

# **LAMPIRAN**

**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-aktivator to inoculate organik waste to accelerate the decomposition process. Various researches related the use of EM-4 in deciphering organik materials has a lot to do, but only a few are doing research on the use of EM-4 dose right in outlining household organik 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-organik, N-organik, 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-aktivator 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 organik matter into compost. If the organik material can be completely overhauled, the more nutrients are released in the compost pile include elements N, P, and K organik.

**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 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)

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

$e_2$  = pemberian EM-4 dengan dosis 8 ml/kg bahan

$e_3$  = pemberian EM-4 dengan dosis 12 ml/kg bahan

$e_4$  = pemberian EM-4 dengan dosis 16 ml/kg bahan

$e_5$  = 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:

1. 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.

2. 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.

3. Pemeliharaan selama pembuatan kompos

Suhu kompos selama pemeliharaan di pertahankan antara  $29 - 30^{\circ}\text{C}$ . 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:

1. Mempunyai nilai C/N – rasio (10 - 20) : 1
2. Suhu sesuai dengan suhu air tanah
3. Berwarna kehitaman dan tekstur seperti tanah
4. 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:

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

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

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.

- 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  |                           |
| e0 (0 ml)      | 45      | 48 | 48 | 47.00 ± 1.73 <sup>a</sup> |
| e1 (4 ml)      | 39      | 42 | 49 | 40.00 ± 1.73 <sup>c</sup> |
| e2 (8 ml)      | 36      | 36 | 36 | 36.00 ± 0.00 <sup>b</sup> |
| e3 (12 ml)     | 33      | 30 | 33 | 32.00 ± 1.73 <sup>a</sup> |
| e4 (16 ml)     | 33      | 33 | 33 | 33.00 ± 0.00 <sup>a</sup> |
| e5 (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>     |
| <b>1</b> | Karbon (%)                                   | 9,80 – 32 | 6.14 ±             | 6.38 ±             | 6.30 ±             | 6.46 ±            | 6.45 ±             | 6.74 ±             |
|          |  |           | 0.04 <sup>a</sup>  | 0.24 <sup>ab</sup> | 0.14 <sup>ab</sup> | 0.09 <sup>b</sup> | 0.09 <sup>b</sup>  | 0.11 <sup>c</sup>  |
| <b>2</b> | Nitrogen (%)                                 | Min. 0,40 | 0.48 ±             | 0.51 ±             | 0.55 ±             | 0.53 ±            | 0.54 ±             | 0.55 ±             |
|          |  |           | 0.01 <sup>a</sup>  | 0.02 <sup>b</sup>  | 0.01 <sup>c</sup>  | 0.01 <sup>c</sup> | 0.15 <sup>c</sup>  | 0.01 <sup>c</sup>  |
| <b>3</b> | C/N – rasio                                  | 10–20     | 12.71 ±            | 12.51±             | 11.45 ±            | 12.03 ±           | 11.88 ±            | 12.11 ±            |
|          |  |           | 0.05 <sup>d</sup>  | 0.04 <sup>cd</sup> | 0.07 <sup>a</sup>  | 0.48 <sup>b</sup> | 0.46 <sup>b</sup>  | 0.12 <sup>bc</sup> |
| <b>4</b> | Phospor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%) | Min. 0,10 | 0.09 ±             | 0.11 ±             | 0.13 ±             | 0.13 ±            | 0.13 ±             | 0.14 ±             |
|          |  |           | 0.005 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>b</sup>  | 0.005 <sup>c</sup> | 0.01 <sup>c</sup> | 0.005 <sup>c</sup> | 0.01 <sup>c</sup>  |
| <b>5</b> | Kalium (K <sub>2</sub> O) (%)                | Min. 0,20 | 0.20 ±             | 0.22 ±             | 0.23 ±             | 0.23 ±            | 0.22 ±             | 0.23 ±             |
|          |  |           | 0.005 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>b</sup>  | 0.005 <sup>b</sup> | 0.01 <sup>b</sup> | 0.005 <sup>b</sup> | 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 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 bakteria untuk sinthesa 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, Sukamto. 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.

**PENGARUH VOLUME PENAMBAHAN EFFECTIVE MICROORGANISM 4 (EM4) 1% DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KUALITAS PUPUK BOKASHI DARI KOTORAN KELINCI DAN LIMBAH NANGKA**

***THE EFFECT OF EFFECTIVE MICROORGANISM 4 (EM4) VOLUMES ADDITION 1% AND FERMENTATION TIME ON QUALITY OF BOKASHI FERTILIZER MADE FROM RABBIT FECES AND JACKFRUIT WASTE***

Daniel Kurniawan<sup>1</sup>, Sri Kumalaningsih<sup>2</sup>, dan Nimas Mayang Sabrina S.<sup>2</sup>

Alumni Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fak. Tek. Pertanian Universitas BrawijayaStaf Pengajar Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fak. Tek. Pertanian Universitas Brawijaya  
Email: [dniel.tip91@yahoo.com](mailto:dniel.tip91@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah menentukan kombinasi volume penambahan EM4 dan lama fermentasi yang tepat pada pembuatan pupuk Bokashi untuk mencapai kualitas kimia (C/N rasio,kadar air, N, P,dan K) terbaik sesuai SNI dan menentukan harga pokok produksi (HPP) pupuk Bokashi pada perlakuan terbaik. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan K4T1 yaitu pupuk Bokashi dengan penambahan volume EM4 40% yang difermentasi selama 7 hari. Bokashi tersebut memiliki kandungan kimia dengan nilai nisbah C/N 18,60, kandungan N sebesar 2,73 %, P sebesar 0,74 %, K sebesar 2,17%, dan kadar air sebesar 43,08%, di mana semua parameter tersebut telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004. Harga pokok produksi dari pupuk Bokashi pada perlakuan terbaik tersebut adalah Rp.5.382 per 5 kg.

Kata Kunci: Fosfor, Kadar Air, Kalium, Nisbah C/N, Nitrogen.

**ABSTRACT**

*The objective of this research was find the right combination of addition of EM4 volumes and long fermentation on making Bokashi to produce the best quality of chemical content Bokashi (C/N ratio, water content, N, P, and K) based on SNI and also determine the main cost of production (HPP) on the best treatment of Bokashi. The best treatment found in the K4T1, that is Bokashi fertilizer with the addition of EM4 volume 40% that fermented for 7 days. The characteristics of Bokashi were C/N ratio 18,60, Nitrogen content 2,73 %, Fosfor content 0,74 %, Potassium content 2,17 %, and moisture content 43 %,and all of those parameters were appropriate with SNI 19-7030-2004. The main cost of Bokashi production on the best treatment was Rp.5.382/5kg.*

*Key Word:* C/N Ratio, Moisture Content, Nitrogen, Fosfor, Potassium

## PENDAHULUAN

Pupuk adalah suatu bahan yang digunakan untuk mengubah sifat fisik, kimia atau biologi tanah sehingga menjadi lebih baik bagi pertumbuhan tanaman. Jenis pupuk sendiri jika dilihat dari senyawa penyusunnya dibagi menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman. Pupuk organik yang baik adalah pupuk yang mengutamakan kandungan C-organik sehingga dapat menghasilkan nilai C/N rasio yang rendah. Untuk pencapaian C/N rasio serta kandungan Nitrogen (N), Fosfor dan Kalium (K) yang sesuai standar dapat dilakukan dengan membuat pupuk organik melalui proses dekomposisi dengan bantuan energi yang berasal dari fermentasi mikroba yang disebut Effective Microorganism (EM-4).

Pupuk organik dengan memanfaatkan EM4 sering disebut dengan pupuk Bokashi. Komposisi bahan-bahan organik pembuatan Bokashi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran kelinci dan limbah industri keripik nangka berupa kulit dan jerami buah nangka. Digunakan kedua bahan tersebut dikarenakan kedua bahan berpotensi baik dalam segi kualitas maupun kuantitas. Dari uraian singkat di atas permasalah yang muncul dalam pembuatan pupuk Bokashi yang berkualitas adalah belum banyak diketahui berapa volume penambahan EM4 dan waktu fermentasi yang tepat untuk pembuatan pupuk Bokashi ini sehingga dapat menghasilkan pupuk

organik yang memenuhi standar yaitu memiliki C/N rasio, N, P, K, dan kadar air sesuai SNI 19-7030-2004. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah menentukan kombinasi volume penambahan EM4 dan lama fermentasi yang tepat pada pembuatan pupuk Bokashi untuk mencapai kualitas kimia (C/N rasio, kadar air, N, P, dan K) terbaik sesuai SNI dan menentukan harga pokok produksi (HPP) pupuk Bokashi pada perlakuan terbaik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor, faktor I yaitu volume penambahan EM 4 (25% v/b, 30% v/b, 35% v/b, 45% v/b) dan faktor yaitu waktu fermentasi (7 hari dan 14 hari)

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran padat padat kelinci dari peternakan kelinci di Desa Tawang Argo Karang Ploso, kulit dan jerami nangka dari limbah pabrik pembuatan keripik nangka Bu Noer, aktivator EM4. Bahan kimia yang digunakan adalah tablet kjeldahl,  $H_2S0_4$ , NaOH, HCl, NaOH,  $Na_2S_2O_3$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_3PO_4$  85%, DPA,  $FeSO_4$ ,  $HNO_3$ , dan  $HClO_4$ .

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain mesin penggiling kompos untuk pengecilan ukuran dan kotak kayu (ukuran 40 cm x 30 cm x 10 cm) sebagai tempat fermentasi Bokashi. Sedangkan untuk analisa adalah termometer air raksa  $150^{\circ}C$ , pH meter merk Hanna Type HI196107 tahun 2009, oven merk Modenna Type 20661 tahun 2000, buret merk Pyrex

Iwaki volume 25 ml, pendingin balik terdiri dari kondensor dan pemanas yaitu Wire Tube Condenser dan pemanas yaitu kompor listrik merk Maspion 600 W, destilator merk Water Destilasi type GFL 2001, labu Kjeldahl merk Pyrex Iwaki 100 ml.

## Bahan dan Metode

### 1 Alur Penelitian dan Pembuatan Pupuk Bokashi

Didalam penelitian ini digunakan prosedur penelitian dan cara pembuatan pupuk Bokashi sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

### 2 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor, yaitu penambahan konsentrasi aktivator EM4 (*Effective*

*Microorganism 4)* dan lama fermentasi dengan masing-masing faktor terdiri dari 4 dan 2 level dengan 3 kali ulangan.

