposer yang diproduksi secara komersial, salah satunya adalah *Effective Microorganism 4 (EM-4)*.

*Effective Microorganism 4 (EM-4)* merupakan salah satu bioaktivator yang efektif untuk menginokulasi sampah seperti sampah organik untuk mempercepat proses

---

<sup>4</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

<sup>5</sup> Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

<sup>6</sup> Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

penguraian. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM-4 adalah bakteri asam laktat, ragi, *Actinomycetes*, dan bakteri fotosintesis yang mampu bersimbiosis satu dengan yang lain sehingga efektif dalam menguraikan sampah. Berbagai penelitian terkait penggunaan EM-4 dalam menguraikan materi organik telah banyak dilakukan. Tapi hanya sedikit yang melakukan penelitian tentang penggunaan dosis EM-4 yang tepat dalam menguraikan sampah organik rumah tangga.

Penggunaan dosis EM-4 yang tepat dapat mempercepat waktu pembuatan bokhasi akan tetapi pada dosis yang lebih tinggi justru memperlambat<sup>[4]</sup>. Pada kondisi lingkungan yang sama jumlah dan jenis mikroorganisme pendekomposisi bahan organik akan mempengaruhi kecepatan dekomposisi. Sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang penggunaan dosis EM-4 yang tepat agar proses dekomposisi sampah organik rumah tangga berlangsung lebih cepat.

Sampah telah menjadi permasalahan nasional sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara komprehensif dan terpadu agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan, serta dapat mengubah perilaku masyarakat. Sayangnya, Proses penanaman sikap pengelolaan sampah yang baik tidaklah mudah, sehingga diperlukan upaya pendidikan dan pelatihan secara kontinu<sup>[5]</sup>. Upaya tersebut bisa dilakukan sejak dini melalui kegiatan-kegiatan pembelajaran yang dilakukan di sekolah-sekolah. Pembuatan bahan ajar berupa buku suplemen tentang teknik pembuatan kompos sampah organik diharapkan tidak hanya sebagai penunjang materi pelajaran bioteknologi di sekolah, tapi juga dapat dijadikan media menumbuhkan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan sampah untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini dikaji pengaruh pemberian bioaktivator *Effective Microorganism 4* (EM-4) terhadap kecepatan pembuatan kompos dan kualitas kompos (kandungan hara C-organik, N-organik, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O), serta pemanfaatannya sebagai bahan ajar bioteknologi di SMA.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini terdiri dari penelitian eksperimental untuk pengaruh pemberian bioaktivator EM-4 terhadap kecepatan dan kualitas pembuatan kompos dan deskriptif kuantitatif untuk pembuatan bahan ajar.

Penelitian disusun menurut rancangan acak lengkap (RAL) dengan enam perlakuan taraf dosis EM-4 (e) dengan 3 kali ulangan, yaitu:

e<sub>0</sub> = tanpa pemberian EM-4 (kontrol)

e<sub>1</sub> = pemberian EM-4 dengan dosis 4 ml/kg bahan

e<sub>2</sub> = pemberian EM-4 dengan dosis 8 ml/kg bahan

e<sub>3</sub> = pemberian EM-4 dengan dosis 12 ml/kg bahan

e<sub>4</sub> = pemberian EM-4 dengan dosis 16 ml/kg bahan

e<sub>5</sub> = pemberian EM-4 dengan dosis 20 ml/kg bahan

Prosedur penelitian pengaruh pemberian bioaktivator EM-4 terhadap kecepatan dan kualitas pembuatan kompos meliputi beberapa tahap, yaitu:

a. Tahap persiapan

- 1) Memisahkan sampah yang didapat antara sampah organik dan sampah anorganik. Menimbang sampah organik rumah tangga, yang masing-masing telah dipotong-potong dengan panjang 3-5 cm.
- 2) Mencampur tiap 100 ml larutan gula dengan dengan masing-masing dosis EM-4 dalam botol aqua 600 ml dan menyimpannya selama 1 hari.

