TA/TL/2007/0212

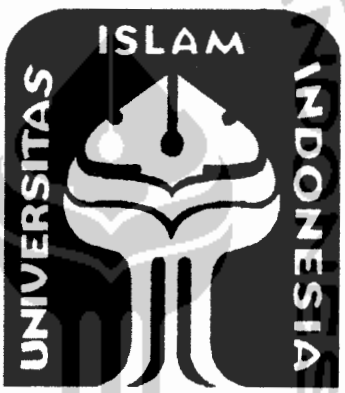
PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 10-12-2007
NO. JUDUL : 2783
NO. INV. : 5120002783001
NO. INDUK. : 002783

TUGAS AKHIR

PENGOMPOSAN SAMPAH SAYURAN DENGAN VARIASI SERBUK GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE TAKAKURA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat Sarjana Strata-1 Ujian Sarjana

Teknik Lingkungan



Disusun Oleh :

ERNISA FAUZIA

02.513.141

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PENGOMPOSAN SAMPAH SAYURAN DENGAN VARIASI SERBUK GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE TAKAKURA

Disusun oleh :

ERNISA FAUZIA

02. 513. 141

Jurusan Teknik Lingkungan UII Yogyakarta

Ir Widodo B, MSc

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 22/09/07

Eko Siswoyo, ST

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 31 - 10 - 07

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan

Pasti ada kemudahan.

Maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan,

Kerjakanlah dengan sungguh – sungguh urusan yang lain

Dan hanya kepada Allah hendaknya kita berhara[redacted]

(Q. S. Al Insyirah : 6-8)

Allah tidak akan membebani seseorang

melainkan dengan kesanggupannya.

Ia mendapat pahala dari kebajikan yang diusahakannya.

Dan ia mendapat siksa dari kejahatan yang dikerjakannya

(Q. S. Al Baqarah:286)

"Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidupku, dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta Alam".
(QS. Al An'am: 162)

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah apa - apa yang ada pada suatu kaum sampai mereka mengubah apa - apa yang ada pada diri mereka

(QS. Ar Ra'du : 11)

Kaka-kakaku tersayang.

Irman Fauzi, SE

Sallal Fauzi, Spet

Hilmy Fauzi, SE

Trima kasih teruntuk ketiga kakaku yang ganteng-ganteng(he..he..fitnah) kalian telah membuatku mengerti arti ketulusan you are my "HERO".

My Lovely

.....i

Thank u 4 ur love, 4 ur understanding ways, n 4 always being there 4 me.....

Soulmate

To : P.....

You are always in my heart and never be forgotten

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur kupanjatkan kepada,

ﷲ tuhan semesta alam

segala puji baginya yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA ,

Sholawat dan salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada

Nabi Muhammad SAW yang telah mengajarkan syariat ﷲ yang agung dan sekaligus menjadi contoh terbaik bagi umat manusia,

serta kepada keluarga dan sahabat- sahabatnya dan bagi mereka yang mengikuti jejak langkahnya dengan baik sampai akhir zaman.

Sebuah karya sepenuh hati kupersembahkan dengan penuh kebahagiaan kepada :

Ayahanda tercinta H.Dahlan

Dan

Ibunda tercinta Hj Neneng.

Yang telah melahirkanku dengan cinta, dengan penuh kesabaran, ketulusan, dan do'a yang tiada henti untuk kebaikan putra putrinya, terima kasihku untukmu ibundaku tercinta, semoga aku bisa memberikan yang terbaik teruntuk ibundaku(amin).

Rizki dari setiap tetes keringat yang mengalir, engkau selalu ingin memberikan yang terbaik untuku, engkau selalu ingin membuat mimpi -mimpiku menjadi nyata, engkau selalu mengabulkan setiap keinginanku, engkau sosok yang palig bijaksana dalam kehidupanku, engkau telah menjadi panutanku selama ini, terima kasih atas support,kesabaran dan kasih sayang yang tulus ayahandaku "I LOVE U SO MUCH", semoga aku bisa memberikan yang terbaik teruntuk ayahandaku(amin).

PENGOMPOSAN SAMPAH SAYUR – SAYURAN DENGAN VARASI SERBUK GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE TAKAKURA

Ir. Widodo B, MSc, Eko Siswoyo, ST, Ernisa Fauzia

Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Abstraksi

Sejumlah besar limbah organik dihasilkan dari kegiatan masyarakat, misalnya sampah atau limbah padat yang berasal dari hasil kegiatan pasar tradisional yang berupa sayur-sayuran maupun sayuran yang telah busuk, sayuran mengandung bahan organik yang dapat digunakan sebagai pupuk, namun selama ini sampah pasar tradisional khususnya sayur-sayuran tersebut tidak dimanfaatkan secara maksimal. Bahan organik lain seperti serbuk gergaji kayu yang merupakan limbah industri penggergajian dan selama ini sebagian masih ada yang dibuang ke sungai atau dibakar sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Untuk itu perlu adanya upaya pengolahan sampah yang baik bagi lingkungan yaitu dengan cara pengomposan.

Pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk proses pengomposan adalah sampah sayur-sayuran menggunakan variasi kotoran sapi dan serbuk gergaji, dengan perbandingan komposisi 100:0:0, 85:10:5, 70:20:10 dan 55:25:20 yang meliputi pengamatan terhadap parameter pH, suhu, C/N, N, P, K, serta mengetahui lama kematangan kompos dan menentukan komposisi optimal kompos. Untuk metode pengomposan yang digunakan adalah metode takakura.

Pada prinsipnya pengomposan dengan metode takakura merupakan proses pengomposan secara aerobik dengan menggunakan media keranjang berlubang yang terbuat dari plastik dan pada bagian dalam / dinding reaktor harus dilapisi dengan kardus sedangkan bagian bawah dan atas dilapisi dengan bantalan yang telah terisi sekam.

Setelah dilakukan penelitian, kompos dinyatakan matang yaitu pada hari ke-45 dan dari keempat variasi komposisi yang paling baik adalah reaktor 4 dengan kandungan rasio C/N = 23,2946%, Nitrogen (N) = 2,8252 %, Phospat (P) = 0,011545 %, Kalium (K) = 0,3355 %.

Kata kunci: Komposting, kotoran sapi, metode takakura, serbuk gergaji, sampah sayur-sayuran,

THE COMPOSTING VEGETABLES RUBBISH AND VARIATION OF COWS FACES AND SAWDUST WITH TAKAKURA'S METHODE

Ir. Widodo B, MSc, Eko Siswoyo, ST, Ernisa Fauzia

Departement of Environmental Engineering
Faculty of Civil Engineering and Planning
Islamic University of Indonesia

Abstract

Majority amount of organic waste resulted by human activity, such as rubbish or solid waste from activity of traditional's market like vegetable that have been fester. It is contain of organic matter that can used as fertilizer.In the other hand rubbish of traditional's market, especially vegetables doesn't used maximally. The other organic matter, such as waste of industry woods. As a long time ago, part of it waste was dumping to river or burning and it make our environment be polluted. Needed solving to minimalize this problems. For a long time it was not used optimally and always dump to landfill, where it can make enviroment problems like a release substances odors and diseases sources. It should to have a better rubbish's treatment to environment with composting.

Composting is the one alternative ways of waste treatment that have so many adventages for some aspects. Beside it can give economics bennefit, vegetables composting can give a new paradigm for farmers so that they have not suspending to chemical fertilizer. Where the use of composting for a long time can increase organic soil elements, so that the fertile of soil can be keep up.