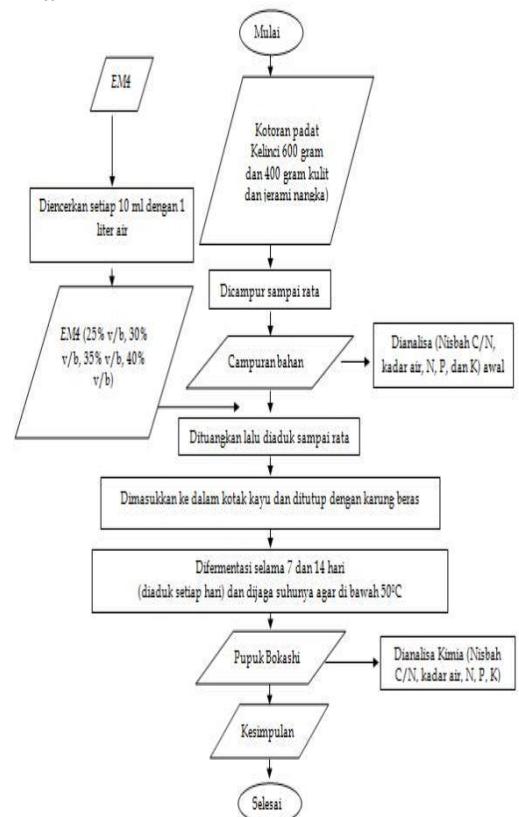
Faktor I Volume Penambahan EM4 (*Effective Microorganism 4*) 1% yang telah diencerkan:

- K 1 = 25 % v/b (dari bahan baku 1kg)
- K 2 = 30 % v/b (dari bahan baku 1kg)
- K 3 = 35 % v/b (dari bahan baku 1kg)
- K 4 = 40 % v/b (dari bahan baku 1kg)

Faktor II Waktu Fermentasi :

T 1 = 7 hari

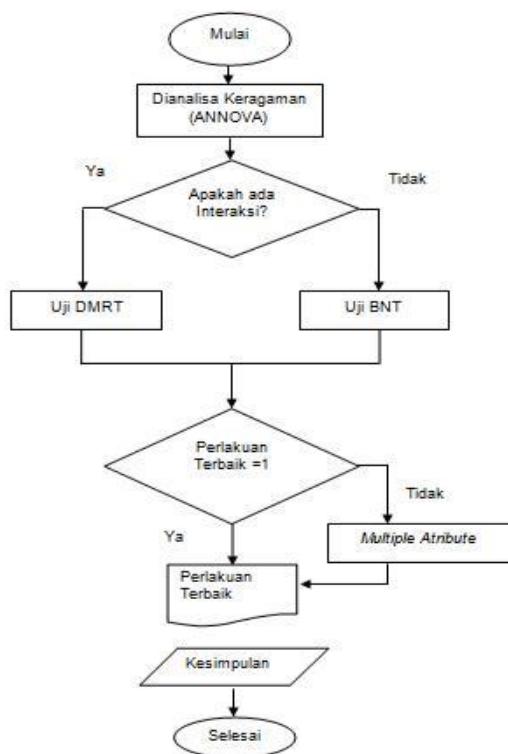
T 2 = 14 hari



**Gambar 2.** Diagram Alir Proses Pembuatan Bokashi (Modifikasi Aris,2010)

### 3 Analisa Data

Dalam penelitian ini digunakan prosedur analisa data sebagai berikut :



**Gambar 3** Diagram Alir Analisa Data Pemilihan Perlakuan Terbaik

## HASIL DAN PEMBAHASAN Karakteristik Bahan Baku

Analisa bahan baku dilakukan pada kotoran kelinci, kulit & jerami nangka, dan campuran bahan. Hasil analisa pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel. 1.

Tabel 1. Kandungan N, P, K, C/n, Total

## Gula dan pH Bahan Baku

| Bahan            | Parameter (%) |           |         |            |         |
|------------------|---------------|-----------|---------|------------|---------|
|                  | Organik       | Kadar air | Total N | Nisbah C/N | pH Gula |
| Kotoran kelinci  | 61,00         | 1,56      | 20      | 6,22       | -       |
| Kulit dan jerami | 70,06         | 1,42      | 25      | 6,65       | 10,63   |
| Nangka           |               |           |         |            |         |
| EM4              | -             | -         | -       | 3,60       | -       |

Dari tabel 1 di atas dapat dilihat kotoran kelinci memiliki kadar air sebesar 61%, Nisbah C/N sebesar 20, dan pH sebesar 6,22. Kulit dan jerami nangka mengandung kadar air sebesar 70,06%, Nisbah C/N sebesar 25, dan ph sebesar 6,65. Jika dilihat dari kadar air dari kedua bahan tersebut yaitu 61

3. dan 70,06% maka nilai tersebut dinilai masih cukup tinggi untuk dijadikan bahan baku pembuatan pupuk bokashi. Hal tersebut didukung

oleh pernyataan Nia (2000), pembuatan kompos akan berlangsung secara baik pada suatu keadaan jika kadar air berkisar 40-60%. Untuk mengatasi kadar air yang tinggi tersebut maka kedua bahan tersebut dikeringanginkan

selama 1 hari agar kadar air dapat berkurang. Dari hasil analisa di atas dapat dilihat bahwa kadar total gula sebesar 10,63%, nilai tersebut cukup baik untuk sumber energi bagi mikroorganisme. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Aris (2010), pada saat proses fermentasi pupuk, mikroba membutuhkan gula sebagai sumber makanan. Untuk data analisa bahan campuran setelah mengalami proses pengeringan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis bahan campuran setelah dikeringkan

| Parameter     | Nilai |
|---------------|-------|
| Kadar air (%) | 58    |
| Total N (%)   | 1,48  |
| Total P (%)   | 0,29  |
| Total K (%)   | 1,02  |
| Nisbah C/N    | 22    |
| pH            | 5,55  |

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa kadar air campuran bahan setelah dikeringangkan memiliki kadar air 58%. Nilai tersebut cukup baik sesuai dengan pernyataan Nia (2000), bahwa pembuatan kompos akan berlangsung dengan baik pada satu keadaan campuran bahan baku kompos yang memiliki kadar air antara 40-60 %.

Pada analisa bahan baku didapatkan hasil Nisbah C/N bahan campuran sebesar 22, nisbah tersebut merupakan nisbah yang ideal untuk bahan baku kompos. Hal tersebut didukung oleh pernyataan

Miljoministreit (2008) yang menyatakan bahwa nisbah yang terlalu tinggi ( $> 25$ ) pada bahan baku pupuk akan menghambat proses pematangan, hal ini disebabkan karena mikroba harus mengoksidasi kelebihan karbon sampai nisbah yang cocok untuk metabolismenya terjadi

Pada analisa bahan baku didapatkan kadar N bahan campuran sebesar 1,48%, nilai tersebut cukup baik menurut Apriwulandari (2008), agar bahan pupuk mengalami mineralisasi yang baik, kandungan N suatu bahan harus melebihi dari nilai kritis yaitu 1,2%. Apabila nisbah C/N terlalu tinggi, maka mikroba akan kekurangan N untuk mensintesis protein sehingga

proses pendekomposisian akan berjalan dengan lambat.

Pada analisa bahan baku didapatkan kadar P sebesar 0,29 dan K sebesar 1,02, nilai tersebut cukup baik menurut Etika (2007), pada umumnya titik kritis kadar P dan K di bawah kadar N yaitu minimal 0,1%. Fungsi penting P di dalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, sedangkan fungsi penting K dalam pertumbuhan tanaman adalah berpengaruh pada efisiensi penggunaan air.

Dari hasil pengujian ditemukan analisa pH campuran bahan sebesar 5,55, nilai tersebut cukup baik menurut Nia (2000), mikroba kompos akan bekerja pada keadaan pH netral

sampai sedikit asam, dengan kisaran pH antara 5,5 sampai 8.

### **Analisa Kimia Pupuk Bokashi Nitrogen (N)**

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data nilai rerata nitrogen berkisar antara 1,82-2,73. Berdasarkan hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa volume penambahan EM4 berpengaruh nyata ( $\alpha=0,05$ ) terhadap prosentase kandungan N, sedangkan lama fermentasi juga berpengaruh

nyata pada ( $\alpha=0,05$ ) terhadap prosentase kandungan N. Namun interaksi antara kedua faktor tersebut menunjukkan tidak beda nyata, sehingga pembahasan dilakukan untuk setiap faktor. Rerata persentase kandungan N pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rerata kadar N pada berbagai volume penambahan EM4

| Penambahan EM4 (% Total N (%) v/b) |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| 25                                 | 2,02 <sup>a</sup> |
| 30                                 | 2,14 <sup>a</sup> |
| 35                                 | 2,34 <sup>a</sup> |
| 40                                 | 2,46 <sup>b</sup> |

Tabel 4. Rerata kadar N pada berbagai lama fermentasi

| Lama Fermentasi (hari) | Total N (%)       |
|------------------------|-------------------|
| 7                      | 2,47 <sup>b</sup> |

14

2,01<sup>a</sup>

Meningkatnya nilai Nitrogen ini diduga disebabkan oleh semakin

banyak volume EM4 yang ditambahkan maka jumlah mikroba sebagai agen pendekomposisi bahan organik akan semakin banyak pula, sehingga nilai total N anorganik dalam senyawa NH4+ dan NO3- sebagai hasil dari pendekomposisian bahan organik (protein) akan semakin meningkat pula. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan Buckman (1982), bahan organik sumber nitrogen yaitu protein yang pertama-tama akan mengalami peruraian oleh mikroorganisme menjadi asam-asam amino yang dikenal dengan proses aminisasi.

