

Laporan Penelitian
Bidang Ilmu

PENGARUH PERBEDAAN BAHAN STIMULATOR
TERHADAP KECEPATAN DEKOMPOSISI
BAHAN ORGANIK

Oleh:

Ir. Sri Harijati, MA.
Drh. Dem Vi Sara, MEd.
Ir. Endang Indrawati, MA.

Pusat Studi Indonesia
Universitas Terbuka
September, 1996

**LEMBAR IDENTITAS PENELITI DAN
PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN**

1. a. Judul Penelitian : Pengaruh Perbedaan Bahan Stimulator Terhadap Kecepatan Dekomposisi Bahan Organik
- b. Bidang Ilmu : Ilmu Pertanian / Ilmu Tanah
2. Peneliti
- 2.1. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap & Gelar : Ir. Sri Harijati, MA.
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. Golongan/Pangkat/NIP : III/c / Penata / 131779915
- d. Jabatan Fungsional : Lektor Muda
- e. Fakultas/Jurusan : FMIPA / Biologi
- f. Alokasi Waktu : 5 (lima) jam/minggu
- 2.1. Anggota Peneliti 1
- a. Nama Lengkap & Gelar : Drh. Dem Vi Sara, MEd.
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. Golongan/Pangkat/NIP : III/c / Penata / 131779915
- d. Jabatan Fungsional : Lektor Muda
- e. Fakultas/Jurusan : FMIPA / Biologi
- f. Alokasi Waktu : 4 (empat) jam/minggu
- 2.1. Anggota Peneliti 2
- a. Nama Lengkap & Gelar : Ir. Endang Indrawati, MA.
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. Golongan/Pangkat/NIP : III/b / Penata Muda Tk.I / 131886180
- d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- e. Fakultas/Jurusan : FMIPA / Biologi
- f. Alokasi Waktu : 4 (empat) jam/minggu
3. Jumlah Anggota Tim Peneliti : 2 (dua) orang
4. Lokasi Penelitian : Kebun Percobaan Pondok Pucung, Tangerang
5. Lama Penelitian : 11 (sebelas) bulan
6. Biaya Penelitian : Rp.2.702.250,- (dua juta tujuh ratus dua ribu dua ratus lima puluh rupiah).

Jakarta, September 1996

Ketua Tim Peneliti,

Ir. Sri Harijati, MA.
NIP. 131779915

Ketua Lembaga Penelitian,



Dr. WBP. Simanjuntak
NIP. 130212017



Dr. Ir. Bambang Sutjiatmo
NIP. 130364289

Kepala Pusat Studi Indonesia,

Dr. Tian Belawati
NIP. 131569974

KATA PENGANTAR

Untuk pertama kalinya Universitas Terbuka (UT) melalui Pusat Studi Indonesia (PSI) memberikan kesempatan kepada para tenaga akademik UT untuk melakukan penelitian bidang ilmu, khususnya bagi tenaga akademik FMIPA-UT. Sebagai perwujudannya, tim peneliti Program Studi Penyuluhan Pertanian FMIPA-UT melaksanakan penelitian dengan judul: Pengaruh Perbedaan Bahan Stimulator Terhadap Kecepatan Dekomposisi Bahan Organik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan bahan stimulator terhadap kecepatan dekomposisi bahan organik. Juga dikemukakan prospek kompos untuk perbaikan sifat tanah dilihat dari sifat fisik kompos yang dihasilkan. Selanjutnya, hasil studi ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan untuk mengadakan penelitian lanjutan terutama di bidang ilmu pertanian, yang saat ini sedang digalakkan terutama di Fakultas MIPA pada Jurusan Biologi.

Penelitian ini tidak akan pernah terlaksana tanpa dukungan dari berbagai pihak yang terlibat. Untuk itu, sudah sewajarnya bagi kami, tim peneliti, untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Pimpinan UT, Ketua Lembaga Penelitian, Kepala PSI, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk pelaksanaan dan penulisan laporan penelitian;
2. Pelaksana Harian Dekan dan para Pembantu Dekan FMIPA-UT, yang telah memberikan ijin penelitian ini;
3. Bapak dan Ibu Hussin, yang telah memberikan fasilitas kebun percobaan beserta tenaga kerjanya, di desa Pondok Pucung, Tangerang;
4. Bapak Prastowo, di Puslittanak Bogor, yang telah memberikan informasi tentang bahan stimulator EM4 dan aplikasinya;
5. Saudara Eddy Purnomo, yang telah membantu pengetikan proposal dan laporan akhir penelitian ini;
6. Rekan-rekan di FMIPA-UT atas dukungan morilnya sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

Tim Peneliti merasa bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik, saran, dan masukan dari pembaca sangat diharapkan.

Jakarta, September 1996

Tim Peneliti

RINGKASAN

Bertambahnya luasan tanah-tanah kritis harus diimbangi dengan usaha penambahan unsur hara ke dalam tanah tersebut. Usaha tersebut antara lain dengan menggunakan kompos. Pemanfaatan kompos memiliki dua fungsi antara lain menambah hara dalam tanah, dan memanfaatkan sampah atau sisa-sisa tanaman sebagai kompos.

Penelitian ini bertujuan antara lain: (1) memanfaatkan sisa tanaman/sampah sebagai bahan kompos; (2) memberikan alternatif dalam meningkatkan ketersediaan hara pada tanah melalui penggunaan sampah yang terdekomposisi; (3) membandingkan kecepatan dekomposisi sampah yang menggunakan bahan pemercepat (stimulator) yang berbeda, yaitu Effective Microorganism 4 (EM4), pupuk kandang, urea, dan tanpa bahan stimulator.

Lokasi penelitian ini adalah kebun percobaan di Pondok Pucung, Tangerang. Penelitian dilakukan mulai bulan Desember 1995 - Agustus 1996 dengan menggunakan 4 petakan pada satu atap bedengan. Masing-masing petak sampah mendapatkan perlakuan bahan stimulator yang berbeda. Pengamatan dilakukan tiap minggu dengan mengamati perubahan fisik sampah sampai menjadi kompos. Sifat fisik tersebut antara lain volume, suhu, warna, bau, ukuran partikel, organisme, dan jumlah sisa ayakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sisa tanaman yang sudah tidak memiliki nilai ekonomis dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos.

Serta, secara umum hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan sifat-sifat fisik kompos, kompos dengan bahan stimulator EM4 menunjukkan proses dekomposisi paling cepat dibanding kompos dengan bahan stimulator yang lain. Selanjutnya disusul oleh kompos dengan bahan stimulator pupuk kandang, urea, dan tanpa stimulator.

Beberapa rekomendasi disampaikan demi penyempurnaan hasil penelitian ini serta sumbangan bagi perkembangan ilmu pertanian khususnya Ilmu Tanah.

Universitas Terbuka

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN	i
KATA PENGANTAR	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
PENDAHULUAN	1
- Latar Belakang	1
- Permasalahan	2
- Tujuan Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	
- Pengertian Tanah	4
- Bahan Organik dan Humus	5
- Peranan Kompos	7
- Proses Pembuatan Kompos	9
- Bahan Stimulator Pengomposan	11
- Pupuk Kandang	11
- Urea	12
- Effective Microorganism (EM4)	12
- Indikator Kemasakan Kompos	13
- Ringkasan Tinjauan Pustaka	13
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	15
- Waktu dan Tempat	15
- Bahan dan Alat	15
- Metode Penelitian	16
- Analisa Data	19
- Jadwal Kegiatan Penelitian	20

HASIL DAN PEMBAHASAN	21
- Sisa Tanaman Sebagai Bahan Kompos	22
- Analisis Sifat Fisik Kompos	25
- Suhu	25
- Warna	27
- Bau	28
- Ukuran Partikel	30
- Organisme	32
- Sisa Ayakan	33
- Volume	35
- Prospek Kompos Bagi Perbaikan Sifat Tanah Dilihat dari Sifat Fisik Kompos	38
- Ringkasan	40
KESIMPULAN	42
REKOMENDASI	42
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR TABEL

Tabel	
1. Hasil Pengamatan Suhu Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	26
2. Hasil Pengamatan Warna Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	28
3. Hasil Pengamatan Bau Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	29
4. Hasil Pengamatan Ukuran Partikel Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	30
5. Hasil Pengamatan Organisme Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	32
6. Hasil Pengamatan Sisa Ayakan Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	33
7. Hasil Pengamatan Volume Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	35
8. Indikator Kecepatan Dekomposisi Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	
1. Peta dan Bedengan Pembuatan Kompos	19
2. Sisa Tanaman Pada Awal Pembuatan Kompos	24
3. Sisa Tanaman Yang Telah Menjadi Kompos	25

PENGARUH PERBEDAAN BAHAN STIMULATOR TERHADAP KECEPATAN DEKOMPOSISI BAHAN ORGANIK

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Menyempitnya lahan-lahan pertanian serta meningkatnya lahan kritis merupakan salah satu dampak dari laju peningkatan penduduk yang cepat, yang merubah lahan pertanian menjadi perumahan (Heryadi dan Subagyo, 1995). Penyebab lain dari peningkatan lahan kritis adalah penggunaan lahan pertanian yang sempit tersebut secara terus-menerus dalam usaha mensuplai ketersediaan bahan pangan. Kondisi tanah yang kritis tersebut dapat mengancam ketersediaan atau suplai bahan pangan. Sehingga, perlu usaha penanganan terhadap tanah-tanah kritis tersebut.