In this research, the component for composting process are vegetables rubbish and variation cows faces and sawdust with ratio 100:0:0,85:10:5,70:20:10,55:25:20 the observtion parameters concern to pH, temperature, C/N, N, P, K and to know how long the ripping time and to determine optimal composition of compos. The methode of research composting used Takakura's methode. The principle of takakura's methode are aerobik and anaerobic process that use media basket hole from plastic and inside or wall reactor should to lining with card board box and part of bottom and top in lining with husk of pillow.

After compost be ripe on the 45th day and the best composition from four variation is in the 4st reactor with ratio content C/N= 23,2946%, Nitrogen (N)= 2,8252%,Phosphat (P)= 0,011545%, Calium (K)= 0,3355%.

Keywords : Composting, Vegetables Rubbish, Cow's Faces, Sawdust, Takakura's Methode.

2. Bapal
Univ
untuk
3. Bapal
penul
Smog
4. Bapal
selak
dari
"ide i
SWT
5. Bapal
kepad
bapak
6. Bapal
Indon
7. Bapal
Indon
terser
8. Bapal
Unive
9. Ibu Y
Indon

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji bagi ﷲ tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul ***"PENGOMPOSAN SAMPAH SAYUR – SAYURAN DENGAN VARASI SERBUK GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE TAKAKURA".*** Tugas akhir ini merupakan salah satu persaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas teknilk Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogjakarta. Sholawat dan salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada nabi Muhammad. SAW yang telah mengajarkan syariat ﷲ yang agung dan sekaligus menjadi contoh terbaik bagi umat manusia, serta kepada keluarga dan sahabat-sahabatnya dan bagi mereka yang mengikuti jejak langkahnya dengan baik sampai akhir zaman.

Mudah-mudahan laporan Tugas Akhir yang penulis buat dapat menambah pengetahuan dan berguna bagi kita semua. Walaupun dengan keterbatasan dan kekurangan yang terdapat dalam laporan ini. Dan apabila ada kekhilafan dalam pembuatan laporan ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya, afwan jiddan. Serta kritik dan saran sangat penulis harapkan guna membangun dan mengetahui kekurangan dan kesalahan yang penulis buat demi kebaikan kita semua.

Kepada semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu kesempurnaan dalam pembuatan laporan ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya, Jazakillah Khairan Khatsiran kepada:

1. Bapak Ruzadi selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

10. Bapak Ir. Hananto Hadi Purnomo, M.Sc selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia "*Semoga bapak selalu diberikan kesehatan oleh Allah SWT.amin*".
11. Semua dosen yang telah membekali pengetahuan, hikmah, nasehat dan doa kepada penulis selama menempuh jenjang perkuliahan.
12. Semua keluargaku tercinta yang selalu memberikan dorongan dan doanya selama ini.
13. Mas Agus Adi Prananto, selaku staff administrasi jurusan Teknik Lingkungan yang banyak membantu dalam berbagai administrasi Tugas Akhir ini."*Semangat mas!!!*"
14. Pak Eko Amiadji, terimakasih atas bimbingan dan ilmu-ilmu yang telah diberikan.
15. Pak Nasih UGM, terimakasih atas bimbingan dan ilmu-ilmu yang telah diberikan.
16. Bapak Tasyono, Amd dan Mas Agus selaku laboran di Laboratorium Koalitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan.
17. Sahabat – Sahabat *Tercinta*: Enviro Bersaudara (Novi, Rani, Rintis, Bani Dll) Kalian membuat kehidupanku berwarna, terima kasih telah berbagi saat--saat yang menyenangkan bersama, Kosku BS-4 (Mba Dayang, Lala, Tata, Ncut,Tuty, Dian, Linda) yang selalu memberikan support dan banyak mengajarkan ku tentang kehidupan. Terima kasih atas kasih sayang, kebersamaan, perhatian, persahabatan, persaudaraan, dukungan, motivasi dan segalanya. Doaku selalu untuk kebahagiaan kalian. Semoga semuanya ini tidak akan pernah usang ditelan waktu. Always be my lovely ...I love u guys.
18. Special Thanks to *Mas Idam, Donan, Fadli, Ipur* yang dengan kerelaan buat nyediain waktu, ruang, nasehat, saran. Makasih banget semuanya, "*tanpa kalian apalah arti TAku...*".
19. Temen TA seperjuangan... Santi dan Desy *"semangat yak"*.
20. Semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu....Thank'S All.....

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang berkaitan dengan keilmuan maupun dapat menjadi studi literatur bagi penelitian yang berhubungan. Besar harapan penulis karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, kelestarian lingkungan.

Akhirnya, segalanya kita kembalikan kepada الله SWT yang mana ibadah, hidup dan mati kita adalah senatiasa untuk-NYA.

Wabbilahitaufiq Walhidayah

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, September 2007

Penulis

Ernisa Fauzia

DAFTAR ISI

Hal

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
HALAMAN MOTTO iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
ABSTRAK vi
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI xii
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR GAMBAR xix
DAFTAR LAMPIRAN xxi

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Masalah 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Pengertian Sampah 7
2.1.1 Sumber Sampah 7
2.1.2 Jenis Sampah 9
2.1.3 Karakteristik Sampah 10
2.1.4 Komposisi Sampah 11
2.2 Proses Mikroorganisme Pengomposan 11

2.3 Dekomposisi Material Organik 13
2.4 Pengertian Kompos dan Pengomposan 14
2.4.1 klasifikasi Pengomposan 15
2.5 Fungsi Kompos 15
2.6 Kriteria Kompos 17
2.6.1 Mengenal Kompos Aerobik dan Anaerobik 18
2.6.2 Perbedaan Proses Pengompos Secara Aerobik dan Anaerobik 19
2.6.3 Prinsip Pembuatan Kompos Aerobik 21
2.7 Sampah Sayur-Sayuran 29
2.8 Serbuk gergaji 31
2.9 Kotoran Sapi 33
2.10 Manfaat Kompos Bagi Tanaman 35
2.11 Pengaruh Kompos Terhadap Tanaman 42
2.12 Pengertian *Effective Microorganism (EM4)* 44
2.12.1 Komponen dalam *Effective Microorganism (EM4)* 44
2.12.2 Cara Kerja *Effective Microorganism (EM4)* 46
2.12.3 Perananan *Effective Microorganism (EM4)* dalam pembuatan Kompos 47
2.13 Pengomposan Dengan Mengunakan Metode Takakura 51
2.14 Cara Kerja Pengomposan Dengan Mengunakan Metode Takakura 52
2.15 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Pengomposan 61
2.16 Persyaratan Kompos 64
2.16.1 Organism Patogen 66
2.16.2 Pencamar Organik 66
2.16.3 Kriteria Keberhasilan Komposting 66
2.16.4 Aplikasi Kompos di Lapangan 68
2.17 Hipotesa 70

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Umum 71
3.2 Jenis Penelitian 72
3.3 Lokasi Penelitian 72
3.4 Variabel Penelitian 72
3.5 Bahan Penelitian 72
3.6 Pelaksanaan Penelitian 73
3.6.1 Persiapan Reaktor 73
3.6.2 Persiapan Bahan 74
3.6.3 Pengoprasian Reaktor 75
3.7 Pengukuran Parameter dan Metode Uji 76
3.8 Perhitungan Data Statistik 77
3.9 Kerangka Penelitian Tugas Akhir 78
3.10 Analisa Hasil 79