Dapat dilihat pada tabel tersebut semakin lama fermentasi maka rerata kadar N akan semakin menurun. Hal tersebut diduga disebabkan karena semakin lama fermentasi maka pupuk kehilangan unsur N dalam bentuk mineral NH3- yang menguap ke udara. Sesuai yang dikemukakan oleh Siburian (2006), penurunan nilai N

disebabkan karena pengaruh metabolisme sel yang mengakibatkan nitrogen terasimilasi dan hilang melalui volatilisasi (hilang di udara bebas) sebagai amoniak

### **Nisbah Karbon/ Nitrogen (C/N)**

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data nilai rerata nisbah C/N antara 18,10-18,60. Berdasarkan hasil

analisa keragaman menunjukkan bahwa volume penambahan EM-4 berpengaruh nyata pada ( $\alpha=0,05$ ) terhadap nisbah C/N, dan lama fermentasi juga berpengaruh nyata pada ( $\alpha=0,05$ ) terhadap nisbah C/N. Namun interaksi antara kedua faktor tersebut menunjukkan tidak beda nyata, sehingga pembahasan dilakukan untuk setiap faktor. Rerata nisbah C/N pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6

Tabel 5. Rerata Nisbah C/n pada berbagai Volume Penambahan EM4

| Penambahan EM4 (% v/b) | Nisbah C/N          |
|------------------------|---------------------|
| 25                     | 18,18 <sup>a</sup>  |
| 30                     | 18,31 <sup>ab</sup> |
| 35                     | 18,36 <sup>ab</sup> |
| 40                     | 18,48 <sup>b</sup>  |

Dapat dilihat pada tabel tersebut semakin tinggi volume penambahan maka rerata nisbah C/N akan semakin meningkat pula. Hal ini diduga karena semakin meningkatnya penambahan volume EM4 maka jumlah mikroorganisme di dalam pupuk akan semakin meningkat pula, namun hal ini tidak diimbangi dengan meningkatnya kapasitas dari bahan pupuk tersebut yang menyebabkan akan semakin sedikitnya ketersediaan makanan bagi mikroorganisme untuk bermetabolisme, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Apriwulandari (2008), mikroorganisme memecah senyawa C sebagai sumber energi. Hal tersebut menyebabkan terjadi kompetisi antar mikroba yang pada akhirnya akan menyebabkan

matinya mikroorganisme tersebut. Sebagai indikator bahwa mikroba tersebut mati adalah tidak terjadinya proses fermentasi yang baik ditandai dengan masih tingginya kandungan C-Organik dan menurunnya suhu pada pupuk. Dapat dilihat pada Lampiran tersebut dengan semakin meningkatnya volume penambahan EM4 maka suhu akan semakin rendah pada hari yang sama. Dengan matinya mikroba tersebut maka C-organik yang tersisa masih tinggi yang otomatis mempengaruhi meningkatnya nisbah C/N

Tabel 6. Rerata Nisbah C/N pada berbagai lama fermentasi

| Lama (hari) | Fermentasi | Nisbah C/N         |
|-------------|------------|--------------------|
| 7           |            | 18,44 <sup>b</sup> |
| 14          |            | 18,23 <sup>a</sup> |

Dapat dilihat pada tabel tersebut semakin lama fermentasi maka rerata nisbah C/N akan semakin menurun. Hal tersebut diduga terjadi karena selama proses berlangsung, lama kelamaan akan terjadi kehilangan karbon akibat menguapnya CO<sub>2</sub> sebagai hasil perombakan bahan-bahan organik yang terdapat pada bahan pupuk. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Jurgens (1997), secara umum konsentrasi total C-organik turun secara bertahap selama proses pengomposan, hal ini disebabkan oleh lepasnya karbondioksida melalui respirasi mikroorganisme.

#### Fosfor (P)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data nilai rerata kandungan Fosfor antara 0,47-0,74. Rerata nisbah C/N pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Rerata kadar P pada berbagai volume penambahan EM4

| Penambahan EM4 (%) | Total P (%)       |
|--------------------|-------------------|
| (v/b)              |                   |
| 25                 | 0,52 <sup>a</sup> |
| 30                 | 0,55 <sup>a</sup> |
| 35                 | 0,62 <sup>b</sup> |
| 40                 | 0,69 <sup>c</sup> |

Meningkatnya nilai P ini diduga disebabkan oleh semakin banyak volume EM4 yang ditambahkan maka

Jumlah mikroba sebagai agen pendekomposisi bahan organik akan semakin banyak pula sehingga mineral fosfat yang dihasilkan dari proses metabolisme mikroorganisme akan semakin banyak. Hal ini sesuai yang

dikemukakan Amanillah (2011), peningkatan bahwa kadar Fosfor ini diduga merupakan dampak dari aktivitas *Lactobacillus* yang mengubah glukosa pada limbah nangka menjadi asam laktat, sehingga lingkungan menjadi asam yang menyebabkan fosfat yang terikat dalam rantai panjang akan larut dalam asam organik yang

dihasilkan oleh mikroorganisme tersebut.

Tabel 8. Rerata kadar P pada berbagai lama fermentasi

| Lama Fermentasi (hari) | Total P (%)       |
|------------------------|-------------------|
| 7                      | 0,46 <sup>b</sup> |
| 14                     | 0,55 <sup>a</sup> |

Dapat dilihat pada tabel tersebut semakin lama fermentasi maka rerata kandungan Fosfor akan semakin menurun. Hal tersebut diduga

dikarenakan dengan semakin lama waktu fermentasi maka pupuk akan kehilangan sebagian unsur haranya (Fosfor) sebagai akibat dari perlakuan selama proses fermentasi (pembalikan). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Buckman (1982), secara garis besar pupuk akan kehilangan unsur haranya (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) selama proses perlakuan dan penyimpanan sekitar 15-25%.

## Kalium (K)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data nilai rerata Kalium berkisar antara 1,33-2,17. Persentase kandungan Kalium pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

9. Rerata kadar Kalium pada berbagai volume EM4

| Penambahan EM4 (%) | Total K (%)       |
|--------------------|-------------------|
| (v/b)              |                   |
| 25                 | 1,52 <sup>a</sup> |
| 30                 | 1,61 <sup>a</sup> |

|    |                    |
|----|--------------------|
| 35 | 1,81 <sup>ab</sup> |
| 40 | 1,93 <sup>b</sup>  |

Dapat dilihat pada tabel semakin tinggi volume penambahan maka rerata kadar Kalium akan semakin meningkat pula. Hal ini diduga karena dengan semakin banyaknya volume penambahan EM4 maka semakin banyak pula mikroorganisme dalam proses pendekrasi yang menyebabkan rantai karbon terputus menjadi rantai karbon yang lebih sederhana, terputusnya rantai karbon tersebut menyebabkan unsur fosfor dan kalium meningkat. Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Amanillah (2011) yang menyatakan bahwa kalium yang merupakan senyawa yang dihasilkan juga olah metabolisme bakteri, di mana bakteri menggunakan ion-ion K<sup>+</sup> bebas yang ada pada bahan pembuat pupuk untuk keperluan metabolisme. Sehingga pada hasil fermentasi, kalium akan meningkat seiring dengan

semakin berkembangnya jumlah bakteri yang ada dalam bahan penyusun pupuk Bokashi.

pupuk akan kehilangan sebagian unsur haranya (Kalium) sebagai akibat dari perlakuan

selama proses fermentasi (pembalikan). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Buckman (1982), secara garis besar pupuk akan kehilangan unsur haranya (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) selama proses perlakuan dan penyimpanan sekitar 20-25%.

### Kadar air

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data nilai rerata Kadar air berkisar antara 28,62-43,08. Persentase kadar air pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Rerata kadar air pada berbagai volume EM4

| Penambahan EM4 (%) | Kadar air (%)       |
|--------------------|---------------------|
| v/b)               | (%)                 |
| 25                 | 30,72 <sup>a</sup>  |
| 30                 | 32,86 <sup>a</sup>  |
| 35                 | 37,34 <sup>ab</sup> |
| 40                 | 39,85 <sup>b</sup>  |

Tabel 10. Rerata kadar Kalium pada berbagai lama fermentasi

| Lama Fermentasi (hari) | Total K (%)       |
|------------------------|-------------------|
| 7                      | 1,92 <sup>b</sup> |
| 14                     | 1,51 <sup>a</sup> |

Dari data tersebut terlihat jelas bahwa semakin lama proses fermentasi maka nilai Kalium yang dihasilkan semakin menurun. Hal tersebut diduga dikarenakan dengan semakin lama waktu fermentasi maka

Dapat dilihat pada tabel 11, semakin tinggi volume penambahan maka rerata kadar air akan semakin meningkat pula. Hal ini diduga karena semakin meningkatnya penambahan

Volume EM4 maka jumlah mikroorganisme di dalam pupuk akan semakin meningkat pula, namun hal ini tidak diimbangi dengan meningkatnya kapasitas dari bahan pupuk tersebut yang menyebabkan akan semakin sedikitnya ketersediaan

makanan bagi mikroorganisme untuk bermetabolisme. Hal tersebut menyebabkan terjadi kompetisi antar mikroba yang pada akhirnya akan menyebabkan matinya sebagian mikroorganisme tersebut. Sebagai indikator bahwa sebagian mikroba tersebut mati adalah tidak terjadinya proses fermentasi yang baik ditandai dengan menurunnya suhu pada pupuk, dengan menurunnya suhu tersebut maka uap air yang menguap ke udara bebas akan semakin sedikit sehingga otomatis kadar air dalam pupuk akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya volume penambahan EM4.

Tabel 12. Rerata kadar air pada berbagai lama fermentasi

| Lama Fermentasi (hari) | Kadar air (%)      |
|------------------------|--------------------|
| 7                      | 37,90 <sup>b</sup> |
| 14                     | 32,48 <sup>a</sup> |

Dari data tersebut terlihat jelas bahwa semakin lama proses fermentasi maka persentase kadar air yang dihasilkan semakin menurun, hal ini diduga disebabkan oleh penguapan uap air karena akibat dari aktivitas sebagian mikroorganisme yang masih berlangsung.

### Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik pada penelitian ini diperoleh dengan menggunakan metode multiple attributes (Zeleny, 1982). Dilakukan metode multiple attributes ini dikarenakan pada masing-masing parameter (yang salah satu faktornya berbeda nyata) terdapat perlakuan terbaik yang berbeda-beda. Perlakuan terbaik didasarkan atas 5 parameter antara

lain, kadar air, kadar P, kadar K, kadar N, dan nisbah C/N. Berdasarkan hasil pengujian perlakuan terbaik terhadap berbagai parameter tersebut diperoleh jarak kerapatan yang paling rendah pada perlakuan dengan kombinasi penambahan EM4 40% yang difermentasi selama 1 minggu (K4T1).

Kandungan kimia pupuk Bokashi yang dihasilkan dalam penelitian ini dinilai cukup baik jika dibandingkan dengan pupuk yang beredar di pasaran. Sebagai contoh pupuk organik yang beredar dipasaran adalah pupuk organik merk NASA yang memiliki kandungan N sebesar 0.12%, P sebesar 0.03%, dan K sebesar 0.31%, dimana kandungan kimia pupuk tersebut masih jauh di bawah pupuk yang dihasilkan dalam penelitian ini.