Salah satu usaha tersebut antara lain dengan pemberian hara melalui penambahan kompos atau bahan organik ke dalam tanah. Kompos memiliki banyak kegunaan antara lain kandungan haranya yang tinggi. Disamping itu, kompos memiliki sifat yang liat, sehingga dapat mengikat hara-hara yang melewati tanah dan dapat menggemburkan tanah-tanah kritis. Bahan organik dapat diperoleh melalui jaringan tanaman yang melapuk atau terombak (Setjamidjaja, 1994).

Akhir-akhir ini sampah masih merupakan masalah yang belum mendapat penanganan secara efektif (Kompas, Oktober 1995). Peningkatan jumlah sampah juga merupakan dampak dari peningkatan jumlah penduduk. Sampah-sampah tersebut bisa meliputi *sampah*

anorganik seperti kaleng, botol, logam dan lain-lain yang tidak dapat diuraikan dalam tanah, serta *sampah organik* seperti sisa-sisa tanaman, ranting dan lain-lain, yang dapat diuraikan dalam tanah.

Masalah-masalah yang dihadapi dengan jumlah sampah yang tinggi adalah bau busuk dan pemandangan yang tidak sedap, serta dapat menimbulkan beberapa penyakit. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mempercepat penguraian sampah menjadi kompos. Keuntungan yang diperoleh adalah berkurangnya kemungkinan timbulnya penyakit dan pemandangan tidak sedap, serta pemanfaatan kompos untuk digunakan sebagai pupuk. Sampah organik yang telah diuraikan dalam tanah, memiliki potensi tinggi dalam menyediakan unsur-unsur hara yang diperlukan tanah dan tanaman (Murbando, 1995). Oleh karena itu, sampah merupakan salah satu alternatif dalam mencari sumber-sumber hara bagi tanah.

Permasalahan

Sejalan dengan meningkatnya tanah-tanah kritis dan semakin sempitnya lahan-lahan pertanian, perlu dilakukan usaha perbaikan tanah dengan menambah hara. Selain itu, melimpahnya sampah juga merupakan masalah, terutama oleh akibat-akibat yang ditimbulkannya apabila tidak segera mendapat penanganan serius yaitu melalui penghancuran sampah-sampah tersebut.

Telah diketahui bahwa pemanfaatan sampah dalam pembuatan kompos memiliki dua kegunaan, disatu pihak kompos dapat meningkatkan fungsi tanah karena menambah hara, dilain pihak pemanfaatan sampah sebagai kompos dapat membantu menangani masalah melimpahnya sampah dan akibat-akibat yang ditimbulkannya. Oleh karena itu, suatu penelitian

yang lebih jauh tentang pemanfaatan sampah sebagai bahan kompos perlu dilakukan.

Pembuatan kompos memang bukan masalah baru, namun kondisi sampah saat ini membutuhkan penyelesaian yang mendesak, sehingga perlu bahan tambahan (stimulator) yang bisa mempercepat proses perombakan atau dekomposisi sampah.

Hasil penelitian di lapangan terdahulu menunjukkan bahwa pupuk kandang ataupun urea merupakan bahan terbaik dan murah dalam proses pembuatan kompos. Saat ini telah ditemukan bahan baru yaitu *Effective Microorganism* (EM4) yang digunakan untuk mempercepat proses tersebut, tetapi baru dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak), Bogor. Hasil-hasil di laboratorium menunjukkan bahwa EM4 memiliki kemampuan mempercepat proses dekomposisi. Oleh karena itu, penelitian tentang kemampuan EM4 di lapangan perlu dilakukan dan dibandingkan dengan bahan-bahan pemercepat (stimulator) terdahulu yaitu pupuk kandang, dan urea.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yaitu:

1. memanfaatkan sampah sebagai sumber pupuk dengan cara mengolah sampah menjadi kompos;
2. memberikan alternatif dalam meningkatkan ketersediaan hara pada tanah kritis dengan menggunakan sumberdaya yang ada yaitu penggunaan sampah yang telah terdekomposisi atau kompos;
3. membandingkan kecepatan proses pengomposan dengan

- menggunakan bahan-bahan pemercepat proses pengomposan atau dekomposisi yaitu EM4, urea, dan pupuk kandang; yaitu dengan mengamati perbedaan sifat fisik hasil dekomposisi;
4. memberikan sumbangan bagi perkembangan ilmu pertanian khususnya bagi ilmu tanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Tanah

Tanah sangat diperlukan bagi kehidupan semua makhluk, sehingga memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi, terutama dalam hubungannya dengan proses produksi bahan makanan. Semakin meningkatnya jumlah penduduk, tentu memerlukan bahan pangan yang tinggi pula. Tidaklah berlebihan kiranya, usaha-usaha untuk melestarikan kesuburan tanah merupakan tindakan yang harus segera dilaksanakan.

Bagi ahli pertanian, pengertian tanah secara lengkap dikemukakan oleh Darmawijaya (1992). Pengertian **tanah** adalah akumulasi tubuh alam bebas, menduduki sebagian besar permukaan planet bumi, yang mampu menumbuhkan tanaman dan memiliki sifat sebagai akibat pengaruh iklim dan jasad hidup yang bertindak terhadap bahan induk dalam keadaan relief tertentu selama jangka waktu tertentu pula. Sedangkan tanah dalam konsep ilmu tanah, diartikan sebagai lapisan kerak bumi yang didalamnya terkandung bahan-bahan anorganik, bahan-bahan organik, udara dan air (Setjamidjaja, 1994).

Akibat penggunaan tanah yang terus-menerus serta proses-proses

alam yang terjadi, tanah dapat mengalami pemiskinan atau penyusutan hara yang tersedia bagi tanaman. Tanah tersebut disebut sebagai *tanah kritis*. Meskipun dapat digunakan bagi proses produksi bahan pangan, tanah kritis hanya memberikan hasil atau produksi yang sangat rendah. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan bahan pangan bagi penduduk dunia yang terus meningkat perlu dilakukan usaha-usaha yang nyata.

Beberapa usaha telah dilakukan dalam rangka perbaikan tanah-tanah kritis antara lain dengan pemberian pupuk baik organik maupun buatan. Bahan organik memiliki keuntungan antara lain dapat menambah unsur hara tanah kritis dan biaya pengadaannya yang murah. Apalagi, jika pengadaan bahan organik ini hanya dengan menggunakan bahan-bahan di alam yang tidak memiliki nilai ekonomi tinggi, misalnya pemanfaatan sisa-sisa produksi pertanian (jerami, sisa tanaman), sampah kota, sampah rumah tangga dan lain-lain.

Bahan Organik dan Humus

Bahan organik mempengaruhi sifat kimia dan sifat fisika tanah, di mana bahan organik berperan terhadap lebih dari sepertiga kapasitas tukar kation (KTK) serta berpengaruh terhadap ketahanan agregat tanah. Disamping itu bahan organik berperan sebagai penyedia energi dan penyusun tubuh jasad (Setjamidjaja, 1994). Bahan organik merupakan bagian tanah yang terdiri atas bahan-bahan sisa makhluk hidup yang ada dalam tanah.

Dekomposisi atau pengomposan merupakan proses pelapukan bahan, yang mengandung bahan organik, dengan jasa mikroorganisme pengurai menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana. Dekomposisi bahan organik menghasilkan humus dan asam-asam organik. Humus mengalami mineralisasi menjadi unsur hara yang sangat diperlukan oleh tanaman. Proses pengomposan dapat berlangsung cepat atau lambat, tergantung pada: kondisi bahan organik, mikroorganisme yang ada, kelembaban, suhu, pH dan lingkungan (Murbandono, 1995).

Sumber bahan organik meliputi jaringan tanaman atau disebut sebagai sumber utama, serta sisa-sisa hewan. Akibat perombakan dan pencernaan oleh mikroorganisme, bahan organik akan tercampur dalam tanah. Setelah jaringan segar tanaman dimasukkan ke dalam tanah, serentak semua unsur penyusun mengalami perombakan (Setjamidjaja, 1994). Reaksi dasar yang terjadi pada saat jaringan tanaman masuk dalam tanah adalah:

1. reaksi enzimatik pada penyusunan jaringan yang selanjutnya menghasilkan karbondioksida, air, energi, dan panas;
2. pelepasan hara esensial yaitu nitrogen, belerang dan fosfor;
3. terbentuknya senyawa-senyawa resisten terhadap mikroba, lewat modifikasi senyawa-senyawa dalam jaringan dan tanah atau lewat sintesis oleh mikroba (secara bersama-sama senyawa resisten ini membentuk humus tanah).