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil 80
4.2 Analisa pH 82
4.3 Pengukuran pH 84
4.3.1 Hasil Analisa Pengukuran pH 84
4.3.2 Pengukuran Data Nilai pH (ANOVA) 87
4.4 Pengukuran Suhu 88
4.5 Pembahasan Suhu 90
4.5.1 Pengolahan Data Nilai Suhu (ANOVA) 95
4.6 Hubungan pH dan Suhu Pada Masing-Masing Reaktor 97
4.7 Kandungan Rasio C/N, N, P dan K Pada Kompos 99
4.7.1 Pengamatan Rasio C/N 99
4.7.2 Pembahasan C/N 100
4.7.3 Hasil Penelitian Kandungan N, P dan K 108
4.7.4 Pembahasan Kandungan N, P, dan K 111

4.8 Kualitas Produk Kompos 119
4.9 Perbandingan Kualitas Kompos..... 136
4.10 Analisa Usaha..... 140

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 142
5.2 Saran..... 143

DAFTAR PUSTAKA..... 144
LAMPIRAN

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Kandungan Mineral Dalam Kompos..... 17

Tabel 2.2 Perbedaan Proses Pengomposan Secara Aerobik dan Anaerobik 20

Tabel 2.3 Kandungan Hara Makro Kotoran Padat dan Cair Beberapa Jenis Ternak..... 23

Tabel 2.4 Komposisi Karbon (C) dan Nitrogen (N) Pada Beberapa Bahan Organik..... 33

Tabel 2.5 Komposisi Unsur Hara, Macam-Macam Pupuk Kandang 34

Tabel 2.6 Kandungan Rata-Rata Hara Kompos..... 36

Tabel 2.7 Kapasitas Tukar Kation Tanah..... 38

Tabel 2.8 Pengaruh Kompos Terhadap Air Tanah..... 39

Tabel 2.9 Kandungan Unsur Mikro Pada Kompos dan Pengaruhnya..... 41

Tabel 2.10 Fungsi Mikroorganisme Didalam Larutan EM4..... 45

Tabel 2.11 Unsur Mikro Pada Kompos..... 49

Tabel 2.12 Proses dalam pengomposan..... 54

Tabel 2.13 Perbandingan Kandungan Karbon dan Nitrogen..... 59

Tabel 2.14 Komposisi Karbon(C) dan Nitrogen (N) pada Beberapa Bahan Oraganik..... 60

Tabel 2.15 Parameter pembuatan kompos..... 64

Tabel 3.1 Komposisi berat masing-masing reaktor..... 76

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Tiap Reaktor..... 81

Tabel 4.2 Hasil Penelitian Hari Ke-45..... 100

Tabel 4.3 Hasil Penelitian Kandungan % C/N Total Kompos..... 105

Tabel 4.4 Hasil Penelitian Kandungan % C/N Total Kompos..... 106

Tabel 4.5 Hasil Penelitian Kandungan % N Total Kompos..... 108

Tabel 4.6 Hasil Penelitian Kandungan % P Total Kompos..... 109

Tabel 4.7 Hasil Penelitian Kandungan % K Total Kompos..... 109

Tabel 4.8 Hasil Penelitian Kandungan % N Total Kompos..... 110

Tabel 4.9 Hasil Penelitian Kandungan % P Total Kompos..... 110

Tabel 4.10 Hasil Penelitian Kandungan % K Total Kompos..... 111

Tabel 4.11 Standart Kualitas Kompos..... 121

Tabel 4.12 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik..... 122

Tabel 4.13 Kandungan N, P, K berbagai Pupuk Kimia..... 123

Tabel 4.14 Standart Kualitas Kompos asosiasi Barak Jepang..... 123

Tabel 4.15 Kandungan Berbagai Pupuk Organik Yang Ada di Pasar..... 124

Tabel 4.16 Perbandingan Kualitas Kompos Masing- masing Reaktor Pada Hari Ke- 45 Yang dihasilkan Dengan SNI..... 126

Tabel 4.17 Perbandingan Kualitas Kompos Masing- masing Reaktor Pada Hari Ke- 45 Yang dihasilkan Dengan Peraturan Mentri Pertanian..... 126

Tabel 4.18 Perbandingan Kualitas Kompos Masing- masing Reaktor Pada Hari Ke- 45 Yang dihasilkan Dengan Barak Kompos Jepang..... 127

Tabel 4.19 Perbandingan Kompos Hasil Penelitian Pada Reaktor 4 Dengan Produk di Pasaran..... 128

Tabel 4.20 Syarat Teknis Minimal Pupuk Organik..... 136

Tabel 4.21 Perbandingan Kompos Hasil Penelitian Metode Takakura Dengan Metode Lain..... 138

Daftar Gambar

Gambar 2.1.	Deskripsi Proses Dekomposisi Bahan Oraganik Berdasarkan Suhu	12
Gambar 2.2.	Dekomposisi Material Secara Organik.....	13
Gambar 2.3.	Proses Pembentukan Kompos/Humus Dari Bahan Organik...	19
Gambar 2.4.	Proses Pencernaan Oleh Mikroorganisme.....	57
Gambar 2.5	Ukuran Partikel, rongga udara da air dalam tumpukan kompos	57
Gambar 2.6	Suhu Selama Proses Pengomposan.....	61
Gambar 2.7	Perubahan pH selama Proses Pengomposan.....	62
Gambar 3.1	Reaktor Yang Digunakan Untuk Proses Pengomposan.....	73
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian.....	78
Gambar 4.1	Pengukuran pH.....	83
Gambar 4.2	Hasil Pengukuran pH Pada Masing-Masing Reaktor.....	84
Gambar 4.3	Hasil Pengukuran Suhu Pada Masing-Masing Reaktor.....	89
Gambar 4.4	Hubungan pH dan Suhu pada Reaktor 1.....	97
Gambar 4.5	Hubungan pH dan Suhu pada Reaktor 2.....	97
Gambar 4.6	Hubungan pH dan Suhu pada Reaktor 3.....	98
Gambar 4.7	Hubungan pH dan Suhu pada Reaktor 4.....	98
Gambar 4.8	Pengukuran C/N pada Reaktor 1.....	101
Gambar 4.9	Pengukuran C/N pada Reaktor 2.....	102
Gambar 4.10	Pengukuran C/N pada Reaktor 3.....	103
Gambar 4.11	Pengukuran C/N pada Reaktor 4.....	104
Gambar 4.12	Diagram Kandungan N Total Masing- Masing Reaktor.....	112

Gambar 4.13 Diagram Kandungan P Total Masing- Masing Reaktor..... 115

Gambar 4.14 Diagram Kandungan K Total Masing- Masing Reaktor..... 116

Daftar Lampiran

Lampiran I	Standar Nasional Indonesia (SNI 19-7030-2004) Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik ICS 13.030.40 Badan Standarisasi Nasional
Lampiran II	Persyaratan Minimal Pupuk Organik Berdasarkan Keputusan Menteri No 02 / Pert / HK.060/2/2006
Lampiran III	Hasil Pengukuran pH dan Suhu masing-masing Reaktor
Lampiran IV	Hasil Uji Laboratorium
Lampiran V	Dokumentasi

2. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku Kepala Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah membekali pengetahuan, nasehat, dorongan untuk maju betapa Bapak sangat memperhatikan mahasiswanya"*hatur nuhun pak*".
3. Bapak Ir. Widodo B, MSc, selaku dosen pembimbing I yang selalu saja membimbing penulis di tengah kesibukannya yang sangat padat. *Terima kasih banyak buat bapak, Smoga Allah SWT membalas kebaikan bapak, amin*".
4. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku dosen pembimbing II, Koordinator Tugas Akhir dan selaku Dosen Penguji Seminar Hasil. Terima kasih atas koreksi dan arahannya mulai dari pengerjaan proposal sampai pada pelaksanaan penelitian yang saya lakukan." "*ide itu sangat mahal ya pak, jazakallah pak*". *matur nuwun sanget pak, Smoga Allah SWT membalas kebaikan bapak, amin*".
5. Bapak Hudori, ST yang telah membekali pengetahuan, nasehat, dorongan dan doa kepada penulis selama menempuh jenjang perkuliahan."*aku selalu kagum sama bapak, bapak penuh kharisma banget ya hehehe*".
6. Bapak Andik Yulianto, ST, selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah membekali pengetahuan, nasehat, dorongan serta arahannya.
7. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan selaku Dosen Penguji Seminar Proposal. " *dosen yang selalu tersenyum, makasih saran dan kritiknya pa, sangat berguna,*".
8. Bapak DR. Ir. Kris Tri Basuki, M.Sc, APU selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, "*terimaksih telah banyak dibekali pengetahuan pak*".
9. Ibu Yureana dan Ibu Ani, selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, terimakasih atas ilmu-ilmu yang telah diberikan kepada kami selama ini.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin bertambahnya jumlah sampah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dan dengan segala kegiatannya. Apabila jumlah sampah yang dibuang berlebihan, melebihi dari kemampuan alam untuk menerimanya, maka akan terjadi kerusakan lingkungan dan mengganggu kesehatan.

Pemerintah dan masyarakat diharapkan mulai mengolah sampah secara mandiri. Selain menumbuhkan kesadaran warga untuk memilah dan mengolah sampah organik secara mandiri, Pemerintah Kota Yogyakarta berencana mendirikan unit pengolah sampah di Giwangan. Tempat itu untuk mengolah sampah dari Pasar Induk dan Buah Yogyakarta (Pasar Giwangan). Sampah dari sisa buah dan sayuran di pasar tersebut, yang volumenya mencapai 0,5-1 ton per hari, selama ini hanya dibuang begitu saja ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Bantul. Dari sisi jumlah, itu jelas angka yang besar. Namun, di sisi lain sampah sebenarnya mempunyai potensi diolah menjadi kompos.

Pencemaran oleh Sisa–sisa sampah (limbah) dari suatu kegiatan dari pasar tradisional apabila tidak digunakan lagi maka akan berdampak buruk bagi lingkungan di sekitar kita baik estetika maupun kesehatan.

Pasar tradisional "Giwangan" merupakan salah satu penghasil sampah di wilayah Giwangan, terutama di wilayah-wilayah dengan jumlah penduduk yang

terus menerus meningkat. Sampah-sampah yang dihasilkan dari kegiatan dipasar tradisional yang begitu banyak ini dikumpulkan dalam keranjang sampah. Sampah ini belum dimanfaatkan semaksimal mungkin dan belum menemukan bentuk penyelesaian masalah secara tuntas.

Bahan buangan organik lain seperti limbah penggergajian yang kenyataannya di lapangan masih ada yang ditumpuk sebagian dibuang ke aliran sungai yang menyebabkan pencemaran air, atau dibakar secara langsung sehingga ikut menambah emisi karbon di atmosfir. Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2.6 juta m^3 per tahun (Forestry Statistics of Indonesia, 1997/1998).

Limbah organik dari kerajinan kayu maupun industri kayu yang berupa serbuk gergaji akan mempunyai nilai ekonomis jika dapat dimanfaatkan.Bahan organik dalam tanah merupakan sumber potensial dari N, P, dan K untuk pertumbuhan tanaman pengurai bahan organik secara mikrobiologi merupakan langkah penting untuk melepaskan ikatan nutrien didalam sisa bahan organik sehingga menjadi bentuk yang tersedia atau dapat dimanfaatkan.

Penelitian ini memanfaatkan sampah sayur-sayuran yang merupakan sisa sampah-sampah terbuang dipasar tradisional, dengan penambahan *Bulking Agent* berupa serbuk gergaji untuk bahan pembuatan kompos dan penambahan kotoran hewan yaitu kotoran sapi sehingga dapat mempercepat dekomposisi. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif terhadap pemanfaatan sampah sayuran di pasar-pasar tradisional.

Sejumlah besar limbah organik dihasilkan dari kegiatan masyarakat. Sampah atau limbah padat berasal dari sisa-sisa tanaman dan sampah yang berasal

dari kegiatan di pasar sering dibuang ke landfill, dimana dapat menyebabkan masalah lingkungan, seperti: melepaskan zat berbau dan sumber penyakit. Pengolahan dengan memanfaatan sampah organik seperti sampah sayur–sayuran busuk tentunya akan memiliki nilai ekonomis.

Untuk itu harus ada upaya pengolahan sampah yang baik, salah satu pengolahan sampah yang baik dan dapat mengembalikan kesuburan tanah serta menambah unsur hara pada tanaman yaitu dengan cara pengomposan.

Pengomposan suatu proses penguraian mikrobiologis alami dari bahan buangan organik. Saat ini proses pengomposan dari bahan buangan tersebut menjadi suatu produk akhir yang lebih bernilai telah berkembang dengan pesat, terutama oleh mereka yang lebih peduli terhadap pelestarian lingkungan, karena proses ini dipandang sebagai alternatif terbaik dalam managemen pengelolaan sampah padat.

Pada penenlitian ini akan digunakan sisa/sampah organik yaitu sampah dari sayur-sayuran yang berasal dari kegiatan pasar dan limbah dari kandang peternakan yaitu kororan sapi sebagai variasi dalam pembuatan kompos serta serbuk gergaji yang merupakan limbah organik dari kerajinan kayu dengan menggunakan metode Takakura.

Pengomposan menjadi salah satu alternatif untuk mengolah limbah padat organik, selain dapat dilakukan secara manual proses ini relatif mudah untuk dilakukan dan memungkinkan untuk dipasarkan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah parameter masing-masing reaktor (suhu, pH, rasio C/N, N, P dan K) kompos dari kombinasi campuran, sampah sayur-sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi dengan metode Takakura?
2. Komposisi manakah yang optimal dari pemanfaatan ketiga bahan sayur-sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi tersebut untuk dijadikan bahan campuran pembuatan pengomposan dan menghasilkan pupuk yang baik?
3. Berapa lama kematangan dari campuran ketiga kombinasi bahan tersebut?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian adalah:

1. Mengetahui Perubahan parameter (pH, Suhu) pada proses pembuatan Kompos dengan variasi sampah organik(sayur-sayuran), serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode "TAKAKURA".
2. Mengetahui komposisi yang optimal dari pemanfaatan ketiga bahan(sayur-sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi) tersebut untuk dijadikan bahan campuran pembuatan komposting dan menghasilkan pupuk yang baik dengan metode Takakura.

3. Mengetahui lama kematangan kompos dari campuran kombinasi bahan tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian diharapkan diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai masukan bagi Dinas Kebersihan DIY dan masyarakat sekitar tentang pengomposan dengan metode TAKAKURA.
2. Pemanfaatan sampah sayur-sayuran dari pasar tradisional yang pada umumnya tidak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan tambahan pembuatan kompos.
3. Pemanfaatan limbah penggergajian kayu yang pada umumnya tidak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan kompos.
4. Hasil penelitian diharapkan dapat mengurangi sampah organik (Sampah sayur-sayuran) yang terdapat dipasar tradisional, sehingga dapat dimanfaatkan sehingga mempunyai nilai ekonomis dan juga dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat sekitar.
5. Menciptakan produk yang ramah lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah penelitian mencakup:

1. Objek yang diujikan adalah sampah sayur-sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi.
2. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium.