b. Inokulasi EM-4 dalam bahan sampah organik rumah tangga

- 1) Mencampur sampah rumah tangga (sampah kebun 300 gr dan sampah dapur 700 gr) dengan 100 gr dedak dan 100 gr pupuk kandang dalam bak untuk setiap perlakuan dalam satu adonan, kemudian menyiramkan 100 ml larutan gula yang dicampur dengan masing-masing dosis EM-4 dan mengaduknya hingga merata.
- 2) Menyimpan adonan sampah yang telah dicampur dalam karung sak. Memberikan label dan menyimpannya sesuai dengan rancangan percobaan pada tempat yang terlindung dari cahaya matahari langsung.

c. Pemeliharaan selama pembuatan kompos

Suhu kompos selama pemeliharaan di pertahankan antara 29 – 30°C. Apabila suhu tinggi maka dilakukan pembalikan dan bila suhunya rendah maka tiap unit perlakuan ditutup dengan karung/terpal.

d. Penentuan kematangan kompos

Pembuatan kompos dianggap telah selesai apabila kompos telah matang. kematangan kompos ditunjukkan oleh hal-hal berikut:

- a. Mempunyai nilai C/N – rasio (10 - 20) : 1
- b. Suhu sesuai dengan suhu air tanah
- c. Berwarna kehitaman dan tekstur seperti tanah
- d. Berbau tanah.

Hasil penelitian dalam penelitian ini akan dianalisis menggunakan SPSS versi 16.0. Analisis data yang digunakan adalah analisis ANOVA untuk mengetahui pengaruh dari pemberian bioaktivator EM-4 terhadap peningkatan kecepatan dan kualitas hasil pengomposan. Bila berbeda nyata dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan.

Perolehan nilai presentase skor uji validitas hasil angket kuisioner dikonversi ke katagori nilai yang terstandar dengan cara sebagai berikut:

$$\text{nilai} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh (N)}}{\text{total skor (N}_{tot})} \times 100$$

Nilai uji validitas yang sudah dikonversikan dari 6 orang responden kemudian dihitung nilai rata-ratanya untuk mengetahui apakah buku suplemen dalam kategori sangat baik, baik, cukup baik, dan atau kurang baik digunakan sebagai bahan ajar.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Pengaruh Pemberian Bioaktivator EM-4 terhadap Kecepatan dan Kualitas Pembuatan Kompos**

Data hasil penelitian tentang kecepatan pembuatan kompos didapat dengan cara menghitung lama waktu pembuatan kompos dari setiap perlakuan sedangkan untuk kualitas hasil pengomposan didapat dengan cara pengukuran kandungan hara total kompos. Kandungan hara total yang dianalisis antara lain kandungan C-organik, N-organik, P-organik, dan K-organik.

#### **a. Kecepatan pembuatan kompos sampah organik**

Kecepatan pembuatan kompos dihitung berdasarkan lama waktu pembuatan kompos. Data rata – rata waktu pembuatan kompos organik pada perlakuan taraf dosis EM-4 tertera pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Lama Waktu Pembuatan Kompos Sampah Organik (hari) dari tiap taraf Perlakuan Dosis EM-4.

Perlakuan EM-4	Ulangan			Rerata (hari)
	1	2	3	
e <sub>0</sub> (0 ml)	45	48	48	47.00 ± 1.73 <sup>d</sup>
e <sub>1</sub> (4 ml)	39	42	49	40.00 ± 1.73 <sup>c</sup>
e <sub>2</sub> (8 ml)	36	36	36	36.00 ± 0.00 <sup>b</sup>
e <sub>3</sub> (12 ml)	33	30	33	32.00 ± 1.73 <sup>a</sup>
e <sub>4</sub> (16 ml)	33	33	33	33.00 ± 0.00 <sup>a</sup>
e <sub>5</sub> (20 ml)	30	33	33	32.00 ± 1.73 <sup>a</sup>

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata pada uji Duncan.

b. Kualitas kompos

Kualitas kompos dapat dilihat dari kandungan haranya. Kriteria kualitas hara kompos didasarkan pada standar kualitas kompos SNI tahun 2004. Jika presentase kadar hara kompos berada dibawah nilai standar yang ditetapkan dalam SNI maka kualitas kompos termasuk dalam kriteria kurang baik.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Uji Kualitatif Kompos Organik dari tiap Pelakuan Pemberian EM-4 dengan Standar Nasional Indonesia.