Setelah proses di atas terjadi, bahan organik yang tersisa berupa senyawa berwarna gelap, bersifat koloidal yang tahan lapuk dan merupakan hasil sintesa mikrobial. Bahan organik dalam keadaan ini disebut *humus*.

Lebih lanjut Soepardi (1983) mengatakan, humus terutama tersusun atas campuran heterogen senyawa-senyawa kompleks. Secara garis besar

humus terdiri atas senyawa-senyawa yang dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu humik dan non-humik. Kelompok *humik* merupakan penyusun 60 - 80% bahan organik tanah yang terdiri atas asam fulvik, asam humik dan humin. Asam fulvik relatif mudah terombak dalam tanah, sedangkan asam humik sangat resisten. Ketiga asam tersebut mempunyai kemampuan untuk menyerap dan membebaskan kation. Kelompok *non-humik* menyusun 20 - 30% bahan organik tanah. Meskipun jumlahnya tidak besar, keberadaannya penting terutama mempengaruhi ketersediaan beberapa hara tanaman, misalnya, nitrogen dan besi.

Humus meningkatkan penguraian mineral, dan tentunya juga ketersediaan hara. Yang *pertama*, ketersediaan hara diperoleh karena asam humik merombak mineral dan membebaskan kation; *ke dua*, komponen humus membentuk kompleks organomineral yang mantap dengan ion. Contohnya, polisakarida dan asam fulvat membentuk kompleks demikian dengan ion-ion metal seperti Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} dan Mn^{2+} . Kation-kation ditarik dari mineral dan kemudian terikat oleh molekul organik membentuk kompleks. Kemudian kation-kation dapat diserap tanaman atau diikat oleh kompleks jerapan tanah/liat dan penyusun anorganik lainnya (Setjamidjaja, 1994). Oleh karena itu, keberadaan bahan organik, atau kompos atau humus dalam tanah sangatlah diperlukan khususnya bagi tanah-tanah kritis yang kandungan haranya sudah menipis.

Peranan Kompos

Pembuatan bahan organik dapat menggunakan bahan-bahan yang

sudah tidak digunakan lagi, antara lain sisa-sisa jaringan tanaman ataupun sisa-sisa jaringan hewan. Jaringan tanaman merupakan penyusun utama bahan organik tanah, selain karena proses pelapukannya yang lebih cepat, juga jumlah ketersediaannya di alam yang besar. Proses pelapukan atau dekomposisi dari sisa jaringan tanaman dan hewan sering disebut *pengomposan*, dan hasil dari proses tersebut disebut sebagai *kompos*. Banyak penelitian telah dilakukan sehubungan dengan proses pembuatan kompos baik secara ilmiah maupun tradisional. Disamping itu, penelitian tentang komposisi, penggunaan dan fungsi kompos juga telah mendapat perhatian yang besar.

Murbandono (1995) menjelaskan bahwa, humus atau bahan organik yang telah terkompos dengan baik, bukan hanya memperkaya bahan makanan untuk tanaman, tetapi juga berperan besar terhadap perbaikan sifat tanah, antara lain:

1. memperbesar daya ikat tanah yang berpasir, sehingga struktur tanah tidak terlalu berderai;
2. memperbaiki struktur tanah berlempung, sehingga tanah yang tadinya berat, dengan penambahan bahan organik akan menjadi lebih ringan;
3. mempertinggi kemampuan penampungan air, sehingga tanah dapat lebih banyak menyediakan air bagi tanaman;
4. memperbaiki drainase dan tata udara tanah, terutama pada tanah berat. Dengan tata udara tanah yang baik dan kandungan air yang cukup tinggi, maka suhu tanah akan lebih stabil;
5. meningkatkan efektivitas pemupukan dari pupuk-pupuk buatan;
6. mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara, sehingga tidak mudah larut oleh pengairan atau air hujan.

Mengingat pentingnya fungsi bahan organik bagi tanah, maka usaha pengadaan dan pemakaian bahan organik dalam tanah perlu digalakkan, disamping biaya pengadaan dan pembuatan bahan organik atau kompos tergolong murah dibandingkan dengan penggunaan pupuk buatan lainnya.

Proses Pembuatan Kompos

Agar pembuatan kompos berhasil, berdasarkan beberapa penelitian ada beberapa syarat harus diperhatikan yaitu menyangkut: 1. bahan mentah atau bahan dasar; 2. suhu dan ketinggian timbunan kompos; 3. pengaruh nitrogen (N); 4. kelembaban; 5. bak penampungan, dan 6. pengadukan (Murbandono, 1995).

Bahan dasar atau bahan mentah kompos meliputi bahan organik seperti sampah rumah tangga, dan sisa-sisa jaringan tanaman maupun hewan. Semakin kecil ukuran potongan bahan mentah semakin cepat pula proses pengomposan. Untuk mendapatkan ukuran yang kecil dapat dilakukan pemotongan atau penggilingan bahan-bahan, sebelum dilakukan proses pengomposan. Semakin lunak jenis bahan dasar, juga semakin cepat proses pelapukan.

Suhu dan ketinggian timbunan kompos saling berkaitan karena tinggi timbunan menentukan tinggi rendahnya suhu. Timbunan yang terlalu dangkal akan kehilangan panas dengan cepat. Akan tetapi, timbunan yang terlalu tinggi juga menyebabkan pemampatan material kompos. Berdasarkan hasil penelitian, tinggi timbunan yang terbaik adalah antara 1,25 - 2,00 meter. Ketinggian ini menjamin kestabilan panas dan aerasi

udara yang cukup. Pada akhir pengomposan, tinggi timbunan tersebut akan turun menjadi kira-kira sepertiga bagian.

Nitrogen merupakan unsur utama yang dibutuhkan oleh bakteri penghancur sampah untuk tumbuh dan berbiak dengan baik. Oleh karena itu, jumlah nitrogen dalam bahan-bahan pengomposan harus cukup untuk menjamin berlangsungnya proses pengomposan yang berhasil. Bahan-bahan yang lunak atau sisa sayuran merupakan sumber nitrogen yang cukup sehingga baik digunakan dalam pembuatan kompos.

Timbunan kompos harus selalu dijaga kelembabannya untuk mempercepat proses pengomposan. Berdasarkan pengalaman di lapangan, kelembaban timbunan berkisar antara 40% sampai dengan 60% atau selembab karet busa yang diperas. Untuk bahan dasar yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan atau sayuran, tidak membutuhkan air pada waktu permulaan. Sedangkan untuk bahan-bahan dari ranting atau bahan-bahan keras lainnya, pemberian air harus dilakukan. Akan tetapi, cara pemberiannya perlu diperhatikan agar tidak terjadi kelebihan air yang dapat menyebabkan tumbuhnya bakteri anaerob serta tumbuhnya jamur yang tidak dikehendaki dalam proses pengomposan.

Bak penampungan juga mempengaruhi proses pengomposan. Oleh karena itu, bak penampungan harus menjamin adanya udara masuk yang cukup. Biasanya bak terbuat dari kayu-kayu yang dipersatukan serta memiliki jarak tertentu untuk aerasi udara.

Pengadukan dilakukan pada beberapa minggu setelah proses pengomposan. Tujuan pengadukan adalah memisah-misahkan bahan yang memadat dan memberikan udara yang cukup. Selain itu, per

dimaksudkan agar proses pembusukan/pengomposan berlangsung merata.

Bahan Stimulator Pengomposan

Beberapa cara pembuatan kompos telah dilakukan baik di laboratorium maupun di lapangan, antara lain secara tradisional dan secara modifikasi. Cara-cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Akan tetapi dengan semakin meningkatnya jumlah sampah serta permasalahan-permasalahan yang ditimbulkannya, perlu dicari alternatif pembuatan kompos yang tercepat dengan bahan termurah dan mampu mensuplai lebih banyak hara pada tanah. Usaha ini diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang timbul akibat meningkatnya jumlah sampah.

Dalam pembuatan kompos telah digunakan beberapa bahan stimulator untuk mempercepat proses pengomposan, antara lain urea, kapur dan pupuk kandang. Pembuatan kompos secara tradisional, yaitu dengan menimbun bahan mentah tanpa pemberian bahan-bahan stimulator memerlukan waktu cukup lama yaitu 6 bulan, sedangkan dengan menggunakan bahan-bahan stimulator, kompos yang masak dapat diperoleh pada umur antara 2 - 3 bulan (Murbandono, 1995).

Pupuk Kandang. Pupuk kandang umumnya digunakan langsung bagi perbaikan sifat tanah dengan cara dibenamkan dalam tanah. Selain itu, ia digunakan pula sebagai bahan stimulator pada proses pengomposan. Hal ini karena kandungan unsur N-nya yang tinggi di samping P dan K

nya yang tinggi pula. Nitrogen dalam pupuk kandang sangat diperlukan sebagai makanan mikroba pengurai pada kompos.