3. Parameter yang diamati selama pengomposan adalah:

a. Rasio C/N.

b. Suhu, pH yang dilakukan selama proses fermentasi berlangsung.

c. Analisa kualitas produk secara makro meliputi unsur N, P dan K.

4. Variasi yang digunakan adalah sampah organik (sayur-sayuran), serbuk gergaji dan kotoran sapi dengan perbandingan 100:0:0, 85:10:5, 70:20:10 dan 55:25: 20.

5. Pengambilan sampel uji pada hari ke 0, ke 15, ke 30 dan ke 45 disesuaikan dengan lamanya kematangan kompos.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Sampah adalah bahan buangan sebagai akibat aktivitas manusia dan binatang, sehingga dibuang sebagai barang yang tidak berguna (Sudarso,1985)

Sampah adalah sesuatu bahan atau benda padat yang sudah tidak dipakai lagi oleh manusia, atau benda padat yang sudah tidak digunakan lagi dalam suatu kegiatan manusia dan dibuang (Notoatmodjo, 1996).

Sampah memiliki pengertian adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan.

Sampah secara umum terdiri dari dua jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik adalah buangan padat yang dapat didekomposisi secara alami oleh organisme dekomposer, misalnya sisa makanan, daun, pohon, daging dan sebagainya.

2.1.1 Sumber Sampah

Menurut Sudarso (1985), sumber sampah antara lain:

a. Sampah dari pemukiman

   Umumnya sampah rumah tangga berupa sisa pengolahan makanan, perlengkapan rumah tangga bekas, kertas, kardus, gelas, kain, sampah kebun/halaman dan lain-lain.

b. Sampah dari pertanian dan perkebunan.

Sampah dari kegiatan pertanian tergolong bahan organik, seperti jerami dan seterusnya. Sebagian besar sampah yang dihasilkan selama musim panen dibakar atau dimanfaatkan untuk pupuk. Untuk sampah bahan kimia seperti pestisida dan pupuk buatan perlu perlakuan khusus agar tidak mencemari lingkungan. Sampah pertanian lainnya adalah lembaran plastik penutup tempat tumbuh-tumbuhan yang berfungsi untuk mengurangi penguapan dan menghambat pertumbuhan gulma. Namun plastik ini bisa didaur ulang.

c. Sampah dari sisa bangunan dan konstruksi gedung.

Sampah berasal dari kegiatan pembangunan dan pemugaran gedung ini bisa berupa bahan organik maupun anorganik, misalnya: semen, pasir, spesi, batu bata, ubin, besi, baja, kaca dan kaleng.

d. Sampah dari perdagangan dan perkantoran.

e. Sampah yang berasal dari perdagangan seperti toko, pasar tradisional, warung, pasar swalayan ini terdiri atas kardus, pembungkus, kertas dari bahan organik termaksuk sampah makanan dan restoran.

Sampah yang berasal dari lembaga pendidikan, kantor pemerintah dan swasta biasanya terdiri dari kertas, alat tulis-menulis (bolpoint, pensil, spidol, dll), *toner foto copy*, tinta printer, kotak tinta printer, baterai, bahan kimia dari laboratorium, pita mesin ketik, klise film, komputer rusak dan lain-lain. Baterai bekas limbah bahan kimia harus dikumpulkan secara terpisah dan harus memperoleh perlakuan khusus karena berbahaya dan beracun.

f. Sampah dari indusri

Sampah ini berasal dari seluruh rangkaian proses produksi (bahan-bahan kimia serpihan/potongan bahan), perlakuan dan pengemasan produk (kertas, kayu, platik, kain/lap yang jenuh dengan pelarut untuk pembersihan). Sampah industri berupa bahan kimia yang seringkali beracun memerlukan perlakuan khusus sebelum dibuang.

2.1.2 Jenis Sampah

Berdasarkan jenisnya sampah pada prinsipnya dibagi 3 bagian besar yaitu:

a. Sampah padat.
b. Sampah cair.
c. Sampah dalam bentuk gas

Sampah pada umumnya dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

a. Sampah organik: yaitu sampah yang mengandung senyawa-senyawa organik karena itu tersusun dari unsur-unsur seperti C, H, O, N, dll (umumnya sampah organik dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme). Contohnya sisa makanan, kertas, karton, plastik, kain, karet, kulit, sampah halaman dan kayu.
b. Sampah anorganik: sampah yang bahan kandungan nonorganik umumnya sampah ini sangat sulit terurai oleh mikroorganisme. Contohnya kaca, kaleng, alumunium, logam-logam lain dan debu (Hadiwiyoto, 1983).

2.1.3 Karakteristik Sampah

Menurut Ircham (1992), karakteristik sampah adalah sebagai berikut:

a. *Garbage*, yakni jenis sampah yang terdiri dari sisa-sisa potongan hewan atau sayuran hasil pengolahan dari dapur rumah tangga, hotel, restoran dan semuanya mudah membusuk.
b. *Rubbish*, yakni pengolahan yang tidak mudah membusuk. Pertama yang mudah terbakar, seperti halnya kertas, kayu dan sobekan kain, kedua yang tidak mudah terbakar misalnya kaleng, kaca dan lain-lain.
c. *Ashes*, yakni semua jenis abu dari hasil pembakaran baik dari rumah maupun industri.
d. *Street sweeping*, yakni sampah dari hasil pembersihan jalanan, seperti halnya kertas, kotoran, daun-daunan dan lain-lain.
e. bangkai *Dead animal*, yakni binatang yang mati karena alam, kecelakaan maupun penyakit.
f. *Abandoned vehicle*, contoh dari jenis adalah bangkai kendaraan seperti sepeda, motor, becak, dan lain-lain.
g. Sampah khusus, yaitu sampah yang memerlukan penanganan khusus misalnya kaleng-kaleng cat, zat radioaktif, sampah pemati serangga, obat-obatan dan lain-lain.

2.1.4 Komposisi Sampah

Menurut tchobanoglous (1993), komponen sampah sampah terdiri dari:

1. Organik
   a. Sisa makanan.
   b. Kertas.
   c. Karbon
   d. Karet.
   e. Plastik.
   f. Kain
   g. Kulit
   h. Kayu
   i. Kebun dan Halaman
2. Anorganik
   a. Kaca.
   b. Abu dan debu.
   c. Kaleng.
   d. Logam lain.
   e. Aluminium.