No	Parameter	SNI	Perlakuan					
			e <sub>0</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	e <sub>4</sub>	e <sub>5</sub>
1	Karbon (%)	9,80 – 32	6.14 ± 0.04 <sup>a</sup>	6.38 ± 0.24 <sup>ab</sup>	6.30 ± 0.14 <sup>ab</sup>	6.46 ± 0.09 <sup>b</sup>	6.45 ± 0.09 <sup>b</sup>	6.74 ± 0.11 <sup>c</sup>
2	Nitrogen (%)	Min. 0,40	0.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.51 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.55 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.53 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.54 ± 0.15 <sup>c</sup>	0.55 ± 0.01 <sup>c</sup>
3	C/N – rasio	10 – 20	12.71 ± 0.05 <sup>d</sup>	12.51 ± 0.04 <sup>cd</sup>	11.45 ± 0.07 <sup>a</sup>	12.03 ± 0.48 <sup>b</sup>	11.88 ± 0.46 <sup>b</sup>	12.11 ± 0.12 <sup>bc</sup>
4	Phospor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%)	Min. 0,10	0.09 ± 0.005 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.005 <sup>c</sup>	0.13 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.13 ± 0.005 <sup>c</sup>	0.14 ± 0.01 <sup>c</sup>
5	Kalium (K <sub>2</sub> O) (%)	Min. 0,20	0.20 ± 0.005 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.23 ± 0.005 <sup>b</sup>	0.23 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.005 <sup>b</sup>	0.23 ± 0.005 <sup>b</sup>

**Keterangan:** Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata pada uji Duncan.

- e<sub>0</sub> = perlakuan kontrol tanpa menggunakan EM-4
- e<sub>1</sub> = perlakuan taraf dosis EM-4 4 ml/kg bahan
- e<sub>2</sub> = perlakuan taraf dosis EM-4 8 ml/kg bahan
- e<sub>3</sub> = perlakuan taraf dosis EM-4 12 ml/kg bahan
- e<sub>4</sub> = perlakuan taraf dosis EM-4 16 ml/kg bahan
- e<sub>5</sub> = perlakuan taraf dosis EM-4 20 ml/kg bahan

Dari Tabel 2, menunjukkan bahwa secara keseluruhan kualitas kompos yang dihasilkan dari penelitian ini telah memenuhi sebagian dari standar kualitas kompos yang telah ditetapkan SNI tahun 2004.

## 2. Validasi Buku Suplemen

Hasil uji validasi buku suplemen dari pakar Dosen dan Guru ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Validasi Buku Suplemen oleh Pakar Dosen

	Pakar			Rerata	Interpretasi
	Validator 1	Validator 2	Validator 3		
Nilai	62.50	68.75	75.00	68.75 ± 6.21	Layak

Dari Tabel 3, nilai tertinggi diperoleh dari validator 3 sebesar 75.00 dan terendah diperoleh dari validator 1 sebesar 62.50. Berdasarkan kriteria penilaian kelayakan buku, dapat dikatakan bahwa buku yang telah disusun termasuk dalam kriteria layak untuk dijadikan buku suplemen.

Tabel 4. Hasil Uji Validasi Buku Suplemen oleh Pakar Guru

	Pakar			Rerata	Interpretasi
	Validator 1	Validator 2	Validator 3		
Nilai	77.08	68.75	70.83	72.22 ± 3.73	Layak

Dari Tabel 4, nilai tertinggi diperoleh dari validator 1 sebesar 77.08 dan terendah diperoleh dari validator 2 sebesar 68.75. Berdasarkan kriteria penilaian kelayakan buku, dapat dikatakan bahwa buku yang telah disusun termasuk dalam kriteria layak untuk dijadikan buku suplemen.