Urea. Urea merupakan salah satu pupuk anorganik bagi perbaikan sifat tanah. Rumus kimianya adalah $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Urea mengandung unsur N yang tersedia bagi tanaman dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- bila telah teroksidasi. Kandungan N pada urea cukup tinggi yaitu 45 - 46%. Seperti halnya nitrogen (N) pada pupuk kandang, N dalam urea juga berfungsi sebagai bahan stimulator yang diperlukan oleh mikroba pengurai dalam proses dekomposisi kompos.

Effective Microorganism (EM4). Salah satu teknologi terbaru dalam mempercepat proses pengomposan adalah dengan menggunakan *Effective Microorganism 4* (EM4). EM4 merupakan suatu produk teknologi yang masih baru yang merupakan suatu inokulan yang mengandung 90% bakteri fermentasi dari genus *Lactobacillus* dan bakteri penghasil asam laktat. EM4 bertindak sebagai inokulan yang melakukan fermentasi untuk mengaktifkan mikroorganisme yang sudah ada sehingga pengomposan berlangsung lebih baik. Beberapa penelitian di rumah kaca telah dilakukan di laboratorium mikrobiologi tanah Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak), Sindang Barang, Bogor dengan menunjukkan hasil positif terhadap penggunaan EM4. Namun masih sedikit penelitian tentang efektivitas EM4 terhadap proses pengomposan yang dilakukan di lapangan. Oleh karena itu, suatu penelitian yang dilakukan di lapangan masih diperlukan (Prastowo, dkk, 1995).

Indikator Kemasakan Kompos

Kemasakan kompos atau kecepatan proses dekomposisi dapat dilihat dari sifat fisik, kimia dan biologi kompos. Sifat fisik dari kompos yang telah masak ditunjukkan oleh warna yang gelap menuju hitam, bau seperti tanah dan tidak busuk, ukuran partikel kira-kira sebesar serbuk gergaji, bila dikepal kuat tidak menggumpal keras dan suhunya kira-kira sama dengan suhu lingkungan. Sifat fisik yang lain dapat dilihat dari sisa ayakan dari kompos yang telah dikeringkan. Semakin banyak sisa ayakan yang kasar berarti semakin lama proses dekomposisi berlangsung. Sifat kimia kompos yang telah masak ditunjukkan oleh perbandingan karbon (C) dengan nitrogen (N) antara (15 - 20) : 1, mengandung NPK antara 0,5% - 3%, dan mengandung asam humus yang berguna dalam mengkondisikan tanah. Sedangkan secara biologi, kompos yang masak tidak menjadi sumber bibit penyakit baik bagi tanaman maupun lingkungan atau tidak menjadi media hidup bagi organisme-organisme yang merugikan (Soepardi, 1983).

Ringkasan Tinjauan Pustaka

Dengan semakin meningkatnya jumlah tanah kritis, maka semakin sangat diperlukan tersedianya unsur hara tambahan dalam tanah. Sementara itu, masalah jumlah sampah yang terus meningkat, sebagai akibat dari pesatnya pertumbuhan penduduk, juga harus mendapat penanganan dengan segera. Padahal, sampah memiliki kegunaan sebagai sumber bahan organik yang dapat mensuplai ketersediaan hara tanah.

Kompos atau dalam hal ini adalah sampah yang telah terdekomposisi, telah diketahui kegunaannya sejak dahulu. Namun, adanya permasalahan tanah kritis dan jumlah sampah yang semakin meningkat ini, menyebabkan alternatif untuk mempercepat proses dekomposisi sampah dibandingkan dengan yang telah ada saat ini menjadi salah satu usaha yang sangat diharapkan. Kegiatan ini dimaksudkan selain untuk mengurangi jumlah sampah yang menumpuk, juga dapat menyediakan unsur hara yang diperlukan tanah kritis sebagai hasil dari proses dekomposisi tersebut.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh perbedaan bahan-bahan tambahan atau stimulator yaitu urea, pupuk kandang, dan EM4 dalam mempercepat proses dekomposisi sisa sayuran dan tanaman.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian tentang proses dekomposisi sisa tanaman ini dilakukan selama Sembilan bulan, yaitu mulai Desember 1995 sampai dengan Agustus 1996. Penelitian dilakukan di sebuah kebun percobaan di daerah Pondok Pucung, Tangerang. Kegiatan penelitian dimulai dari persiapan sampai dengan penulisan laporan.

Bahan dan Alat

A. Bahan untuk kompos

Bahan untuk pembuatan kompos adalah sisa tanaman (sayuran, dahan-dahan, ranting, sampah halaman dan lain-lain), urea, pupuk kandang atau kotoran ternak, effective microorganism 4 (EM4), air, dan tanah untuk menimbun.

B. Bahan untuk bak dekomposisi

Bahan untuk bak dekomposisi adalah areal atau lahan seluas $\pm 8 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$, bambu, gedek, gubuk (atap rumbia), plastik, kawat, dan kayu.

C. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan kompos adalah cangkul, garpu, kayu pengaduk, arit/pisau, ayakan tanah, dan timbangan.

Metode Penelitian

Kegiatan penelitian meliputi langkah-langkah: persiapan, proses pengomposan, pengamatan, pengeringan, dan pengayakan kompos, analisa data, dan diakhiri dengan penulisan dan penyerahan laporan.

Persiapan

Kegiatan persiapan diawali dengan menyiapkan lahan, bahan-bahan dan alat-alat yang diperlukan untuk pembuatan kompos. Kegiatan berikutnya, membuat petak-petak (bedengan) tempat pengomposan berukuran 1,25 m x 1,25 m x 1,25 m sebanyak 4 buah dan jarak antara petaknya 100 cm. Petak-petak diberi nomor dengan I, II, III, IV, dan pada masing-masing tepi petaknya dibuat saluran pembuangan air. Hal ini adalah untuk menghindari terjadinya genangan air. Selanjutnya guna menghindari siraman air hujan dan terik sinar matahari langsung, di atas ke-4 petak tadi dibuat gubuk setinggi \pm 2,5 m yang beratapkan rumbia dan tiang-tiangnya terbuat dari bambu.

Kemudian, bahan dasar kompos yang terdiri dari sisa tanaman (sayuran, dahan-dahan, ranting, sampah halaman dan lain-lain) dikumpulkan, dan diangkut ke tempat pengomposan.

Proses Pengomposan

Proses pengomposan dilakukan dengan cara menyusun (menimbun) bahan-bahan dasar kompos pada petak-petak (bedengan) yang telah dipersiapkan. Caranya sebagai berikut.

1. Pada petak I, II, III
 - a. Membuat lapisan dasar terdiri dari bahan-bahan dasar yang agak keras/kasar seperti ranting, dahan, sampah halaman, gulma/rumput \pm setinggi 25 cm.
 - b. Menyusun (menimbun) lapisan dasar sisa tanaman setinggi \pm 25 cm.
 - c. Kemudian menambahkan bahan stimulator dengan aturan sebagai berikut.
 - 1) menaburkan pupuk kandang pada petak I, dengan dosis 50 kg/ton sisa tanaman.
 - 2) menyiramkan EM4 pada petak II, dengan dosis 1 liter/ton sisa tanaman.
 - 3) menaburkan urea pada petak III, dengan dosis 5 kg/ton sisa tanaman.
 - d. Memerciki timbunan dengan air secukupnya
 - e. Mengulangi perlakuan butir 1b, 1c, dan 1d berulang-ulang sampai timbunan mencapai ketinggian 1 - 1,25 m.
2. Pada petak IV (Kontrol)
 - a. Melakukan kegiatan seperti butir 1a.
 - b. Melakukan kegiatan seperti butir 1b.
 - c. Memerciki timbunan dengan air secukupnya.
 - d. Mengulangi perlakuan 2b dan 2c berulang-ulang sampai timbunan mencapai ketinggian antara 1 -1,25 m.
3. Selanjutnya menutup seluruh petak (I, II, III dan IV) dengan tanah dan memerciki dengan air secukupnya.
4. Menutup semua petak dengan gedek.

5. Selanjutnya, timbunan dijaga agar terhindar dari genangan air dan perubahan-perubahan terhadap penutupan timbunan.
6. Di samping itu, agar proses dekomposisi berlangsung merata dan sempurna, setiap minggu dilakukan pengadukan timbunan sampah.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap minggu, dengan memperhatikan perubahan yang terjadi pada masing-masing timbunan sampah (dalam petak I, II, III, IV). Perubahan yang diamati adalah perubahan pada masing-masing petak dengan melihat volume, suhu, warna, bau, ukuran partikel, dan populasi organisme (belatung, jamur, dan lain-lain). Semua perubahan ini dicatat dan sebagian direkam dengan slide/foto untuk mempermudah membandingkan perubahan yang terjadi pada keempat petak yang diamati.