2.2 Proses Mikroorganisme Pengomposan

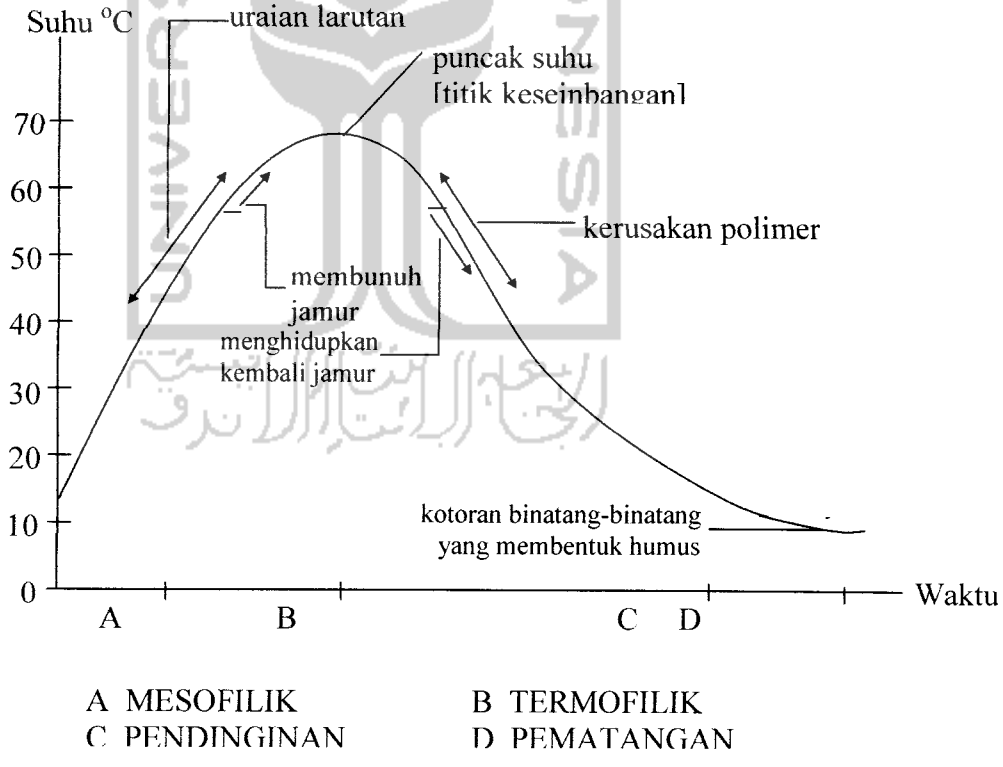
Pengomposan adalah proses dalam rangka mendapatkan hasil akhir dalam bentuk kompos. Proses yang dimaksud adalah proses biologis yang melibatkan jasad renik (mikroorganisme), untuk menguraikan (mendekomposisi) bahan-bahan organik. Mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan dibedakan menjadi dua, yaitu mesofilik dan termofilik.

Organisme mesofilik hidup dan bekerja pada kisaran suhu 10-45^{o}C, sedangkan termofilik hidup dan bekerja pada suhu 45-65^{o}C. Pada tahap awal

pengomposan, organisme mesofilik memperkecil ukuran partikel zat organik sambil melepaskan panas. Panas ini meningkatkan suhu sekelilingnya. Ketika suhu mencapai lebih dari 45°C, proses pengomposan dilanjutkan oleh organisme thermofilik untuk melakukan penguraian lebih lanjut hingga didapatkan kompos.

Mikroorganisme yang terlibat secara aktif dalam proses konversi bahan organik dapat diidentifikasikan sebagai bakteri, jamur, ragi, *actomycetes*. Juga dari kelas invertebrata seperti: *Nematoda*, *Earthworms*, *Mites*, dan beragam organisme lain (Polprasert, 1989).

Keterangan lebih lanjut tentang proses-proses yang terjadi selama pengomposan dapat dicermati dari grafik pada Gambar 1 .



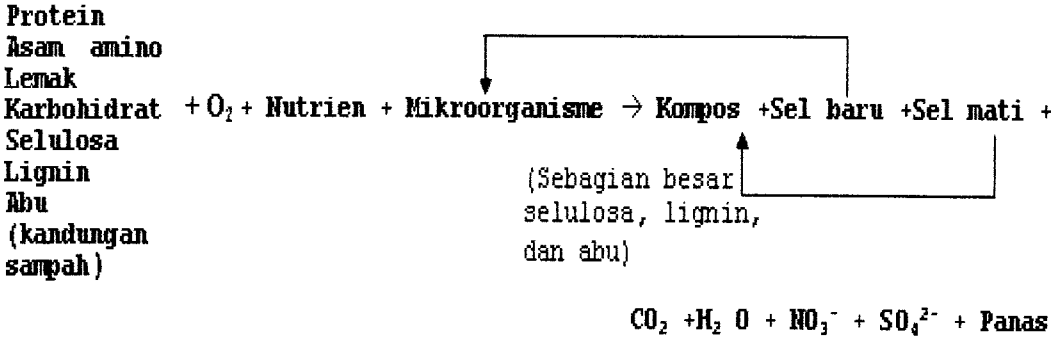
Gambar 2.1 Deskripsi Proses Dekomposisi Bahan Organik Berdasarkan Suhu (Sumber: Dalzell *et al.*, 1987).

2.3 Dekomposisi Material Organik

Komponen organik dalam sampah, selain plastik, karet, dan kulit, dikategorikan sebagai berikut:

a. Kandungan terlarut air, seperti: gula, asam amino, dan berbagai macam asam organik.
b. Hemiselulosa, terurai menjadi gula.
c. Selulosa, terurai menjadi glukosa.
d. Lemak, terdiri dari minyak dan lilin.
e. Lignin, material polimer yang terdiri dari cincin aromatik dengan gugus methoksil, biasanya terdapat pada produk kertas, seperti kertas koran dan fileboard.
f. Lignoselulosa, kombinasi dari lignin dan selulosa.
g. Protein, yang terdiri dari asam amino.

Bahan-bahan tersebut apabila mengalami dekomposisi mikrobial secara aerobik akan menghasilkan produk akhir berupa humus atau seringkali disebut pula dengan kompos. Adapun persamaan reaksinya secara sederhana digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Dekomposisi material organik secara aerobik

2. 4 Pengertian Kompos dan Pengomposan

Ada beberapa pengertian kompos dan pengomposan yang dijadikan dasar teori dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

a. Kompos adalah bentuk akhir dari bahan organik setelah mengalami pembusukan, dekomposisi melalui proses melalui proses biologis yang dapat berlangsung secara aerobik dan anaerobik.

b. Kompos adalah sejenis pupuk kandang dimana kandungan unsur N, P dan K tidak terlalu besar sehingga berbeda dengan pupuk buatan namun kandungan unsur hara dan mikro seperti Fe, B, S, Ca, Mg dan lainnya dalam kompos relatif besar.

c. Kompos adalah bahan-bahan organik (sampah organik) yang telah mengalami proses pelapukan karena adanya interaksi antara mikroorganisme (bakteri pembusuk) yang bekerja didalamnya (Murbandono, 2000).

d. Kompos adalah hasil dekomposisi parsial/tidak lengkap, dipercepat secara artifisial dari campuran bahan-bahan organik oleh pupulasi berbagai macam mikroba dalam konsisi lingkungan yang hangat, lembab dan aerobik (Crawford, 2003).

e. Pengomposan adalah suatu cara untuk menghancurkan sampah secara biologis untuk dijadikan pupuk alami sehingga dapat mengembalikan sampah ke tanah dimana telah didegradasi oleh mikroorganisme pengurai dan hasilnya tidak berbahaya bagi lingkungan.

f. Pengomposan adalah dekomposisi dan stabilisasi substrat organik dalam kondisi yang diikuti dengan hasil akhir yang cukup stabil untuk penyimpanan dan pemakaian pada tanah tanpa memberi efek merugikan bagi lingkungan.

2.4.1 Klasifikasi Pengomposan

Pengomposan adalah proses dalam rangka mendapatkan hasil akhir dalam bentuk kompos.

Proses yang dimaksud adalah proses biologis yang melibatkan jasad renik (mikroorganisme), untuk menguraikan (mendekomposisi) bahan-bahan organik.

Mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan dibedakan menjadi dua, yaitu mesofilik dan termofilik.