Hasil analisis pengaruh pemberian bioaktivator EM-4 terhadap kecepatan pembuatan kompos menggunakan uji Anova, yang menunjukkan bahwa pemberian bioaktivator EM-4 memberikan pengaruh berbeda terhadap kecepatan waktu pembuatan kompos, dimana rata-rata waktu tercepat terdapat pada perlakuan taraf dosis EM-4 12 ml/kg bahan yaitu 32 hari dan terlama selama 47 hari yaitu pada perlakuan EM-4 0 ml/kg bahan (kontrol). Kecepatan dekomposisi bahan organik sangat ditentukan oleh tiga faktor utama: kelimpahan organisme lingkungan fisik dan kualitas bahan organik. Tapi, dalam penelitian yang dilakukan, lingkungan fisik seperti kelembaban, temperatur, dan pH serta kualitas bahan yang akan dikomposkan diatur dalam kondisi yang sama, artinya hanya kelimpahan organisme dalam proses dekomposisi yang berbeda. Penambahan EM-4 selama pengomposan dapat meningkatkan kelimpahan mikroorganisme dalam bahan dan selanjutnya tentu saja akan mempercepat proses pengomposan.

Dari hasil analisis juga diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan dosis EM-4 12 ml, 16 ml, dan 20 ml dalam hal waktu pembuatan

kompos. Hal ini dikarenakan kecepatan pengomposan tidak hanya ditentukan oleh kelimpahan mikroorganisme tapi juga ditentukan oleh jumlah bahan yang dikomposkan, jika proporsi jumlah substrat/bahan seimbang dengan jumlah mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan maka pengomposan akan berlangsung cepat. Artinya, perlakuan dosis EM-4 12 ml/kg bahan merupakan proporsi yang paling ideal untuk meningkatkan kecepatan pembuatan kompos.

Kualitas hasil kompos dievaluasi berdasarkan kandungan haranya. Hasil analisis kandungan hara menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kandungan C-organik pada masing-masing perlakuan EM-4 dan kontrol. Dari semua perlakuan, jumlah kandungan C-organik berada dibawah kondisi minimum standart kualitas kompos yaitu 9,8 %. Hal ini dikarenakan selama proses dekomposisi terjadi penurunan kandungan C-organik pada masing-masing perlakuan akibat adanya penggunaan karbon sebagai sumber energi agen dekomposer untuk aktivitas metabolismenya, sedangkan bahan tambahan dengan kadar karbon tinggi seperti bekatul/dedak dalam proporsi kurang.

Pada hasil uji kandungan N-organik kompos terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol (tanpa menggunakan EM-4) dengan tiap dosis perlakuan pemberian EM-4. Pemberian bioaktivator EM-4 memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kandungan N-organik kompos. Hal ini dikarenakan, selama pengomposan terjadi pengikatan beberapa jenis unsur hara di dalam tubuh jasad-jasad renik, terutama nitrogen (N), fosfor (F), dan kalium (K). Unsur-unsur tersebut akan terlepas kembali bila jasad-jasad renik tersebut mati. Kadar senyawa N yang larut (amoniak) akan meningkat, peningkatan ini tergantung pada perbandingan C/N bahan. Jika perbandingan C/N besar maka hanya sedikit amoniak dibebaskan. Jika perbandingan C/N-nya kecil, maka akan banyak ammonia yang dibebaskan oleh bakteri.

Unsur lain yang dianalisis dalam penelitian ini adalah P-organik dan K-organik dalam bentuk  $P_2O_5$  dan  $K_2O$ . Hasil analisis kandungan P-organik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan kontrol (tanpa menggunakan EM-4) dengan tiap dosis perlakuan pemberian EM-4. Hasil analisis kandungan K-organik juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan kontrol (tanpa menggunakan EM-4) dengan tiap dosis perlakuan pemberian EM-4.