Proses dekomposisi dianggap selesai apabila kompos menunjukkan sifat fisik seperti: warna hitam, bau seperti tanah, ukuran partikel seperti pasir atau serbuk gergaji dan bila digenggam tidak menggumpal, tidak ada jamur dan belatung yang muncul dan suhu sama dengan suhu udara. Selanjutnya masing-masing kompos dikeringkan, kemudian diayak. Pengamatan secara fisik diakhiri dengan melihat jumlah dan ukuran sisa kasar ayakan pada masing-masing kompos yang mendapat perlakuan yang berbeda.



Gambar 1. Petak dan Bedengan Pembuatan Kompos

Analisa Data

Setelah data hasil pengamatan sifat fisik kompos diperoleh maka dilakukan analisa terhadap data tersebut. Hasil analisa data akan menunjukkan ada dan tidaknya perbedaan masing-masing sifat fisik kompos diantara keempat perlakuan, yaitu kompos yang dibuat dengan memakai stimulator pupuk kandang, urea, Effective Microorganism (EM4), dan tanpa perlakuan atau kontrol.

Selanjutnya disusun laporan dengan menjawab tujuan melakukan penelitian ini, yaitu melihat kemungkinan penggunaan sisa tanaman sebagai bahan dasar kompos, melihat kemungkinan penggunaan kompos untuk perbaikan tanah kritis, melihat perbedaan-perbedaan pemberian bahan stimulator terhadap kecepatan dekomposisi, dilihat dari sifat fisik kompos yang dihasilkan serta menyimpulkan bahan stimulator yang paling cepat dalam proses dekomposisi.

JADWAL KEGIATAN PENELITIAN

No.	Kegiatan	Desember 95				Jan'96				Feb'96				Maret 96				April 96				Mei 96				Juni 96				Juli 96				Agust 96				Sept 96				Okt 96			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Persiapan																																												
2	Pengomposan																																												
3	Pengamatan																																												
4	Pengadukan																																												
5	Pengeringan																																												
6	Pengayakan																																												
7	Analisa Tanah																																												
8	Analisa Data																																												
9	Penulisan Laporan																																												
10	Pelaporan																																												

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap sifat fisik kompos: (volume, suhu, warna, bau, ukuran partikel, dan organisme) yang dilakukan tiap minggu selama kurang lebih 2 bulan, serta jumlah sisa ayakan setelah pengeringan kompos, disajikan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 7.

Pengamatan dihentikan pada saat kompos telah menunjukkan kematangan, yaitu dilihat dari sifat-sifat fisiknya. Oleh karena itu, masing-masing kompos dengan bahan stimulator yang berbeda, lamanya waktu pengamatan sampai saat kemasakan kompos tercapai adalah berbeda. Kompos dengan bahan stimulator EM4, pengamatannya dihentikan pada minggu ke-6; kompos dengan bahan stimulator pupuk kandang, pengamatannya dihentikan pada minggu ke-8; kompos dengan bahan stimulator urea, pengamatannya dihentikan pada minggu ke-10. Sedangkan kompos tanpa bahan stimulator (kontrol), pengamatannya dihentikan pada minggu ke-13.

Sesuai dengan tujuan dari penelitian, didapatkan bahwa ternyata sisa tanaman yang sudah tidak memiliki nilai ekonomis dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos. Diharapkan nantinya, kompos yang dihasilkan dapat dijadikan salah satu alternatif bahan untuk memperbaiki tanah kritis. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahan stimulator yang paling mempercepat proses dekomposisi, terhadap sisa tanaman. Oleh karena itu, maka urutan pembahasan hasil penelitian selengkapnya disajikan berdasarkan atas urutan tujuan penelitian tersebut.

Sisa Tanaman Sebagai Bahan Kompos

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sisa tanaman yang berupa sisa sayuran, sampah halaman, dan lain-lain, yang semula tidak memiliki nilai ekonomis bisa digunakan sebagai bahan dasar kompos dengan cara memberikan perlakuan tertentu yaitu memberikan lingkungan yang cocok untuk berlangsungnya proses dekomposisi. Dalam waktu antara 6 minggu sampai dengan 13 minggu sisa-sisa tanaman telah berubah menjadi kompos, dengan warna, bau, dan penampilan fisik yang berbeda dari bahan aslinya. Kondisi atau lingkungan yang cocok dalam proses perubahan tersebut, antara lain ditentukan oleh ukuran timbunan (panjang, lebar dan tinggi). Ukuran timbunan berpengaruh terhadap suhu di dalam timbunan yang selanjutnya berpengaruh terhadap kehidupan bakteri pengurai yang ada di dalamnya.

Lingkungan yang lain adalah jumlah air atau hujan dan sinar matahari yang sesuai. Lingkungan untuk pembuatan kompos yang sesuai adalah, terhindar dari siraman air hujan langsung dan sinar matahari langsung. Air yang berlebihan pada timbunan menyebabkan matinya bakteri pengurai dan tumbuhnya bakteri patogen. Di samping itu, dengan air yang berlebihan akan tumbuh jamur dan organisme lain yang mengganggu proses perombakan sisa tanaman sehingga menimbulkan bau kurang sedap. Dengan jumlah air cukup, bakteri pengurai akan hidup dan melakukan dekomposisi terhadap sisa tanaman.

Sinar matahari yang berlebihan tidak baik bagi pembuatan kompos, yaitu menyebabkan kandungan air dalam timbunan cepat menguap.

Selanjutnya timbunan cepat mengering dan bakteri pengurai kekurangan air dan mati sehingga proses perombakan tidak berlangsung dengan sempurna. Oleh karena itu, agar proses perombakan sisa tanaman berlangsung dengan baik, harus diusahakan agar sinar matahari tidak langsung menyinari timbunan sisa tanaman.

Cara menghindarkan timbunan sisa tanaman dari hujan dan sinar matahari langsung adalah dengan menimbun sisa tanaman di dalam bedengan/petakan dengan ukuran optimal. Selanjutnya di atas bedengan dibuat gubuk, dan untuk mengalirkan air yang berlebih, dibuat parit di sekitar bedengan.

Menempatkan timbunan sisa tanaman di atas tanah, juga merupakan salah satu cara memberikan lingkungan yang cocok bagi sisa tanaman. Cara tradisional yang sering digunakan adalah menimbun sisa tanaman dalam lubang di dalam tanah. Kondisi ini tidak memberikan lingkungan yang cocok bagi sisa tanaman. Lubang dalam tanah memiliki sirkulasi udara yang kurang baik dibanding dengan sirkulasi udara di atas tanah. Hal ini menyebabkan bakteri pengurai sisa tanaman tidak dapat bekerja dengan baik. Oleh karena itu, salah satu lingkungan yang cocok bagi penguraian sisa tanaman adalah penimbunan di atas tanah.

Untuk membuat kompos, di samping kondisi-kondisi atau lingkungan-lingkungan yang diberikan pada sisa tanaman harus sesuai, juga diperlukan bahan-bahan tambahan yang dapat mempercepat proses pengomposan (bahan stimulator). Dengan penambahan bahan stimulator diharapkan, dapat segera diperoleh kompos yang sempurna, dan lebih cepat masak, sehingga kompos bisa segera digunakan.

Usaha-usaha mendapatkan kompos yang sempurna, sangat mudah dilakukan. Selain itu, bahan-bahan dasar yang digunakan juga sangat murah. Berdasarkan literatur, kompos memiliki manfaat untuk perbaikan tanah kritis.

Dapat dikatakan bahwa sisa tanaman yang semula tidak memiliki nilai ekonomis dapat digunakan sebagai bahan kompos, yaitu dengan cara memberikan kondisi atau lingkungan yang cocok. Namun demikian, perlu dibuktikan bahwa kompos merupakan salah satu alternatif bahan untuk memperbaiki tanah kritis. Dalam penelitian kali ini, untuk melihat kemungkinan penggunaan kompos, dilakukan analisa terhadap sifat fisik kompos hasil dekomposisi pada penelitian kali ini.



Gambar 2. Sisa Tanaman Pada Awal Pembuatan Kompos



Gambar 3. Sisa Tanaman Setelah Menjadi Kompos

Analisa Sifat Fisik Kompos

Analisa terhadap sifat fisik kompos merupakan salah satu cara dalam melihat peranan kompos untuk perbaikan tanah kritis, di samping analisa terhadap sifat kimia dan biologi kompos (Murbandono, 1995).

1. Suhu

Pengamatan terhadap perubahan suhu rata-rata tiap minggu dilakukan secara manual, yaitu melihat perbedaan suhu di antara keempat kompos dengan bahan stimulator yang berbeda. Cara mengukur suhu, dilakukan dengan melihat perubahan-perubahan yang terlihat pada timbunan, misalnya uap panas yang timbul dan memegangnya untuk merasakan panas atau tidak. Perubahan suhu kompos dikelompokkan menjadi 4 kategori yaitu panas dengan uap panas, panas tanpa uap (panas), hangat dan agak hangat.