Organisme mesofilik hidup dan bekerja pada kisaran suhu 10-45°C, sedangkan termofilik hidup dan bekerja pada suhu 45-65°C. Pada tahap awal pengomposan, organisme mesofilik memperkecil ukuran partikel zat organik sambil melepaskan panas. Panas ini meningkatkan suhu sekelilingnya.

Ketika suhu mencapai lebih dari 45°C, proses pengomposan dilanjutkan oleh organisme thermofilik untuk melakukan penguraian lebih lanjut hingga didapatkan kompos.

2.5 Fungsi Kompos

Kompos mempunyai beberapa fungsi penting terutama dalam bidang pertanian namun secara umum kompos sangat bermanfaat sebagai *soil conditioner* dengan adanya kandungan bahan organik yang tinggi, karena sifat kestabilannya maka bahan organik dalam kompos akan terdegradasi secara perlahan dan

tertahan secara efektif untuk waktu yang lebih lama dibandingkan bahan organik dari limbah yang belum dikomposkan. Kandungan makro dan mikro nutrisi yang berasal dari *wastewater sludge* sangat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman, baik perkebunan, pertanian maupun hortikultura & *hobbies*.

Disamping itu produk kompos juga akan meningkatkan kualitas tanah yang berpasir, tanah liat maupun kondisi tanah yang telah jenuh (*more balance soils*).

Sedangkan dari sisi mikrobanya, aplikasi kompos sangat bermanfaat untuk reklamasi dari tanah yang telah kehilangan atau rusak *top soil*nya, seperti akibat *cutting-filling* pada pembukaan lahan untuk industri dan *real-estate*, akibat aktivitas pertambangan terbuka atau pada tanah yang sebelumnya terlalu banyak menggunakan pupuk kimia karena akan meningkatkan populasi mikroba tanah yang berfungsi untuk penyediaan nutrisi yang siap diserap oleh akar tanaman.

Manfaat lain dari pengomposan adalah mengurangi pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan erat hubungannya dengan sampah karena sampah merupakan sumber pencemaran. Permasalahan sampah timbul karena tidak seimbangnya produksi sampah dengan pengolahannya dan semakin menurun daya dukung alam sebagai tempat pembuangan sampah. Salah satu alternatif pengolahan sampah adalah memilih sampah organik dan memprosesnya menjadi kompos atau pupuk hijau. Namun, proses pengomposan ini juga terkadang masih bermasalah. Selama proses pengomposan, bau busuk akan keluar dari kompos yang belum jadi. Meskipun demikian pembuatan kompos akan lebih baik dan berguna bagi tanaman.

2.6 Kriteria Kompos

Kriteria untuk kualitas kompos sebagai berikut :

1. Kandungan material organik

   Kompos harus kaya dengan material organik. Materi organik berfungsi memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan erosi.

2. Kelembaban

   Kelembaban kompos tidak boleh terlalu tinggi, kelembaban yang dianjurkan untuk kompos 25 %.

3. Derajat Keasaman (pH)

   Untuk pertumbuhan tanaman, derajat keasaman yang ideal berkisar antara 6-8.

4. Rasio C/N (10-20):1

   Salah satu syarat mutu kompos adalah untuk perlindungan rasio karbon : nitrogen kurang dari 20:1, sedangkan rasio antara 15:1 sampai 30:1 dimasukkan sebagai batasan untuk menentukan kematangan kompos.

5. Kandungan mineral

   Jumlah ideal kandungan mineral dalam kompos adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kandungan mineral dalam kompos

Nutrien	Kandungan minimum (%)
N	0,6
P_2O_5	0,5
K_2O	0,3
CaO	2,0
$CaCO_3$	3,0
MgO	0,3

6. Kadar Garam

Bila kadar garam tinggi akan merusak tanaman. Kadar garam ideal tidak boleh lebih dari 2 g/L gram NaCl.

7. Logam berat

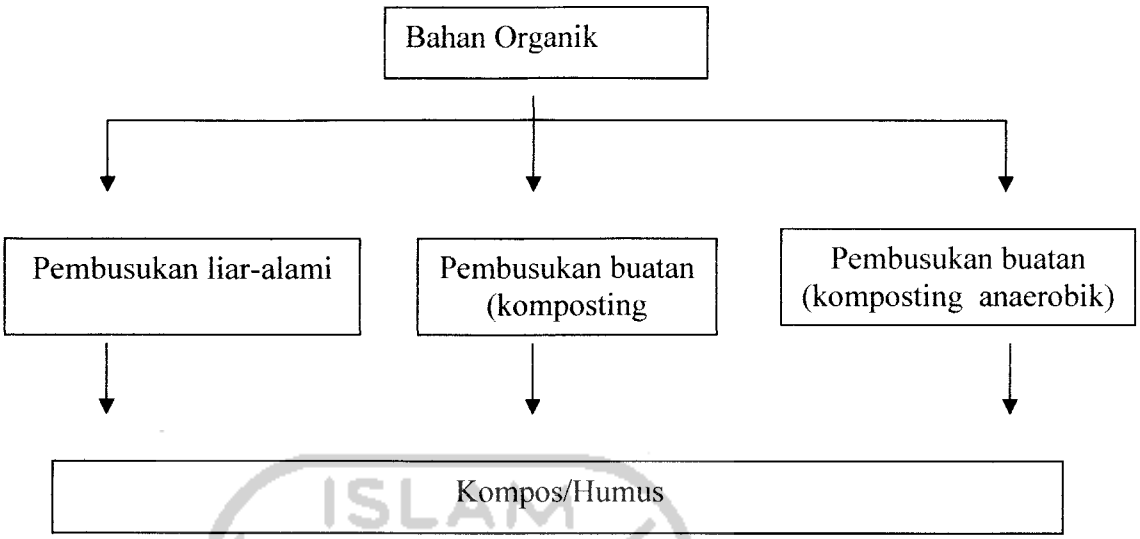
Beberapa logam berat diperlukan oleh tanama untuk pertumbuhan, walaupun dalam jumlah relatif kecil, atau disebut juga mikro nutrien (Murbandono, 2001).

2.6.1 Mengenal Kompos Aerobik dan Anaerobik

Secara alami, proses pembusukan berjalan dalam kondisi aerobik dan anaerobik secara bergantian. Hal inilah yang menyebabkan proses pembusukan relatif lambat. Contohnya, pembentukan humus tanah. Untuk mengatasi hal ini, manusia berusaha mengatur kondisi tersebut sehingga proses pembusukan dapat berjalan lebih cepat secara aerobik, anaerobik atau gabungan.

Hasil akhir pembusukan buatan yang dilakukan oleh manusia, secara aerobik maupun anaerobik, disebut kompos. Pembuatan kompos aerobik dilakukan di tempat terbuka karena mikroorganisme yang berperan dalam proses tersebuf membutuhkan oksigen. Sementara, pembuatan kompos anaerobik dapat dilakukan di tempat tertutup karena mikroorganisme yang berperan tidak membutuhkan oksigen dalam kehidupannya.

Bagan berikut menunjukkan bahwa pembentukan kompos/humus dapat terjadi melalui tiga macam proses, yaitu pembusukan secara liar (alami), pembusukan buatan secara aerobik, dan pembusukan buatan secara anaerobik.