### Analisa Harga Pokok Produksi (HPP) Pupuk Bokashi

Menentukan harga pokok produksi didasarkan pada kapasitas bahan baku yang akan diproduksi selama satu bulan yaitu dengan total 70.033 kg. Dengan asumsi rendemen dari pupuk Bokashi sebesar 75% (Sa'id dan Hamdani, 2003), maka dihasilkan pupuk bokashi siap kemas sebanyak 52.525 kg per bulan. Perhitungan rincian Modal Tetap (yang diperoleh sebesar Rp.611.257.500. Perhitungan penyusutan alat dan trasportasi sebesar Rp.2.307.500/bulan. Perhitungan rincian biaya tetap dan tidak tetap selama 1 bulan diperoleh rincian biaya tetap sebesar Rp.10.845.042 dan rincian biaya tidak tetap selama 1 bulan sebesar Rp.45.707.733. Untuk selanjutnya dapat dihitung dan diketahui harga pokok produksi (HPP) pembuatan

pupuk Bokashi adalah sebesar Rp.5.382 per 5kg. Harga pokok produksi ini diperoleh dari total biaya produksi selama 1 bulan yaitu sebesar Rp. 56.600.775 dibagi dengan jumlah produksi 1 bulan sebanyak 10.516 kemasan 5 kg. Harga jual pupuk produksi kemasan 5 kg pada tingkat produsen sebesar Rp. 6.458 dengan asumsi pengambilan keuntungan (mark up) sebesar 20% dari harga pokok produksi. Harga ini dinilai masih bisa bersaing dengan pupuk yang beredar dipasaran, karena harga pupuk organik dipasaran menurut Maraianah (2010) yang telah melakukan survey di beberapa tempat, yaitu rata-rata seharga Rp1.500/kg atau R. 7.500/5kg. Selain itu kelebihan dari produk pupuk Bokashi ini yaitu mengandung senyawa Kalium (K) yang cukup baik yaitu 1,23 %, sehingga pupuk ini sangat cocok dipergunakan untuk tanaman hortikultura terutama pada saat tanaman tersebut mulai berbuah.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kombinasi perlakuan volume penambahan EM4 dan waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap karakteristik kimia (C/N rasio, N, P, K, dan kadar air,) pupuk Bokashi kotoran kelinci yang dihasilkan. Penambahan Volume EM4 berpengaruh nyata ( $\alpha=0,05$ ) terhadap semua parameter. Lama fermentasi juga berpengaruh nyata ( $\alpha=0,05$ ) terhadap semua parameter yaitu rasio C/N, kadar air, kadar N kadar P, dan kadar K, sedangkan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) pada semua parameter.

Perlakuan terbaik pada pembuatan pupuk bokashi diperoleh pada perlakuan K4T1 yaitu pupuk Bokashi dengan volume penambahan EM4 sebanyak 40% (v/b) dan di fermentasi selama 7 hari, dengan nilai masing-masing parameter yaitu kadar air sebesar 43,08 %, kadar P sebesar 0,74 %, kadar K sebesar 2,17 %, kadar N sebesar 2,73% dan nisbah C/N sebesar 18,60. Dengan data tersebut maka pupuk yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu kadar air tidak melebihi 50%, kadar P > 0,10%, kadar K >0,20%, kadar N >0,40% dan rasio C/N 10-20.

Harga pokok produksi (HPP) pembuatan pupuk bokashi adalah sebesar Rp.5.382 per 5kg. Harga pokok produksi ini dinilai dapat bersaing dengan harga pupuk Bokashi yang beredar di pasaran yaitu kisaran Rp.7.500 per 5kg.

## DAFTAR PUSTAKA

Amanillah, Zi. 2011.

**Pengaruh Konsentrasi Em 4 pada Fermentasi Urin Sapi Terhadap Konsentrasi N,P, dan K. Skripsi.**

Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. Malang

Ardiansyah . 2004. **Tinjauan Proses Pengomposan dan Pemanfaatannya.** BPPT. Tangerang

Aris. 2010. **Studi Pembuatan Bokashi Berbasis Kotoran Kelinci dan Bekatul (Kajian Penambahan Ampas Tahu dan Aktivator EM4 (Effective Mikroorganism 4)).**

- Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Buckman, H. 1982. *The Nature and Properties of Soil.* Mcmillan Company. New York.
- BPS. 2010. **Produksi Buah-Buahan di Indonesia.** Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BSN. 2004. **Spesifikasi Kompos dari Bahan Sampah Organik Domestik.** Badan Satandarisasi Nasional. Jakarta
- Faiz M. 2009. **Ternak Uang Bersama Kelinci. Menjadi Jutawan Sambil Menyalurkan Hobi.** Nuansa Cendekia. Bandung
- Indriani,Y.H. 1999. **Membuat Kompos Secara Singkat.** Penebar Swadaya. Jakarta
- Jurgens, R. 1997. **Membuat, Menjual, dan Menerapkan, Inilah Era Baru Kompos Pertanian.** J.Biocycle. 38(35): 89-101
- Miljoministreit. 2008. *Occurance and Survival of Viruses in Composted Human Feaces.* [Http://www.mst.dk/udgiv/publications/2003/87...8/.../87-7972716-6.pdf](http://www.mst.dk/udgiv/publications/2003/87...8/.../87-7972716-6.pdf). Tanggal akses 15 Juni 2012.
- Nia. 2010. **Pengelolaan Sampah dengan Membuatnya Menjadi Kompos.** Karangnyar. Solo
- Sa'id dan Hamdani. 2003. **Analisis Kelayakan Pendirian Industri Kompos Tandan Kelapa Sawit untuk Mensubtitusi Penggunaan Pupuk Anorganik.** <Http://www.mb.ipb.ac.id>. Diakses tanggal 10 Agustus 2012.
- Seno, S. 2006. **Beternak Kelinci.** CV. Aneka ilmu. Demak
- Siburian. 2006. **Pengaruh Waktu Inkubasi EM4 Terhadap Kualitas Kimia Pupuk.** Skripsi. Jurusan Kimia Universitas Cendana. Kupang
- Spreadbury, D. 1984. *The Potensial For Meat Production From Rabbits. Farrel, D.K dan Y.C. RAharjo.* Puslitbangnas. Bogor
- Zeleny, M. 1982. *Multiple Criteria Decision Making.* McGraw Hill New York.

**PENGARUH APLIKASI DOSIS EM4 (*Effective Microorganism 4*) TERHADAP  
RASIO C/N DAN TEKSTUR KOMPOS DARI KOTORAN KAMBING  
SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI SMP**

**Eko Suryanto**

Guru SMP Negeri 3 Sekampung Kabupaten Lampung Timur

E-mail: suryanto@gmail.com

**Abstract**

*The purpose of this study are: (1) Knowing and analyzing the effect of EM4 dose on C / N compost ratio of goat dung composting. (2) To know and to analyze the effect of EM4 dose on C / N compost ratio of goat dung composting. (3) To know the dose of EM4 that can give the best effect to the C / N compost ratio of goat droppings. (4) To know the dose of EM4 which can give the best influence to the compost texture of goat manure To find out how to arrange the results of this research as the design of biology learning source in Junior High School in the form of LKPD. In this study using research "True-Experimental Research" or experimental. The research was conducted in Margototo Village on December 21, 2015, C / N ratio and texture test was conducted at Polinela Analysis Laboratory of Bandar Lampung. The design used was Completely Randomized Design (RAL) consisting of 4 treatments (P0, P1, P2, P3) and each treatment was repeated 4 times (U1, U2, U3, U4), so that there were 16 experimental units. Data analysis techniques used were normality test, homogeneity test, hypothesis test and HSD tukey test and further test with BNJ test. Based on the results of data analysis and discussion it can be concluded as follows: (1) There is influence of EM4 dose variation on the decrease of C / N ratio of compost result of goat dung composting. There is no effect of EM4 dose on texture on compost from goat dung composting. At a dose of 10 cc can give the best effect to the change of C / N ratio. (4) No best EM4 dose of compost texture was found. (5) The results of this study can be used as biological learning resources on biotechnology materials in the form of LKPD.*

**Keywords:** Dose Em4 Application, C/N Ratio, Goat Drop Compost Texture

Dimasa sekarang ini banyak petani yang menggunakan pupuk anorganik karena kepraktisannya. Mereka belum banyak menyadari bahwa pupuk anorganik justru bisa menurunkan kualitas tanah dan produktivitasnya jika pemakaiannya berlebihan. Selain itu, masalah lain dari pupuk anorganik adalah harganya yang relative mahal, serta ketersediaannya yang kadang menyulitkan petani hingga terjadi kelangkaan. Fakta saat ini, pupuk anorganik masih mendominasi kegiatan pemupukan di Indonesia, petani masih lebih cenderung memakai pupuk anorganik dibandingkan pupuk organik, karena alasan lebih murah, dan praktis penggunaanya. Rusastra (2005) menyatakan total konsumsi pupuk anorganik nasional meningkat dari 0,63 juta ton pada tahun 1975 menjadi 5,69 juta ton pada tahun 2003. Peningkatan ini terutama disebabkan oleh peningkatan pupuk Urea yang merupakan jenis terbanyak digunakan petani. Untuk pupuk anorganik lainnya, yakni TSP/SP36, KCl dan AS/ZA selama kurun waktu 1975-2003 tersebut fluktuatif dengan kecenderungan konsumsinya menurun. Selanjutnya Tasrif (2012) menambahkan bahwa penggunaan pupuk anorganik masih cenderung yang digunakan oleh para petani di Indonesia. Perbandingannya, 95% petani masih menggunakan pupuk kimia, dan sisanya 5% menggunakan pupuk organik. Meskipun ditunjukkan untuk memberikan keuntungan bagi manusia, namun dampak dari kegiatan pemupukan pada lingkungan perlu diperhatikan. Hal ini khususnya pada penggunaan pupuk anorganik. Jika dilakukan secara berlebihan, penggunaan pupuk anorganik bisa menimbulkan dampak yang justru berpengaruh negatif terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Salikin (dalam Triyono, 2013) menjelaskan bahwa salah satu pengaruh penggunaan pupuk anorganik pada usahapertanian adalah akumulasi residu unsur-unsur kimia seperti N, P, dan K dalam tanah akibat dari pemakaian pupuk anorganik yang berlebihan dan terus-menerus. Sekitar 50% nitrogen, 40% - 75% potassium, dan 5% - 25% fosfatmengendap di lahan pertanian, pada tubuh perairan, dan airtanah. Pupuk organik adalah solusi dari permasalahan lingkungan tersebut.

Pupuk kandang yang telah siap diaplikasikan memiliki ciri dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Jika belum memiliki ciri-ciri tersebut, pupuk kandang belum siap digunakan. Penggunaan pupuk yang belum matang akan menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan bisa mematikan tanaman. Penggunaan pupuk kandang yang baik adalah dengan cara dibenamkan, sehingga penguapan unsur hara akibat proses kimia dalam tanah dapat dikurangi. Pupuk kandang dari kotoran kambing adalah bentuknya yang bulat kecil-kecil dan teksturnya yang cukup keras. Tekstur yang keras akan menghambat proses dekomposisi dan penyediaan hara bagi tanaman. Pupuk ini mengandung kadar kalium yang

relatif tinggi jika dibandingkan pupuk yang lain. Penggunaan pupuk kandang dari kotoran kambing saat ini masih dilakukan secara langsung, akibatnya banyak pupuk kandang tersebut banyak yang hilang terbawa air saat hujan dan juga sulit hancur sampai dengan musim berikutnya masih utuh. Oleh karena itu perlu penanganan khusus agar pupuk kandang dari kotoran kambing tersebut dapat menjadi lebih mudah digunakan dalam kodisi yang sudah hancur dan memiliki kandungan unsur hara yang cukup, yaitu dengan cara pengomposan. Salah satu cara pembuatan kompos dari bahan kotoran kambing adalah dengan menggunakan bantuan EM4. Dengan EM4 ini, proses pembuatan kompos akan menjadi lebih cepat dibandingkan dengan pengomposan yang dilakukan secara alami. Namun dalam kenyataannya, dosis penggunaan EM4 yang sesuai untuk dapat menghasilkan kandungan Rasio C/N dan tekstur kompos dari kotoran kambing yang sesuai dengan standar SNI juga belum diketahui secara pasti.