Perubahan suhu merupakan salah satu indikator proses perombakan bahan organik (sisa tanaman) oleh mikroba (Hakim dan Moersidi, 1982). Suhu maksimum yang dicapai sangat penting artinya dalam proses pengomposan dan juga bagi upaya pemusnahan mikrobia patogen serta parasit dan bibit tanaman pengganggu yang terkandung di dalam bahan kompos.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Suhu Kompos dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Bahan Stimulator	Pengamatan pada Minggu ke-								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EM4	panas beruap	panas beruap	panas beruap	panas	panas	hangat			
Pupuk Kandang	panas	panas	panas beruap	panas beruap	panas beruap	panas	panas	hangat	----
Urea	panas	panas	panas	panas beruap	panas beruap	panas beruap	panas beruap	panas	panas
Kontrol (tanpa bahan stimulator)	hangat	hangat	hangat	hangat	panas	panas	panas beruap	panas beruap	panas

Tabel 1 menunjukkan bahwa kompos dengan bahan stimulator EM4 mencapai suhu maksimum pada minggu ke-1, 2 dan 3. Kompos dengan bahan stimulator pupuk kandang mencapai suhu maksimum pada minggu ke-3, 4 dan 5. Kompos dengan bahan stimulator urea mencapai suhu maksimum pada minggu ke-4 sampai ke-7, sedangkan kompos tanpa bahan stimulator (kontrol) mencapai suhu maksimum mulai pada minggu ke-7.

Hal di atas dapat dijelaskan bahwa EM4 merupakan bahan stimulator tercepat dilihat dari suhu maksimum yang ditimbulkan, disusul pupuk kandang dan urea. Sedang kompos tanpa bahan stimulator, untuk mencapai suhu maksimum memerlukan waktu yang lebih lama. Keadaan ini juga menunjukkan bahwa pembuatan kompos dengan bahan stimulator lebih cepat dibanding tanpa bahan stimulator. Di samping itu, kompos dengan bahan stimulator EM4 paling cepat terdekomposisi dilihat dari suhu maksimumnya. Urutan kecepatan dekomposisi dilihat dari suhu maksimum adalah kompos dengan stimulator EM4 > pupuk kandang > urea > kontrol.

2. Warna

Indikator kedua dalam kecepatan proses dekomposisi kompos adalah warna. Warna kompos dipengaruhi oleh kandungan hara. Semakin banyak kandungan hara semakin gelap warna tanah. Karena itu, semakin cepat pematangan kompos berarti semakin cepat selesainya proses dekomposisi dan semakin cepat tersedianya unsur-unsur hara-hara dalam kompos. Sehingga makin matang kompos berarti makin banyak hara dalam kompos yang sudah tersedia. Hal inilah yang mempengaruhi pengamatan terhadap warna kompos, di mana kompos yang sudah matang ditunjukkan oleh warnanya yang makin gelap.

Tabel 2. Hasil Pengamatan **Warna Kompos** dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Bahan Stimulator	Pengamatan Minggu Ke									
	Awal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EM4	hijau	coklat/kepu-tihan	coklat kuning	coklat	hitam	hitam tanah	hitam	-	-	-
Pupuk Kandang	hijau	coklat hijau	coklat hijau	coklat	coklat hitam	hitam	hitam	hitam	hitam	-
Urea	hijau	hijau	coklat hijau	coklat	hitam	hitam	hitam	hitam	hitam	-
Kontrol	hijau	hijau	hijau kuning	kuning kering	kuning coklat	coklat	coklat	coklat	coklat hitam	coklat hitam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos mengalami perubahan warna dari hijau, coklat kering sampai hitam. Kompos dengan bahan stimulator EM4 mulai menunjukkan warna hitam pada minggu ke-4 dan tidak terlihat lagi warna asli bahan-bahan dasar, demikian juga kompos dengan bahan stimulator pupuk kandang dan urea. Sedangkan pada kontrol, menunjukkan perubahan warna menuju hitam pada minggu ke-8.

Keadaan ini menunjukkan bahwa, berdasarkan perubahan warna, bahan stimulator EM4, pupuk kandang, dan urea lebih mempercepat proses dekomposisi dibandingkan tanpa bahan stimulator.

3. *Bau*

Indikator ketiga dalam menentukan kecepatan dekomposisi kompos adalah bau. Bau kompos menunjukkan adanya proses perombakan sisa tanaman. Bau yang tidak sedap menunjukkan bahwa mikroba dalam tanah bekerja belum sempurna. Apabila dekomposisi berjalan sempurna maka kompos tidak berbau busuk lagi, tapi berbau seperti tanah.

Tabel 3. Hasil Pengamatan **Bau Kompos** dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Bahan Stimulator	Pengamatan Minggu Ke									
	Awal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EM4	floral	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau (spt.tnh)	tidak berbau (spt.tnh)			
Pupuk Kandang	floral	busuk	busuk (agak berbau)	agak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau (spt.tnh)	tidak berbau	tidak berbau	
Urea	floral	busuk	busuk	agak berbau	agak berbau	agak berbau	agak berbau	agak berbau	tidak berbau	tidak berbau
Kontrol	floral	floral	tidak berbau	berbau busuk	agak berbau	agak berbau	agak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kompos dengan bahan stimulator EM4 tidak menimbulkan bau selama proses dekomposisi berlangsung. Sedangkan kompos dengan bahan stimulator yang lainnya menimbulkan bau tidak enak. Bau seperti tanah diperoleh pada saat kompos dengan bahan stimulator EM4 berumur lima minggu, dan kompos dengan bahan stimulator pupuk kandang pada umur enam minggu. Sedangkan pada kompos dengan bahan stimulator urea dan kontrol memerlukan waktu yang lebih lama lagi untuk mencapai bau seperti tanah.

Hal ini dapat dikatakan bahwa kecepatan dekomposisi kompos, dilihat dari perubahan bau, adalah berbeda di mana stimulator EM4 lebih mempercepat proses dekomposisi, disusul pupuk kandang dan urea.

4. Ukuran Partikel

Ukuran partikel kompos merupakan indikator yang lain dalam menentukan kecepatan dekomposisi. Dekomposisi yang sempurna ditunjukkan oleh ukuran hasil dekomposisi seperti serbuk gergaji. Selain itu, bila digenggam tidak memadat dan segera terberai.

Tabel 4. Hasil Pengamatan **Ukuran Partikel Kompos** dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Bahan Stimulator	Pengamatan Minggu Ke						
	Awal	1	2	3	4	5	6
EM4	daun/ ranting/ dahan utuh	hancur/ (lemas)	hancur ranting	hancur, sebagian berbentuk serbuk gergaji	sebagian besar spt serbuk gergaji	seperti serbuk gergaji (hancur)	hancur
Pupuk Kandang	sda	utuh (lemas)	sebagian hancur/ ranting/ dahan	hancur, berserat ranting dahan	sebagian spt serbuk gergaji	sebagian besar spt serbuk gergaji	spt serbuk gergaji
Urea	sda	utuh (lemas)	sebagian hancur/ ranting/ dahan	hancur berserat	sebagian hancur tapi meng- gumpal	sebagian besar hancur	sebagian besar hancur
Kontrol	sda	utuh (lemas)	utuh	sebagian kecil hancur, tapi masih terlihat bentuk daun	sebagian hancur, bentuk daun masih terlihat ranting, daun	sebagian hancur, bentuk daun ranting, dahan terlihat	sebagian hancur ranting terlihat

Pada penelitian ini kompos dengan bahan stimulator EM4 mulai memiliki kondisi seperti serbuk gergaji pada umur lima minggu dan pupuk kandang pada umur enam minggu. Sedangkan yang dengan urea kondisi tersebut dicapai pada umur delapan minggu, dan pada kontrol lebih dari delapan minggu.

Keadaan tersebut menunjukkan bahwa dilihat dari ukuran partikel kompos, bahan stimulator EM4 dan pupuk kandang lebih mempercepat proses dekomposisi, dibandingkan dengan bahan urea maupun tanpa bahan stimulator (kontrol).

Universitas Terbuka

5. Organisme

Jumlah organisme kasad mata merupakan juga salah satu indikator kecepatan dekomposisi kompos. Pada awal-awal proses dekomposisi, yaitu pada umur 1 minggu merupakan umur kompos dengan populasi organisme yang besar. Organisme tersebut antara lain belatung dan jamur. Pada umur kompos 1 minggu jumlah makanan masih banyak, jumlah air, udara dan suhu masih normal. Akan tetapi pada umur-umur selanjutnya, pada proses dekomposisi yang berjalan sempurna, organisme-organisme tersebut makin berkurang, karena kondisi kompos (suhu, kandungan air, jumlah udara) tidak sesuai lagi. Dan pada saat kompos sudah masak, berarti proses dekomposisi sudah selesai maka organisme tersebut sudah tidak ada.