Phosfor terdapat dalam asam-asam nukleat yang ditemukan melimpah dalam substansi sel mikroba. Selama proses dekomposisi, dalam kondisi karbon dan nitrogen

yang benar-benar tersedia, berbagai bakteri dan cendawan berkemampuan membongkar *lechitin* dan asam nukleat dan membebaskan fosfor sebagai fosfat. Sebanyak 66% dari fosfat *lechitin* di transform kedalam fosfat yang dapat larut. Sisa dari fosfor diasimilasi oleh bakteri untuk sintesa bahan sel<sup>[7]</sup>. Kandungan Kalium pada residu tanaman sekitar 0,288 % sampai 0,504 %, selama proses dekomposisi, melalui kegiatan-kegiatan mikro, kalium akan disimpan dalam tubuh mikroorganisme sebagai bahan sel. Semakin banyak mikroorganisme yang terlibat dalam proses perombakan maka akan semakin banyak kalium yang tersimpan dalam sel mikroorganisme, yang pada akhirnya akan meningkatkan kadar kalium pada tumpukan kompos.

Berdasarkan hasil validasi oleh pakar (dosen dan guru), buku suplemen yang dikembangkan sudah layak digunakan sebagai buku suplemen baik oleh guru dan pelajar khususnya siswa SMA maupun oleh masyarakat umum. Menulis buku nonteks pelajaran sebagai bahan pengayaan ilmu pengetahuan atau biasa disebut sebagai buku suplemen memerlukan ketrampilan khusus. Banyak rambu-rambu harus diperhatikan seperti isi (materi), cara penyajian, serta tata krama penulisan. Seorang penulis buku memerlukan kreativitas yang baik, menguasai ilmu dan materi yang akan ditulis, serta memiliki kemahiran dan pengalaman menulis buku<sup>[8]</sup>. Penulisan buku suplemen ini memang masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan kemampuan penulis sendiri yang masih kurang dalam hal menulis buku. Hasil penilaian dan masukan dari para validator tentu saja akan menjadi bahan perbaikan agar buku suplemen yang dibuat semakin menarik dari segi tampilan, isi, serta gaya bahasa yang digunakan.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa:

- 1) Terdapat pengaruh nyata pemberian bioaktivator EM-4 terhadap kecepatan pembuatan kompos sampah organik.
- 2) Terdapat pengaruh nyata pemberian bioaktivator EM-4 terhadap peningkatan kualitas hasil pembuatan kompos (peningkatan kandungan N, P, dan K organik).
- 3) Perlakuan taraf dosis EM-4 12 ml/kg bahan merupakan dosis yang tepat untuk mempercepat waktu pembuatan kompos sampah organik.
- 4) Buku suplemen hasil penelitian pengaruh pemberian biokativator *Effective Microorganism 4* (EM-4) terhadap kecepatan dan kualitas pembuatan kompos

dengan judul “Pembuatan Kompos Sampah Organik dengan Bioaktivator *Effective Microorganism 4*” dapat dijadikan bahan penunjang/pengayaan materi pelajaran bioteknologi di SMA.

Saran yang dapat diberikan setelah penelitian ini adalah pembuatan kompos sampah organik sebaiknya menggunakan dosis 12 ml/kg bahan dan kelembaban awal diatur 60-70% dengan cara menambahkan air.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hadisuwito, Sukanto. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Iswahyudi, Dian. 2010. *Teknik Pembuatan Kompos Kombinasi Kotoran Sapi dan Limbah Organik dengan Pemberian EM-4*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Murbandono, L. 2002. *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Paembonan, Taya. 1990. *Penerbitan dan Pengembangan Buku Pelajaran di Indonesia*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Riyanto, S., Dawim, M., dan Rahmawati, A. 2010. *Korelasi Antara Pengetahuan dan Sikap Masyarakat Terhadap Pemilahan Sampah Kering dan Basah di Desa Pendem Kecamatan Junrejo Kota Batu*. Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sastrosupadi, A. 1995. *Rancangan Percobaan Praktis untuk Bidang Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutedjo, M. M., A. G. Kartasaputra dan S. Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Widaryanti. 2004. *Pengaruh Mikroorganisms-4 (EM-4) Terhadap Waktu Pembuatan, Sifat Kimia dan Fisik Bokashi Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L*)*. Jember: Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