## **1. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dicari pemecahannya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh dosis EM4 terhadap Rasio C/N kompos hasil pengomposan kotoran kambing?
2. Apakah ada pengaruh dosis EM4 yang ditambahkan ke kotoran kambing terhadap tekstur kompos?
3. Pada dosis berapakah EM4 yang dapat memberikan pengaruh paling baik terhadap rasio C/N kompos dari kotoran kambing?
4. Pada dosis berapakah EM4 yang dapat memberikan pengaruh paling baik terhadap tekstur kompos dari kotoran kambing?
5. Bagaimana menyusun hasil penelitian ini sebagai rancangan sumber belajar biologi Sekolah Menengah Pertama (SMP) dalam bentuk LKPD?

## **2. Tujuan penelitian**

Suatu kegiatan yang akan dilaksanakan tentu mempunyai tujuan yang ingin dicapai, seperti halnya dalam penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui dan menganalisis pengaruh dosis EM4 terhadap rasio C/N kompos hasil pengomposan kotoran kambing.

2. Mengetahui dan menganalisis pengaruh dosis EM4 yang ditambahkan kotoran kambing terhadap tekstur kompos.
3. Mengetahui dosis EM4 yang dapat memberikan pengaruh paling baik terhadap rasio C/N kompos dari kotoran kambing
4. Mengetahui dosis EM4 yang dapat memberikan pengaruh paling baik terhadap tekstur kompos dari kotoran kambing
5. Untuk mengetahui bagaimana cara menyusun hasil penelitian ini sebagai rancangan sumber belajar biologi pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) dalam bentuk LKPD

### **3. Tinjauan Pustaka**

Menurut Pramaswari (2011: 67), Rasio C/N merupakan indikator yang menunjukkan proses mineralisasi-immobilisasi unsur hara oleh mikroba dekomposer bahan organik. Rasio C/N menurun menunjukkan proses dekomposisi bahan organik yang mengubah unsur organik menjadi anorganik (mineralisasi). Menurut Sulistyorini (2005: 13 80), Rasio C/N menunjukkan bandingan sumber C (Karbon) dengan N (zat lemas) bahan. Berdasarkan kedua pendapat tersebut dapat dijelaskan bahwa Rasio C/N merupakan perbandingan sumber C dengan N hasil dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.

Tekstur tanah adalah sifat halus atau kadar butiran pada lapisan tanah. Kasar atau halusnya tanah ditentukan oleh perimbangan antara pasir, debu, dan liat yang terdapat didalam tanah. Tekstur tanah juga memberikan pengertian persentase relatif dari ketiga unsur batuan yang meliputi pasir, geluh, dan lempung (Prawirahartono, dkk, 1991)

Kotoran kambing adalah bentuknya yang bulat kecil-kecil dan tekturnya yang cukup keras. Tekstur yang keras akan menghambat proses dekomposisi dan penyediaan hara bagi tanaman. Pupuk ini mengandung kadar kalium yang relatif tinggi jika dibandingkan pupuk yang lain. Bahan-bahan organik harus memiliki rasio karbon dan nitrogen yang memenuhi syarat agar berlangsung pengomposan secara sempurna (Sriharti, 2010: 2) Bioteknologi “EM” adalah suatu sistem Bioteknologi yang ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higadari Universitas Ryukyu Okinawa Jepang sekitar tahun 1980-an. Teknologi ini awalnya diperkenalkan kepada petani untuk memperbaiki kondisi tanah, menekan pertumbuhan mikroba yang menimbulkan penyakit, dan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan organik oleh tanaman. Menurut Telew (2013: 3), teknologi ini terbukti dapat memperbaiki kualitas tanah, memperbaiki pertumbuhan, jumlah, dan mutu hasil

tanaman serta dalam peternakan teknologi ini dapat digunakan untuk memperbaiki nilai nutrisi limbah pertanian yang kurang berdaya guna untuk dijadikan bahan pakan.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimen, Pada penelitian ini menggunakan penelitian “*True-Experimental Research*” atau eksperimental sesungguhnya karena bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan saling hubungan sebab akibat. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan (P0, P1, P2, P3) dan setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali (U1, U2, U3, U4), sehingga ada 16 unit eksperimen dan diletakkan secara acak sesuai plot percobaan.

Terdapat tiga variabel yang dijadikan objek penelitian: dua variabel bebas yaitu penilaian kinerja melakukan praktikum dan penilian produk hasil pengamatan dan satu variabel terikat yaitu kemampuan metakognitif. Lebih jelas hubungan ketiga variabel tampak pada gambar di bawah ini

| POU1 | POU2 | POU3 | POU4 |
|------|------|------|------|
| P1U1 | P1U2 | P1U3 | P1U4 |
| P2U1 | P2U2 | P2U3 | P2U4 |
| P3U1 | P3U2 | P3U3 | P3U4 |

**Gambar 1.** Metakognitif Pengamatan antar Variabel

*Keterangan :*

P0 : dosis 5cc EM4/1 kg kotoran kambing

P1 : dosis 10cc EM4/1kg kotoran kambing

P2 : dosis 15cc EM4/1kg kotoran kambing

P3 : dosis 20cc EM4/1kg kotoran kambing

U : Ulangan

Pengumpulan data dilakukan setelah dilakukan uji laboratorium kompos kotoran kambing yang dijadikan sampel penelitian. Dari data hasil uji laboratorium tentang rasio C/N kompos, dan tekstur kompos hasil pengomposan kotoran kambing dengan starter EM4 (*Effective Microorganism 4*) dalam berbagai dosis, maka dapat dimasukkan dalam tabel data Rasio C/N kompos, tekstur (uji Higrometri).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Data Rataan Pengaruh Dosis EM4 Terhadap Rasio C/N Kompos Kotoran Kambing

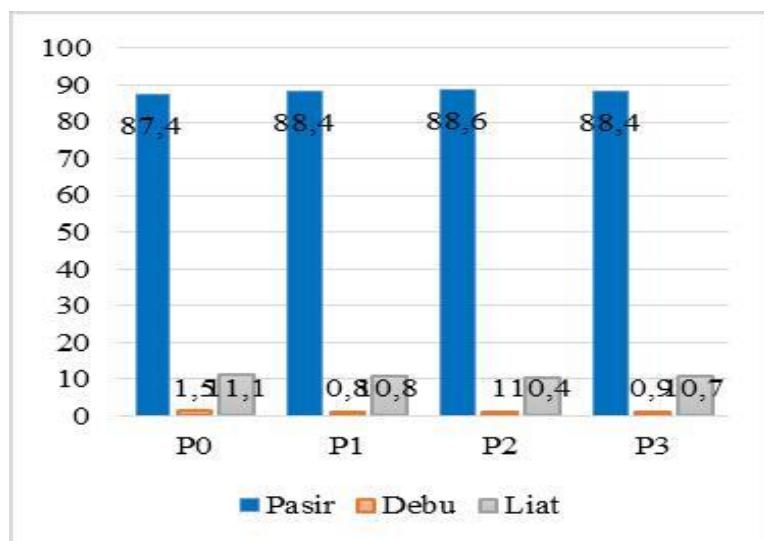
**Tabel 1.** Ringkasan Rataan Pengaruh Dosis EM4 Terhadap Rasio C/N Kompos

| Perlakuan | N | $\Sigma$ | X     | S    |
|-----------|---|----------|-------|------|
| P0        | 4 | 93,57    | 23,39 | 0,94 |
| P1        | 4 | 49,03    | 12,26 | 0,75 |
| P2        | 4 | 43,71    | 10,93 | 2,98 |
| P3        | 4 | 28,73    | 7,18  | 0,78 |

Pada perlakuan 10cc diperoleh data keseluruhan yaitu 43,71, rata-rata keseluruhan yaitu 10,93 dengan simpangan bakunya 2,98 dan pada perlakuan 20cc diperoleh data keseluruhan yaitu 28,73, rata-rata keseluruhan yaitu 7,18 dengan simpangan bakunya 0,78.

### b. Data Rata-Rata Hasil Uji Higrometri Pengaruh Dosis EM4 Terhadap Tekstur Kompos

Pada penelitian ini selain mengamati pengaruh dosis EM4 terhadap rasio C/N kompos juga mengamati pengaruh dosis EM4 terhadap tekstur kompos. Untuk rata-rata uji Higrometri pengaruh dosis EM4 terhadap tekstur kompos dapat dilihat pada diagram gambar 4 berikut ini.



**Gambar 2.** Diagram Uji Higrometri Pengaruh Dosis EM4 Terhadap Tekstur Kompos

### c. Pengaruh Dosis EM4 Terhadap Rasio C/N Kompos Kotoran Kambing

Dari daftar analisi Racangan Acak Lengkap (RAL) yang dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi dosis EM4 memiliki pengaruh yang nyata terhadap Rasio C/N kompos kotoran kambing. Hal ini terlihat pada hasil analisis uji ANAVA bahwa  $F_{hit} = 46,16 > F_{tab} = 2,80$  yang berarti ada

pengaruh. Adanya pengaruh yang nyata dari berbagai variasi tersebut tidak terlepas dari kandungan mikroorganisme yang terdapat dalam EM4.

Effective Microorganisms 4 (EM4) merupakan kultur campuran dalam medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam dan terdiri dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah (Sulistyorini, 2005: 81). Effective Microorganisme 4 (EM4) merupakan aktivator yang dapat mempercepat proses pengkomposan dan dapat meningkatkan kandungan unsur hara kompos (Budihardjo, 2006: 25-26).

Pada data hasil uji laboratorium terhadap Rasio C/N kompos kotoran kambing pada perlakuan P<sub>1</sub> yaitu dosis 10 cc memberikan pengaruh paling baik terhadap Rasio C/N kompos dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu dengan rata-rata rasio C/N 12,3 sesuai dengan aturan BSN yaitu mempunyai nilai C/N-rasio (10-20) : 1, karena pada dosis tersebut merupakan dosis yang sesuai untuk menurunkan Rasio C/N kompos sehingga mikroorganisme yang terdapat didalamnya bekerja dengan baik. Dalam proses pengomposan, C merupakan sumber energi bagi mikroba, sedangkan N berfungsi sebagai sumber makanan dan nutrisi bagi mikroba. Besarnya rasio C/N tergantung pada jenis sampah. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein (Adi Budi Yulianto, dkk., 2009:7).