Tabel 5. Hasil Pengamatan **Organisme Kompos** dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Bahan Stimulator	Pengamatan Minggu Ke							
	1	2	3	4	5	6	7	8
EM4	belatung jamur di per- mukaan	belatung jamur	--	--	--	--	--	--
Pupuk Kandang	-----	jamur	--	--	--	--	--	--
Urea	belatung	jamur	jamur	--	--	--	--	--
Kontrol	jamur	jamur	jamur	--	--	--	--	--

Pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa pada umur 1 - 3 minggu, masih banyak terdapat organisme pada keempat kompos dengan bahan stimulator yang berbeda. Pada umur selanjutnya, jumlah organisme mulai berkurang dan menjadi tidak ada. Dapat dikatakan bahwa jumlah organisme tidak dapat digunakan sebagai indikator untuk melihat kecepatan proses dekomposisi.

6. Sisa Ayakan

Jumlah dan ukuran sisa ayakan merupakan indikator terakhir yang digunakan dalam penelitian ini. Sisa ayakan merupakan bahan kasar atau keras yang sulit terdekomposisi dalam waktu beberapa minggu, misalnya: ranting, kayu-kayu dan lain-lain. Semakin sedikit dan semakin kecil ukuran sisa ayakan semakin sempurna berlangsungnya proses dekomposisi.

Tabel 6. Hasil Pengamatan **Sisa Ayakan Kompos** dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Bahan Stimulator	Ukuran Sisa Ayakan	Jumlah Sisa Ayakan
EM4	serabut ranting	sedikit
Pupuk Kandang	serabut ranting, dahan	agak banyak
Urea	serabut ranting, dahan	agak banyak
Kontrol	serabut ranting dan dahan, serta daun yang agak hancur	banyak

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kompos dengan bahan stimulator EM4 mempunyai ukuran sisa ayakan yang paling halus yaitu berupa serabut-serabut sisa dekomposisi kayu dan ranting. Kompos dengan bahan-bahan stimulator pupuk kandang dan urea memiliki ukuran sisa ayakan lebih kasar dibanding EM4 yaitu selain berupa serabut kayu juga ranting-ranting atau dahan-dahan. Sedangkan pada kompos tanpa bahan stimulator, sisa ayakannya masih tampak berupa hancuran daun serabut kayu dan ranting.

Dapat dikatakan bahwa, dari ukuran sisa ayakan kompos yang terlihat, bahan stimulator EM4 lebih mempercepat proses dekomposisi kompos, dibandingkan dengan bahan stimulator pupuk kandang, urea dan tanpa bahan stimulator.

Sedangkan, berdasarkan jumlah sisa ayakan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos dengan bahan stimulator EM4 mempunyai jumlah sisa ayakan yang lebih sedikit dibandingkan dengan sisa ayakan pada kompos dengan bahan stimulator yang lain dan tanpa bahan stimulator.

7. Volume

Selain indikator-indikator sifat fisik yang telah dibahas, pengamatan di lapang pada penelitian ini juga dilakukan terhadap volume kompos. Tabel 7 menunjukkan bahwa pada akhir proses pengomposan volume kompos dengan bahan stimulator EM4 dan pupuk kandang, adalah seperempat bagian, sedangkan kompos dengan bahan stimulator urea dan tanpa bahan stimulator masing-masing adalah sepertiga bagian.

Penyusutan volume merupakan indikator proses dekomposisi. Penyusutan volume kompos terutama dipengaruhi oleh jenis bahan. Bahan yang berasal dari tanaman sukulen, sayuran, dan tanaman setahun umumnya mengandung banyak air sehingga mudah hancur dan airnya mengering/menguap.

Tabel 7. Hasil Pengamatan **Volume Kompos** dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Bahan Stimulator	Pengamatan Minggu Ke										
	Awal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EM4	1 bg	2/3	1/2	< 1/2	1/3	1/3	1/4	1/4			
Pupuk Kandang	1 bg	2/3	1/2	< 1/2	< 1/2	1/3	1/3	1/4	1/4	1/4	1/4
Urea	1 bg	3/4	1/2	1/2	< 1/2	< 1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Kontrol	1 bg	4/5	2/3	> 1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan sebagian besar berasal dari sisa sayuran, di samping juga sampah halaman dan lain-lain. Oleh karena itu, penyusutan volume yang menjadi seperempat - sepertiga bagian dapat dimengerti. Sejauh ini, belum ditemukan literatur ataupun penelitian yang membahas tentang hubungan antara kecepatan dekomposisi dengan perbedaan bahan stimulator dan volume kompos yang dihasilkannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan stimulator EM4, lebih baik dalam mempercepat proses dekomposisi, disusul pupuk kandang, urea, dan kontrol (tanpa bahan stimulator). Perbedaan bahan stimulator yang berarti perbedaan dalam jumlah kandungan bahan kimia serta kecepatan tersedianya bahan-bahan kimia tersebut bagi bakteri pengurai, merupakan penjelasan bagi perbedaan kecepatan proses dekomposisi. Bahan kimia utama dalam bahan-bahan stimulator yang sangat berguna sebagai energi (makanan) mikroba/bakteri pengurai adalah Nitrogen.

EM4 (Effective Microorganism 4) merupakan cairan yang berisi inokulan yang mengandung 90% bakteri fermentasi dari genus *Lactobacillus* dan bakteri penghasil asam laktat. Karena berisi bakteri, maka EM4 dapat langsung aktif berperan dalam proses pengomposan.

Pupuk kandang, merupakan pupuk organik yang mengandung Nitrogen (N) cukup tinggi. Nitrogen dalam pupuk kandang lebih mudah tersedia, apalagi diberikan dalam kondisi basah. Nitrogen dalam pupuk kandang dapat langsung dimanfaatkan oleh bakteri pengurai sebagai makanannya (energinya). Selanjutnya bakteri yang telah mendapatkan

energi yang cukup, dapat melakukan penguraian/perombakan terhadap sisa tanaman.

Urea merupakan pupuk anorganik yang mengandung Nitrogen (N) cukup tinggi, yaitu 45 - 46%. Namun, Nitrogen tidak dapat langsung tersedia seperti pada pupuk kandang. Agar tersedia, Nitrogen dalam urea harus bereaksi dengan Oksigen atau Hidrogen menjadi NO_3^- atau NH_4^+ . Setelah reaksi kimia tersebut, Nitrogen dalam bentuk nitrat dan amonium tersebut baru dapat dimanfaatkan oleh bakteri pengurai sebagai energinya. Setelah energi/makanannya terpenuhi, bakteri/mikroba bekerja melakukan penguraian terhadap sisa tanaman.

Dikatakan bahwa, dalam proses pengomposan dengan EM4 bakteri pengurai tidak membutuhkan waktu untuk langsung menguraikan sisa tanaman. Dengan pupuk kandang, bakteri pengurai perlu waktu untuk menggunakan energi/makanan dari pupuk kandang sebelum bekerja menguraikan sisa tanaman. Dengan urea, Nitrogen harus diubah dalam bentuk tersedia dulu, baru dimanfaatkan oleh bakteri, dan selanjutnya bekerja menguraikan sisa tanaman.

Dapat disimpulkan bahwa berdasarkan perbedaan kandungan bahan kimia dan kecepatan ketersediaan bahan kimia dalam bahan stimulator, menyebabkan perbedaan kecepatan proses dekomposisi kompos dengan pemberian bahan stimulator yang berbeda.

Prospek Kompos Bagi Perbaikan Sifat Tanah Dilihat dari Sifat Fisik Kompos

Penelitian kali ini memusatkan pengamatan terhadap sifat-fisik kompos, antara lain: suhu, warna, bau, ukuran partikel, organisme, sisa ayakan dan volume. Dari ketiga bahan stimulator, yaitu EM4, pupuk kandang dan urea, ternyata kompos dengan bahan stimulator EM4, secara keseluruhan dilihat dari sifat-sifat fisik yang diamati, memberikan penampakan terbaik, sehingga disimpulkan bahwa EM4 sebagai bahan stimulator lebih cepat melakukan proses dekomposisi sisa tanaman dibanding bahan stimulator lain yaitu pupuk kandang dan urea.

Dari segi waktu (kecepatan) dekomposisi ternyata EM4 juga lebih cepat dibanding dengan stimulator pupuk kandang dan urea. Kemasakan kompos yang dicapai dalam waktu yang lebih singkat berarti kompos lebih siap digunakan, yang selanjutnya berarti pula kompos yang memiliki kandungan-kandungan hara ini lebih cepat tersedia bagi tanah dan tanaman.

Suhu kompos yang sama dengan suhu udara sekitar berarti kompos dapat langsung digunakan dalam tanah. Kompos dengan suhu yang masih tinggi belum dapat langsung dimanfaatkan, karena akan berakibat matinya organisme dalam tanah.

Warna kompos yang hitam berarti dekomposisi telah berlangsung dengan baik dan hara-hara dalam kompos telah tersedia untuk digunakan. Oleh karena itu, kompos yang perubahan warna menjadi gelapnya lebih cepat berarti lebih cepat tersedia kandungannya, dan berarti pula lebih cepat bisa digunakan di dalam tanah.