#### **d. Pengaruh Dosis EM4 TerhadapTekstur Kompos Kotoran Kambing**

Dari hasil uji laboratorium yang dilakukan di Polinela terdapat rata-rata perlakuan menghasilkan kandungan yang tertinggi yakni pasir yakni dengan nilai 88,20. Sedangkan untuk kandungan debu yang terdapat pada kompos kotoran kambing terdapat nilai rata-rata 1,07. Kemudian untuk kandungan liat yang terdapat pada kompos kotoran kambing terdapat nilai rata-rata 10,75. Jika dilihat dari kelas tekstur, tiap perlakuan meghasilkan kelas yang sama yaitu pasir berlempung. Hal ini dikarenakan mikroorganisme dalam proses fermentasi tidak dapat mendegradasi fraksi pasir, debu dan liat, tetapi mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi akan mendegradasi lignoselulosa. Proses degradasi lignoselulosa melalui tahap delignifikasi untuk melepas selulosa dan hemiselulosa dari ikatan kompleks lignin dan depolimerisasi untuk mendapatkan gula bebas (Anindiyawati, 2010: 70). Degradasi lignin secara enzimatis dilakukan secara perlahan kira-kira seletah satu bulan pengomposan oleh organisme dengan jumlah terbatas diantaranya kelompok Basidiomycetes (Yulipriyanto, 2010: 157-158). Pengomposan terjadi dengan perombakan senyawa komplek menjadi senyawa

sederhana. Perombakan tersebut dibantuan oleh mikroorganisme yang dapat meningkatkan nilai limbah lignoselulosa (Mtui, 2009; Abdulla, 2007 dikutip oleh Anindyawati, 2010:75).

Dari hasil penelitian tekstur kompos yang dihasilkan berupa pasir berlempung. Hal ini karena kandungan pasir yang dihasilkan rata-rata 88,20%, kandungan debu 15,0% dan kandungan liat 10,75%, sehingga termasuk dalam kategori kelas tekstur pasir berlempung. Menurut Hanafiah (2005) proporsi fraksi tekstur pasir sebesar 70 – 90%, debu sebesar < 30, dan liat sebesar < 15 tergolong dalam kelas tekstur pasir berlempung.

#### **e. Manfaat Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi dalam Proses Pembelajaran**

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh hasil bahwa dosis EM4 dapat mempengaruhi Rasio C/N. Pengaruh variasi dosis EM4 dapat dilihat dari setiap perlakuan. Berdasarkan data hasil penelitian yang didapat bahwa penelitian ini dapat dijadikan sumber belajar biologi dalam perencanaan pengembangan hasil penelitian materi yang akan dijadikan sebagai bahan untuk LKPD adalah Bioteknologi khususnya materi yang berkaitan dengan pembuatan kompos dari bahan kotoran kambing.

### **SIMPULAN**

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah penulis lakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Ada pengaruh dosis EM4 terhadap penurunan Rasio C/N kompos hasil pengomposan kotoran kambing.
- b. Tidak ada pengaruh dosis EM4 terhadap tekstur pada kompos hasil pengomposan kotoran kambing.
- c. Pada dosis 10 cc dapat memberikan pengaruh paling baik terhadap perubahan rasio C/N
- d. Tidak ditemukan dosis EM4 terbaik terhadap tekstur kompos
- e. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber belajar biologi pada materi Bioteknologi dalam bentuk LKPD

### **DAFTAR PUSTAKA**

Ambarwati, D. L. S dan Y. Kusumawati. (2006). *Peran Effective Inoculant 4 dalam Meningkatkan Kualitas Kimia Kompos Ampas Tahu*. Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu

Kedokteran Universitas Muhammadiyah. Surakarta. Http:// eprints. ums.ac.id/1346/1/5.  
\_DWI\_LINNA\_S\_C.pdf . [17/02/2012].

Anif, S., T. Rahayu, dan M. Faatih. (2007). Pemanfaatan Limbah Tomat sebagai Pengganti EM-4 Pada Proses Pengomposan Sampah Organik. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 8 (2) : 119–143.

Anindyawati, T. (2010). Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian Untuk Pupuk Organik. *Berita Selulosa*, 45 (2),: 70–77.

Sudjana. 1992. *Metode Statistika Edisi ke 5*. Bandung: Tarsito.

Sutarsih. (2010). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal dalam Kerangka Implementasi KTSP SMA di Yogyakarta. Penelitian Unggulan UNY (Multitahun). Yogyakarta: Lembaga Penelitian UNY.

## **The Simple Machines for Making Organik Fertilizer at School**

**Beny Suyanto, Prijono Sigit**

Department of Environmental Health, Health Polytechnic of Surabaya, Indonesia;  
benssuy@gmail.com

(Corresponding Author)

<sup>2</sup>Department of Environmental Health, Health Polytechnic of Surabaya, Indonesia

### **ABSTRACT**

Bio organik manure is fertilizer made from organik material (plants, animal dungs etc.) as a source of nutrient for plants. How to produce was using a simple technology, the material needed was Effective Microorganism (EM ) as biodecomposter in fermenting organik material. The purpose of the study was to design a tool to make organik manure. The source of green manure was grass and leaves taken from the School of Environmental Health “Magetan”, Health Polytechnic of Surabaya. The process of appropriate technology starts from coppng the material ( $\pm 1$  cm), using 7 Pk cutting box copper, the raw material was suitable enough for the raw material of organik fertilizer. The next step is to drum the material into a digestor as a composter. To reduce the time needed for composting, it was needed additional material EM4 (Effective Microorganism) in 3 variation namely 2%, 4% and 6% with duration of 14 and 21 days. The assessment of the maturation of the organik manure based on the smell, colour, texture, pH, temperature and the result of laboratory test N, P , K C/N ratio with the duration of the fermentation process varied between 14 and 21 days. The nutrient content reference refers to SNI/2004. Result of the study about kind of garbage: grass and bushes leaves with the capacity of 5 to 20 kg/day. Tool specification mechanic chopper box consists of two components mover motor (7 PK) and box chopper (leave cutter). Digestor specification: 1 unit of iron wagon frame, 1 unit of digestor, the process of fermentation using EM4. The result of observation and measurement of temperature, pH, moisture, colour, smell, texture and grade C, N, P, K and C/N ratio qualifies SNI/2004. Fermentation process EM 2% within 14 to 21 days was the efficient result in cmpost maturation. The suggestion in this research, a further study is needed to increase the useful mechanic box chopper capacity and granulator design

development to process compost into worthy compost granule, cheap MOL production, local materialand the result is better than EM4.

**Keywords:** Appropriate technology, Organik fertilizer, Effective microorganism

## INTRODUCTION

Compost is made of the decomposed waste of living creatures (plants or animals) that runs aerobically and anaerobically which support each other in certain environmental conditions and this process is called decomposition<sup>(1)</sup>. Compost undergoes a longer decomposition process (40 days) and 20 days faster when using Em4<sup>(2)</sup>. The greater EM4 concentration is, the greater number of bacteria will be, so that the material are more quickly decomposed by the bacteria<sup>(3)</sup>.

The process of composting can be useful for reducing the amount of organik waste and it is also safe because it is breaking the chain of disease spread and has economic value because it can be sold as agricultural fertilizer<sup>(4)</sup>.

There are 60 sengon trees in the School of Environmental Health “Magetan”, Health Polytechnic of Surabaya, Ø 40 to 60 cm height more than 10 m, more than 30 mango tree, tiara shrub, more than 6000 m<sup>2</sup>green yard. Garbage from dormitories and employees potentially used as organik fertilizer (compost) that has not been utilized with appropriate technology. Aim

The purpose of this research was to design an organik fertilizer tool to produce compost in accordance with SNI / 2004. As an easy and cheap technology design, Science and Technology for Society (IbM) based, the design of this tool consists of cutting box coper of organik waste and digester which can produce compost by using dried leaves, grass and food waste.

## METHODS

The experimental research using one-shot case study design<sup>(5)</sup>. The researcher design the tools, observe the process of organik waste into organik fertilizer using EM4 starter with 3 variations, 2%; 4% and 6% and each variation with 3 times replication. Assessment of the result of the organik fertilizer maturation based on odor, color, texture, pH, temperature, and laboratory test results N, P, K, C / N ratio with a fermentation process varied from 14 to 21 days.

### **The Method of Making Organik Fertilizer**

Raw materials: organik waste (food scraps, vegetables, etc.), wet or dry leaves (sengon leaves, trembesi, lamtoro, mango, grass etc.) Supporting materials: Dolomite; Drops / sugar; Bran; Effective Microorganism (EM)4 Tools used: mechanical cutting box coper (cutting tool) with 5 PK drive machine assembled to cut the compost raw material 1 to 3 cm to accelerate the fermentation process. Digester: 50 l drum functions as a fermenter (12 pieces) equipped with stirrer and ventilation. The tool assembly can be illustrated in the block diagram below:

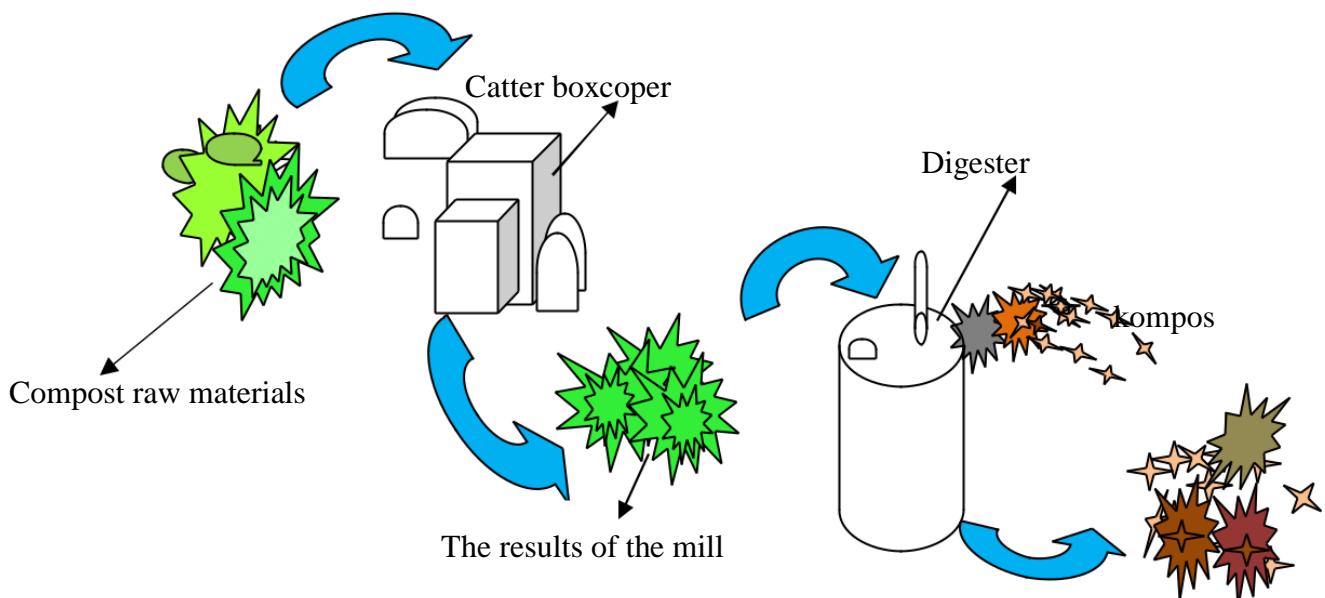


Figure 1. Composite block diagram

How to make (assumption of 100 kg):

- 1 Organik waste of about 100 kg is chopped in the box copper to get smaller size (1 up to 3 cm)
- 2 Sprinkle 3-5 kg dolomit to the chopped Organik waste evenly. Mix well.
- 3 After that, add about 3=5 kg.
- 4 Mix drops / sugar and EM4 - 1: 1, mix well.
- 5 Pour 2% of the mixture to the organik waste. Add sufficient water and mix evenly to moist ( wet when being touched, not watery when being squeezed )
- 6 Then, materials are put into the digester (composting tub).
- 7 After 3 day - treatment, check the temperature and humidity, a good temperature indicated by maximum is 30 °C and maximum humidity is 50% RH, if more than that, do reversal action to the waste and add water if needed.
- 8 The reversal is done several times until it is no longer hot.

- 9 After 2-4 weeks, it is done and ready to use.
- 10 Take samples to examine the content of N, P, K, C / N ratio.
- 11 Repeat the procedure for EM4 (4% or 4 l) and also for EM4 (6% or 6 l)
- 12 Examine Physical Quality of Compost (odor, color, temperature and humidity) and chemistry N, P, K and C / N ratio (SNI / 2004)

## RESULTS

### **Specifications Composting device**

Table 1. Detailed mechanical cutting box coper tool and equipment specifications

| No | Unit      | Specification  |
|----|-----------|--|
| 1  | Motor     | 1. Product: Matari GX200<br>2. Max power 7 HP<br>3. Fuel gasoline<br>4. Speed 3600 (rpm)<br>5. Oil capacity (0.6 l)<br>6. Tank capacity (3.6 l)<br>7. Weight (16 kg) |
| 2  | Box Coper | 1. Home industry products<br>2. Knives 5 pairs<br>3. Blades 4 pairs of knives<br>4. Can be used as corn cobs and whorl cutters.                                      |
| 3  | Capacity  | 1. Cutting of leaves and grass 50 to 90 kg / h (depend on material)  |

Table 2. Details of digester tools and equipment specifications

| No | Unit               | Specification  |
|----|--------------------|--|
| 1  | Armor frame        | <p>1. Size 150 cm x 100 cm x 60 cm</p> <p>2. Elbow iron 4.4.4.</p> <p>3. Capacity for digester from drum material 3 pieces</p> <p>Equipped with front and rear wheels and rotary trash mixing</p> <p>4. drive.</p>                     |
| 2  | Digester           | <p>1. Drum volume 100 l of water</p> <p>2. Organik waste capacity 8 to 15 kg of garbage.</p> <p>3. Holes Temperature and humidity vents.</p> <p>Equipped with wheel lockers that can be moved during garbage</p> <p>4. filtration.</p> |
| 3  | i<br>on<br>process | <p>fermentat</p> <p>Using EM4 Each formula 2%, 4% and 6% premises replication</p> <p>1. 3 times</p> <p>2. The duration of the process (day) to become fertilizer (being tested)</p>  |

### Type and Capacity of Waste

The result of identification of the type of garbage made for compost was grass (70%) and other sources such as leaves from sengon, mango, tiara shrub and other shrubs and food waste (30%). The trashes were collected and then been milled in Mechanical cutting box coper and the results are ready for use as compost raw material.

### Mechanism of Operation and Maintenance of Equipment Mechanical Cutting Box Coper

Formerly, mechanical cutting box coper design tool has 7 pairs of cutting knife equipped with 4 rafters and the result was compost material 1 to 3 cm. The finer compost material will be easily fermented by bacteria fermenter and composting process will be faster. It is reinforced by Rahmawati & Novriandoni (2014) stating that the finely chopped material compost will

accelerate the fermentation process into compost and the addition of EM4 will shorten the compost making process<sup>(2)</sup>.

This mechanical cutting box coper tool is able to produce 50 to 90 kg / hour to grind garbage and leaves with fuel needs (Pertalite) 0.5 to 0.75 l. The form of grinding outlet is a quarter iron plate of circle 30 cm x 40 cm and thickness of 0.8 mm. The modified one has diameter Ø 12 mm, 10 mm and 8 mm. The result is the bigger diameter hole is, the coarser garbage will be produced, and vice versa. The use of this machine is designed in accordance with the needs of the user.

The noisy sound of the machine shows the knives rotates faster. The thing to note is the suitability of the compost material that is poured, not too fast because the milled garbage will make the blockage and the machine gets heavier and the knife will stop. As a result, the belt is not able to rotate the blade of the knife shaft and the solution turns the on button to the off then it will stop. If it happens, remove the clamped garbage, and clean it slowly and carefully due to the sharp knife.

### **Operational Mechanisms and Digester Maintenance**

Digester is a tool used for making campus waste media into compost. The equipment is 9 drums (100 liters of water) is equipped with 90 ventilation holes Ø 8 mm (temperature and humidity controller) with composting calculation using 3 EM4 variations namely 2%, 4% and 6%. The digester design is equipped with a stirring rod on the shaft connected with the rotating drive to simplify the job. By rotating the digester drum, the compost inside keep rotating and mixed automatically. The result is that the temperature and humidity of the compost material are controlled in addition to the effort to flip through the material if the temperature is too high and give the water spray slowly if it is too dry to reach the desired moisture.

### **Composting**

Compost of Mechanical cutting box coper milling process is done by physical observation and measurement of chemicals. Duration used is 14 days and 21 days with variations EM4: 2%, 4% and 6% waste as compost material. The average result of composting on physical observation and chemical measurement is a recapitulation of the table: 3 below:

Table 3. Recapitulation results of observation of physical and chemical parameters in composting

| Treatment      | EM4     | Physical parameters (average) |       |            |          |                   |                |        | Chemical parameters (average) |     |     |      |   |
|----------------|---------|-------------------------------|-------|------------|----------|-------------------|----------------|--------|-------------------------------|-----|-----|------|---|
|                |         | Time                          | Usage | Temperatur | pH       | Humid             | Color          | Odor   | Texture                       | C   | N   | P    | K |
| 14 day         | 2 %     | 34.6                          | 6.9   | 44.4       | Blackish | Soily             | Fairly         | 23.1   | 1.5                           | 0.8 | 2.8 | 15.5 |   |
|                |         |                               |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
|                |         | 34.2                          | 7     | 44.3       | Blackish | Soily             | Fairly         | 22.6   | 1.5                           | 0.9 | 2.4 | 13.1 |   |
|                |         |                               |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
|                | 4 %     | 33.4                          | 7     | 42         | Blackish | Soily             | Fairly         | 22.2   | 1.6                           | 0.9 | 2.4 | 13.2 |   |
|                |         |                               |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
|                |         | 34.4                          | 7.0   | 45.6       | Blackish | Soily             | Smooth         | 22.21  | 1.5                           | 0.8 | 2.2 | 14.8 |   |
|                |         |                               |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
| 21 day         | 6 %     | 34.4                          | 6.9   | 45.6       | Blackish | Soily             | Smooth         | 22.82  | 1.5                           | 0.9 | 2.1 | 14.6 |   |
|                |         |                               |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
|                |         | 34.4                          | 6.9   | 45.6       | Blackish | Soily             | Smooth         | 22.10  | 1.5                           | 0.9 | 2.1 | 15.5 |   |
|                |         |                               |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
|                | Control | -                             | 31.8  | 7          | 44.6     | like the material | A bit of smell | Coarse | -                             | -   | -   | -    | - |
|                |         |                               |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
|                |         | Day14                         |       |            |          |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
| Control day 21 | -       | 31                            | 6.9   | 46.1       | Dark     |                   |                |        |                               |     |     |      |   |
|                |         |                               |       |            | Brown    |                   |                |        |                               |     |     |      |   |

Description:

The waste that does not use EM4 (Control) is not checked because physically remains the same as the ingredients

## DISCUSSION

### Temperature Observation

Based on the results of 28 °C temperature measurement at the beginning of the process, then slowly rises 44°C at the end of the first week and the beginning of the second week. The decreased temperature happens afterward at about 31-34 °C until the maturation of the compost. According to SNI 19-7030-2004 for mature compost requirements must have the groundwater temperature because the temperature in groundwater can be absorbed by plant

roots in an aerobic atmosphere and not more than 30 °C<sup>(6)</sup>. There is no significant difference from the treatment of 2%, 4% and 6% better EM4 addition both 14 and 21 days.

Decomposer microorganisms will be active at a certain temperature range (30-60 °C) will show fast composting process<sup>(7)</sup>. Too low or too high temperatures can cause decomposer microorganisms will not be active so that the composting process will not be perfect. Therefore, during the composting process to note the fluctuations of the temperature, because high temperatures will kill pathogenic bacteria and weed seeds. The composting process generally takes place in a combination of thermophilic and mesophilic temperatures<sup>(8)</sup>.

## **Humidity**

The result of humidity measurement Table 3 can be seen that the change of humidity occurring ranges between 40%-60% RH (fix to SNI / 2004)<sup>(6)</sup> and about compost quality standard, that mature compost criterion has maximum moisture 50% RH. This condition has been achieved at 21 days of compost (week 3). To keep the humidity remain the same is by controlling the compost at least every 2 days by doing reversal treatment to optimum conditions. There is no significant difference from the treatment of 2%, 4% and 6% EM4 addition both 14 and 21 days. Being too dry, it is necessary to spray water slowly until optimum moisture is reached. The biological reaction of microorganisms in decomposing organik matter is influenced by the content of water. Microorganisms can take advantage of organik materials when the organik material is soluble in water. On the manufacture of organik fertilizer made from household waste, the optimum range of microbes is found in 40 - 60% moisture<sup>(2)</sup>.

The linkage of moisture in the composting process is the availability of oxygen for the activity of aerobic microorganisms. When the water content of the material is in the range of 40-60%, the aerobic decomposition microorganism will work optimally and cause rapid decomposition. However, if water content is more than 60%, it will cause anaerobic condition. Thus, aerobic microorganisms do not work optimally and it result in bad composting process. Meaning, the process runs slowly. Some of the process will switch to anaerobic and produce CO<sub>2</sub> as well as organik compounds, such as organik acids and often cause bad smell. In order not to lack oxygen, usually the pile of material reversed or by using a blower. Reversing material is done at least once a week<sup>(8)</sup>.