Bau kompos berhubungan dengan kegiatan perombakan sisa tanaman serta proses kimianya. Bau kompos yang tidak busuk atau bau yang sudah seperti tanah menunjukkan proses dekomposisi yang berlangsung sempurna, hal ini juga menunjukkan bahwa kompos telah siap digunakan. Semakin cepat kompos berbau seperti tanah berarti semakin cepat kompos bisa digunakan.

Ukuran partikel berhubungan dengan kemasakan kompos. Ukuran partikel kompos yang sebesar serbuk gergaji mempengaruhi sifat-fisik tanah yang akan mendapatkan tambahan kompos tersebut. Tanah akan lebih gembur (terburai) sehingga memberikan ruangan dan aerasi yang cukup untuk perkembangan akar. Jadi dapat dikatakan ukuran partikel kompos berhubungan dengan perkembangan akar tanaman.

Organisme pada kompos dalam penelitian ini adalah jamur dan belatung. Semakin sedikit jumlah organisme tersebut, berarti semakin sedikit gangguan organisme terhadap pertumbuhan tanaman, ataupun terhadap jalannya reaksi antara bahan organik atau kompos dengan tanah.

Sisa ayakan yang sedikit menunjukkan bahwa proses dekomposisi berlangsung lebih sempurna dan selanjutnya mempercepat ketersediaan hara yang diperlukan bagi tanah dan tanaman.

Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kompos yang mempunyai sifat-fisik lebih baik, akan memberikan dampak yang lebih baik bagi perbaikan tanah, misalnya terhadap kecepatan ketersediaan hara dalam tanah serta kondisi partikel tanah untuk pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini menunjukkan bahwa, dengan melihat sifat-sifat fisik kompos, EM4 memberikan hasil pemasakan kompos yang paling cepat. Berdasarkan analisa terhadap dampak sifat-fisik kompos tersebut terhadap perbaikan sifat tanah, maka kompos dengan bahan stimulator EM4 akan paling cepat dapat memperbaiki sifat tanah.

Ringkasan

Penelitian kali ini, menunjukkan bahwa sisa tanaman dapat dimanfaatkan sebagai kompos, dengan cara memberikan perlakuan/kondisi yang sesuai. Kondisi-kondisi yang sesuai tersebut antara lain ukuran timbunan, suhu, air, naungan, pengadukan dan lain-lain. Di samping itu, penambahan bahan stimulator juga diperlukan untuk memperoleh kompos lebih cepat.

Penelitian tentang kecepatan dekomposisi kompos dengan menggunakan bahan stimulator yang berbeda menunjukkan hasil seperti dalam Tabel 8. Urutan kecepatan bahan stimulator adalah: berdasarkan perubahan suhu: EM4 > pupuk kandang > urea > kontrol; berdasarkan warna: EM4 > pupuk kandang > urea > kontrol; berdasarkan bau: EM4 > pupuk kandang > kontrol > urea; berdasarkan ukuran partikel: EM4 > pupuk kandang > urea > kontrol; berdasarkan jumlah organisme: EM4 = pupuk kandang = urea = kontrol; berdasarkan sisa ayakan: EM4 > pupuk kandang = urea > kontrol.

Dapat dikatakan bahwa, dengan melihat sebagian besar dari sifat fisik kompos, EM4 merupakan bahan stimulator yang lebih baik dibanding

pupuk kandang, urea dan tanpa bahan stimulator (kontrol). Dengan menganalisis sifat-fisik kompos, kompos mempunyai peluang sebagai bahan memperbaiki tanah kritis. Di samping dapat memperbaiki sifat fisik tanah, kompos juga dapat menambah hara-hara dalam tanah. Namun demikian, perlu dilakukan penelitian di lapang dengan melihat pengaruh pemberian kompos pada tanah. Hasil penelitian di lapang tersebut, diharapkan dapat mendukung hasil analisa dalam penelitian saat ini.

Tabel 8. Indikator Kecepatan Dekomposisi Kompos Dengan Perbedaan Bahan Stimulator

Indikator	Bahan Stimulator			
	EM4	Pupuk Kandang	Urea	Kontrol (Tanpa Bahan Stimulator)
Suhu	1	2	3	4
Warna	1	2	3	4
Bau	1	2	4	3
Ukuran Partikel	1	2	3	4
Organisme	1	1	1	1
Sisa Ayakan	1	2	2	3

Keterangan: No.1 Lebih baik/Lebih cepat

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan tujuan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sisa tanaman yang sudah tidak memiliki nilai ekonomis dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos.
2. Berdasarkan analisa sifat fisiknya, kompos merupakan salah satu alternatif bahan dalam memperbaiki tanah kritis.
3. Kompos dengan bahan stimulator EM4 paling cepat masak dilihat dari sifat-fisik kompos yang dihasilkan.

REKOMENDASI

Untuk menyempurnakan hasil penelitian ini, maka peneliti memberikan beberapa rekomendasi bagi penelitian lanjutan yaitu:

1. Penelitian kali ini hanya menganalisa perubahan fisik bahan organik menjadi kompos sebagai salah satu alternatif bahan dalam memperbaiki sifat tanah. Oleh karena itu, untuk penelitian lanjutan perlu dianalisa sifat kimia kompos yang dihasilkannya. Yaitu dengan melihat kandungan unsur hara pada kompos secara umum, serta perbedaan kandungan unsur hara pada kompos yang dibuat dengan bahan stimulator yang berbeda. Selanjutnya, berdasarkan kandungan unsur hara pada kompos, misalnya N, P, K, Ca, Mg, dan lain-lain, dapat ditentukan kebutuhan suatu tanah tertentu terhadap kompos.

2. Penelitian kali ini dilakukan pada musim hujan, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan pada musim kemarau. Hal ini dimaksudkan untuk melihat apakah ada perbedaan hasil antara penelitian di musim hujan dan musim kemarau, mengingat bahwa kemasakan kompos sangat dipengaruhi oleh suhu dan kandungan air.
3. Penelitian ini hanya menggunakan 1 ulangan untuk masing-masing perlakuan, sehingga perlu diteliti lagi dengan menggunakan beberapa ulangan. Bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya Ilmu Tanah, penelitian perlu dilakukan secara berulang-ulang. Sehingga, kesimpulan akhir lebih akurat, dan dapat disumbangkan bagi perkembangan Ilmu Tanah.
4. Pada penelitian kali ini, kompos dibuat dari sisa tanaman yang langsung ditimbun tanpa dihancurkan atau diperkecil ukurannya terlebih dahulu. Sehingga, perlu penelitian lanjutan dengan memperkecil ukuran sisa tanaman. Hal ini untuk melihat apakah perbedaan ukuran bahan pengomposan, berpengaruh terhadap kecepatan pengomposan.
5. Untuk mengetahui efisien tidaknya penggunaan bahan-bahan stimulator dalam pembuatan kompos, perlu dilakukan analisa biaya. Hal ini dimaksudkan untuk melihat apakah penggunaan suatu bahan yang mempercepat dekomposisi sisa tanaman, dapat dilakukan dengan biaya yang lebih murah.
6. Penelitian kali ini menganalisa sifat-fisik kompos. Untuk melihat prospeknya terhadap perbaikan tanah kritis analisa tersebut perlu

didukung oleh penelitian lanjutan di lapang dengan melihat pengaruh langsung pemberian kompos terhadap perbaikan sifat tanah kritis.

Universitas Terbuka

DAFTAR PUSTAKA

1. Direktorat Jendral Tanaman Pangan dan Hortikultura. Direktorat Bina Produksi Hortikultura. 1994. *Hasil-hasil pengujian effective micro-organisms - 4 (EM4) pada tanaman bawang putih, bawang merah, tomat dan semangka*. Jakarta.
2. Heryadi, H dan Subagyo, H. 21 Oktober 1995. *Iptek tanah dalam pembangunan pertanian modern*. Harian Kompas, hal. 2 dan 7, Jakarta
3. Kompas, 15 Oktober 1995. *Kepedulian masyarakat mendaur ulang sampah masih rendah*. Gramedia, Jakarta.
4. Kompas, 16 Oktober 1995. *Metode pengelolaan sampah di DKI tidak efisien*. Gramedia, Jakarta.
5. Lukman Hakim S. dan Moersidi S. 1982. *Pembuatan dan perbandingan pupuk kompos dari bahan sampah kota dan pengaruhnya terhadap hasil tanaman*. Puslitanak, Bogor.
6. Murbandono, L. 1995. *Membuat kompos*. Penebar Swadaya, Jakarta.
7. Prastowo, K., Subowo, E. Santoso, Amir H. dan T. Prihatini, 1995. *Dekomposisi jerami padi menggunakan EM4*. Puslitanak, Bogor.
8. Pusat Informasi Pertanian Trubus, 1994. *Kumpulan klipng kompos*. PT Trubus, Jakarta.
9. Setjamidjaja, D. dan I. Wirasmoko. 1994. *Dasar-dasar ilmu tanah*, Universitas Terbuka, Jakarta.
10. Soepardi, G. 1983. *Sifat dan ciri tanah*. IPB, Bogor.