## **Degree of acidity (pH)**

The degree of acidity or pH in table 3 is at normal values of 6.8 to 7. And this is in accordance with SNI 19-7030-2004 on compost quality standards (6.8-7.49). Changes in odor organik matter, Color and texture on the compost of this study can be influenced by changes of pH. Increase in pH shows a number of bacteria reuse organik acid as a source of energi. With the addition of EM4 treatment (2%, 4% and 6%) does not show a significant difference in pH. The initially low pH values will rise slowly and will be constant after 21 days of treatment. The degree of acidity (pH) is one of the factors supporting the compost maturity, the pH must be maintained in the normal range to minimize the loss of nitrogen in the formation of ammonia gas. The production of ammonia from nitrogen-containing compounds will increase the pH in the initial phase of composting and if the compost has matured it is usually close to neutral<sup>(7)</sup>.

### **Color**

The results of the color observation of the compost in the first week is still the same as the color of the original condition. This is due to the incubation period of good EM4 bacteria using EM4 2%, 4% and 6%. But at the end of the week it seems to start brownish tend to dark. The colors look different on the 14 day composting time of the decomposition process and change color to blackish at 21 days. There is a change of color during the fermentation process indicating the existence of the decomposer microorganisms work well. Other influential factors are also due to the treatment of efforts to control temperature and humidity during the process.

By considering the condition, actually, 14 to 21 day – treatment, on which the color is darken, has fulfilled SNI / 2004 requirements and ready to use for fertilizing plants<sup>(6)</sup>. In terms of color is very difficult to distinguish the color of compost fermentation day 14 and 21, no matter of addition EM 2%, EM4 4% and 6%. Because they are almost the same. While the compost color of the control is almost similar to the original color and just look more brownish-brown color.

According Priyantini (2013), the color of compost that has become groundy black both using EM4 and MOL on leaf and goat dung material at different ages<sup>(9)</sup>. Usage of EM4 changes compost with soily black color faster than using MOL. This is because the number of fermenter bacteria from EM4 is more complete than the MOL bacteria which is used.

### **Odor**

Observation of odor at day 14 and 21 the compost smells soil (according to SNI / 2014)<sup>(6)</sup> and difficult to differentiate the usage of EM4 variation (2%, 4% and 6%). This is very different from the control compost that still smells almost the same as the original material. The appearance of odor in the composting process due to the aerobic process that produces organic waste + O<sub>2</sub> + nutrients → compost + new bacteria + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + NO<sub>3</sub> + dead bacteria + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + heat. While anaerobic: Organic Trash + H<sub>2</sub>O + nutrients → compost + new bacteria + CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> + NH<sub>3</sub> + dead bacteria + H<sub>2</sub>S + heat. Proceeding the mature phase, the smell of compost is getting like the ground<sup>(7)</sup>. According to Priyantini (2013), making leaf and goat dung compost using EM4 does not smell at time of 6 weeks<sup>(9)</sup>.

## Texture

The texture of the day 14 using EM4 (2%, 4% and 6%) is very difficult to distinguish physically as it starts to look smooth. The more EM4 the texture tends to become looser. This is predicted because the material used in this study comes from the same location although the EM4 adding process is different. At day 21 the texture of the compost looks even smoother compared to day 14. There is a relationship that the closer to day 21 of EM4 use, the smoother the compost texture, the darker the color is. While the texture on the compost control until the day 21 is still similar to the original texture which is still rough and there has been no change.

The above conditions are supported by Wellang (2013) research that, to succeed in organic composting, it is necessary to note the texture of raw materials<sup>(7)</sup>. The smaller size of the materials is, the faster decaying process will be. The compost texture that has been so smooth and moist are influenced by EM4 microorganisms fermenter, they are photosynthetic bacteria, Lactobacillus Sp, Streptomyces Sp, Yeast and Actinomycetes<sup>(9)</sup>.

## Chemical Parameter Measurement Results

### 1. Nitrogen (N)

Laboratory tests of Nitrogen (N) parameters at week 2 to week 3 all meet the requirements of SNI / 2004, namely at week 2 of 1.5 - 1.6% all for EM4: 2%; 4% and 6%<sup>(6)</sup>. The fermentation day of 14 and 21 does not increase the result of N. The more EM4 there is a tendency to increase N. The nitrogen content is one of the important parameters that must be in compost, because nitrogen is needed to create 1-4% dry matter (hard parts) stems, skins, and seeds. Nitrogen is taken from the soil in the form of nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) or ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), or

in combination with carbohydrate metabolism compounds in plants in the form of amino acids and proteins.

In composting, there is a process of carbohydrates breaking down in the form of hemicellulose into CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O or CH<sub>4</sub> and NH<sub>3</sub>. The protein will decompose into amides and amino acids which are then converted into NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. Mineral nutrients from organic compounds decompose into inorganic materials available in the form of ions namely the ions NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> and NO<sub>3</sub><sup>(10)</sup>. According to Novizan (2007), Nitrogen is a major component of various important substances in plants (40-50%). Protoplasm content is the living substance of plant cells composed of nitrogen compounds. Nitrogen compounds are used by plants to form amino acids that are converted into proteins. Nitrogen is also needed to form important compounds such as chlorophyll, nucleic acids, and enzymes. Nitrogen derived from this organic material can be utilized by plants that involve the activity of soil microorganisms<sup>(11)</sup>.

## 2. Phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Phosphorus parameters laboratory examination (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) at week 2 and week 3 is equal. Addition of EM4 2% (0.8%) campus waste is smaller than the addition of EM4 4% and 6% respectively 0.9%. This means that any connection by adding EM4 concentration will increase the Phosphorus content (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) in compost at both day 14 and The concentration fulfills the requirement of SNI / 2004<sup>(6)</sup> namely Phosphorus quality standard (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) minimum 10%. Element P in compost, is the main nutrient for plant growth. The content of P elements is higher with the occurrence of weathering of composted organic materials. At the maturation stage the microorganisms will die and the P content inside the microorganism will mix in the compost material which will directly increase the Phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) content in the compost<sup>(8)</sup>.

## 3. Potassium (K<sub>2</sub>O)

The result of laboratory examination of Potassium (K<sub>2</sub>O) parameter that is on the 2nd week on the addition of EM4 2% is 2.8% and this is bigger than EM4 4% (2.31%) and 6% (2.4%). This is also true for 21 days of EM4 2% greater concentration of K than EM4 4% and 6% concentration. Based on the requirement of SNI / 2004 that is at least 0.20%<sup>(6)</sup>. The EM4 addition in this study increase potassium levels beyond the above standards. This shows the activity of microorganisms using potassium (K) as a catalyst in the fermentation process.

## 4. Carbon Content (C)

The result of measurement of C level on 3 treatment of EM4 (2%, 4%, with 14 days and 21 days old) is 21.9-23.1% which has fulfilled SNI 19-7030-2004 that is 9.8-32%<sup>(6)</sup>. The

difference of the C content is very small and there is almost no difference between the amount of EM4 concentration and the length of the fermentation process. It can be selected by EM4 2% users with a shorter 14 day time. According to Ratriania et al. (2014) the addition of EM4 to the composting process will accelerate the composting process as the increase of microorganisms will increase the process of fermentation of the processed waste. In the composting, there is decomposition process that causes carbohydrate levels will be lost or continue to fall and the soluble N compound increases<sup>(12)</sup>.

### 5) Level C / N ratio

Result of measurement in table 3, got the result of C / N ratio that is on week 2 and 3 is 13.2-15.5. While the requirement of SNI 19-7030-2004 about compost quality standard that is 10-20, good at treatment giving EM4 (2%, 4%, and 6%) for 14 and 21 days<sup>(6)</sup>. The C / N ratio is the ratio between carbohydrates (C) and nitrogen (N). If C / N ratio is larger than 20, it indicates incomplete C is oxidized to carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and nitrogen is eliminated. The greater the EM4 concentration above will decrease the C / N ratio. This is reinforced by research results Yuniwati et al. (2012)<sup>(3)</sup>. The larger the EM4 concentration, the faster C / N ratio decreases, the shorter processing time will be, as the number of bacteria that breaks the material increases so that the material is decomposed more quickly by the bacteria. According to Fibria et al. (2012), the C / N ratio, element C is used as energi for the life of microorganisms and N elements for protein synthesis. If the C / N ratio is too high, the microbes will lack N for protein synthesis so that decomposition runs slowly. Composting of high C / N ratios, such as materials that contain high levels of wood (sawn timber, twigs, bagasse, etc.). The high decomposition process of C / N organik material will have a bad effect on the plant as it may cause the availability of other nutrients to decrease, as nitrogen is available in the soil<sup>(13)</sup>.

## CONCLUSION

### Conclusion

1. Organik waste in the form of grass, leaves of sengon, mango, tiara and other shrub plants with waste capacity can be generated 5 to 20 kg / day.
2. Specification of mechanical box coper equipment capacity of 50 to 90 kg / hour, 1 unit digester, fermentation using EM4 2% within 21 days is an efficient result in the maturation of compost.

### Suggestion

It is necessary to further investigate the increased capacity of mechanic box coper in order to obtain smooth mill results to accelerate the process of maturation of compost, cheap MOL materials, from local materials and the results Better than EM4.

## REFERENCES

1. Yuwono. Kompos, Jakarta: The Self-help Seller; 2005.
2. Rahmawati N, Novrian D. Making Organik Fertilizer Made from Household Organik Waste by Stirring Aktivator EM4 in High Wood Area. Jaca Ziraa "ah. 2014;39.
3. Yuniwati M, Iskandar F, Adiningsih P. Optimization of Composting Process from Organik Waste by Fermentation using EM4. Journal of Technology. 2012.
4. Samekto R. Compost Fertilizer. Yogyakarta: Citra Aji Parama; 2010.
5. Sandjaja BHA. Research Guide. Jayapura: Achievement Library; 2011.
6. Standart Nasional Indonesia (SNI). Specification of Compost from Organik Waste Domistik. Jakarta: National Standardization Agency; 2004.
7. Wellang RM. Composting Feasibility Study Using Variation of Bioaktivator (EM4 and Yeast). Thesis. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2015.
8. Sudradjat. Managing Municipal Waste. Jakarta: Spreading Self-Helpers; 2006.
9. Priyantini WL. Physical and Chemical Differences of Leaf Compost Using Bio-aktivator MOL and EM4. Journal of Saintekno. 2013;11.
10. Pandebesie E. Engineering of Waste Management. Surabaya: ITS; 2005.
11. Novizan. Effective Fertilization Guidelines. Jakarta: Agromedia Pustaka; 2007.
12. Ratriania PW, Widodo FM, Eko ND. Influence of EM4 Bioaktivator Use and Leafococcala Leaf Addition to The Specification of Liquid Seaweed Organik Fertilizer. Journal of Processing and Biotechnology of Fishery Products. 2014;13.
13. Kaswinarni F, Suharno B, Nugraha AAS. Quality of Compost Fertilizer Organik Rubbish Market with Various Resources Starter. Semarang: IKIP PGRI; 2012