Gambar 2.3 Proses pembentukan kompos/humus dari bahan organik

2.6.2 Perbedaan Proses Pengomposan Secara Aerobik dan Anaerobik

Pembuatan kompos aerobik maupun anaerobik mempunyai berbagai kelebihan dan kekurangan. Pembuatan kompos didasarkan pada perancangan kondisi lingkungan bagi bakteri atau mikroorganisme yang berperan dalam proses pengomposan agar dapat bekerja secara optimal. Setiap mikroorganisme membutuhkan kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi kehidupan dan kinerja mikroorganisme dalam menghasilkan kompos antara lain rasio C/N, derajat keasaman (pH), kadar air/kelembapan (Rh), suhu (temperatur), jumlah oksigen masuk (aerasi), dan ukuran bahan. Tabel 6 memaparkan perbedaan, persyaratan lingkungan, serta keuntungan dan kerugian proses pengomposan secara aerobik maupun anaerobik.

Tabel 2.2 Perbedaan Proses Pengomposan Secara Aerobik dan Anaerobik

Deskripsi	**Aerobik**	**Anaerobik**
Bahan organik untuk kompos	Pemilihan dilakukan secara intensif. Bahan-bahan organik yang mengandung protein hewani dan bahan mengandung penyakit sebaiknya diseleksi	Hampir semua bahan organik dapat dikomposkan dan aman digunakan
Rasio C/N bahan	25:1 hingga 30:1	Semakin tinggi C/N ratio semakin cepat perombakan bahan organik dan buangannya (slauge) akan mempunyai nitrogen yang tinggi
Kadar air (Rh) bahan	40-50%	50% ke atas
Suhu optimal	45-65^{0}C	55-60^{0}C
Derajat keasaman (pH)	6-8	6,7-7,2
Ukuran bahan	Berupa potongan kecil-kecil 1-7,5 cm1	Lebih baik lumat seperti bubur
Aerasi (kebutuhan udara)	Memerlukan aerasi 0,6-1,8 m^3 udara/hari/kg bahan (proses termofilik)	Tidak memerlukan aerasi karena tempat tertutup
Kontrol patogen	Dilakukan pada suhu 60-70^{0}C selama 4 hari pertama	Tidak perlu dikontrol karena patogen akan mati setelah 3-12 bulan
Hasil akhir protein	Amonia, asam amino, H_2S, CH_4, CO_2, H_2, alkohol, asam organik, fenol	Amonia, nitrit, nitrat, H_2S, H_2SO_4, alkohol, asam organik, CO_2, H, H_2O
Hasil akhir karbohidrat	CO_2, H_2, alkohol, asam lemak	Alkohol, asam lemak, CO_2, H_2O
Hasil akhir lemak/lipid	Asam lemak, CO_2, H_2, alkohol	Asam lemak, gliserol, alkohol, CO_2, H_2O
Lamanya proses	40-55 hari	10-80 hari
Pengisian bahan baku pada saat proses komposting berlangsung	Tidak dapat dilakukan karena dapat mengganggu proses pengomposan	Penambahan bahan baku ke dalam bak fermentasi dapat dilakukan sewaktu-waktu
Biaya operasional dan	Biaya murah; cukup	Mahal pada awalnya

tingkat kesibukan kerja sehari-hari	menyibukkan, pengontrolan dari hari ke hari relatif sulit	saja untuk biaya pembuatan bak fermentasi, tetapi mudah serta santai dalam pengawasannya dan pengoperasiannya
Hasil akhir	Seperti tanah berwarna hitam kecokelatan dan gembur	Berbentuk lumpur pekat, berwarna hitam kecokelatan
Pemberian kapur	Tidak perlu karena kontrol pH dapat dilakukan dengan pembalikan tanah dan penyiraman	Perlu untuk tahap awal, sebagai buffer
Pengadukan	Perlu untuk mengontrol suhu apabila terlalu tinggi yaitu dengan cara membalik bahan	Perlu alat mekanis untuk mengaduk dengan tujuan homogenisasi bahan dan pembebasan gas yang terjebak di dalam bahan
Penyusutan	50%	70%
Aroma	Tidak berbau	Berbau
Ruang	Butuh ruang kecil	Butuh ruang lebih besar

(Sumber : Yuwono, 2005.)

2.6.3 Prinsip Pembuatan Kompos Aerobik

Pengomposan aerobik berjalan dengan kondisi terbuka. Dalam hal ini, udara bebas bersentuhan langsung dengan bahan kompos. Pengontrolan terhadap kadar air, suhu, pH, kelembapan, ukuran bahan, volume tumpukan bahan, dan pemilihan bahan perlu dilakukan secara intensif untuk mempertahankan proses pengomposan agar stabil sehingga diperoleh proses pengomposan yang optimal, kualitas maupun kecepatannya. Selain itu,juga untuk memperlancar udara masuk ke dalam bahan kompos.

Pengontrolan secara intensif ini merupakan ciri khas proses pengomposan aerobik. Oleh karena itu, kegiatan operasional pengomposan aerobik relatif sibuk

daripada anaerobik. Dekomposisi secara aerobik adalah modifikasi yang terjadi secara biologis pada struktur kimia atau biologi bahan organik dengan kehadiran oksigen. Dalam proses ini banyak koloni bakteri yang berperan dan di tandai dengan adanya perubahan temperatur.

Pada temperatur 35°C bakteri yang berperan adalah Phsycrophile. Antara temperatur 35-55°C yang berperan adalah bakteri Mesofilik. Pada temperatur tinggi (diatas 85°C) yang banyak berperan adalah bakteri Termofilik. Hasil dari dekomposisi bahan organik secara aeroboik adalah CO_2, H_2O (air), humus, dan energi. Proses dekomposisi bahan organik secara aerobik dapat disajikan dengan reaksi sebagai berikut :

$$\text{Bahan Organik} \xrightarrow{\text{mikroba aerob}} CO_2 + H_2O + \text{Humus} + \text{Hara} + \text{Energi}$$

Hasil pengomposan secara aerobik berupa bahan kering dengan kelembaban 30-40 % berwarna coklat gelap dan remah. Proses pengomposan juga menghasilkan bahan beracun, tetapi jumlahnya sedikit dan jarang menimbulkan akibat buruk pada penggunaan kompos dilahan. Selama hidupnya mikroorganisme mengambil air dan oksigen dari udara. Makananya di peroleh dari bahan organik yang akan di ubah menjadi produk metabolisme berupa carbondioksida (CO_2), air (H_2O), humus, dan energi. Sebagian dari energi yang dihasilkan di gunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan reproduksi. Sisanya dibebaskan ke lingkungan sebagai panas.

Faktor kualitas dan kecepatan sangat menentukan kredibilitas perusahaan yang bergerak di bidang komposting karena hal ini mempengaruhi biaya

operasional dan penentuan target perusahaan. Pengomposan metode aerobik tanpa bantuan aktivator dapat berlangsung selama 40-55 hari. Hasil akhir pengomposan aerobik berupa bahan yang menyerupai tanah berwarna hitam dan kecokelatan, remah, dan gembur, suhunya normal dan cenderung konstan/tetap. Apabila bentuknya sudah seperti ini maka kompos aerobik siap digunakan pada tanaman atau dikemas dalam wadah.

1. Rasio C/N bahan

Rasio C/N adalah perbandingan kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam suatu bahan. Semua makhluk hidup terbuat dari sejumlah besar bahan karbon (C) serta nitrogen (N) dalam jumlah kecil.

Pembuatan kompos aerobik yang optimal membutuhkan rasio C/N 25:1 sampai 30:1.

Tabel 2.3 Kandungan hara makro kotoran padat dan cair beberapa jenis ternak

Jenis Ternak	Jenis Kotoran	Kandungan Hara Makro (%)			
		Nitrogen	Posfor	Kalium	Kalsium
Kuda	Padat	0,56	0.13	0.23	0.12
	Cair	1.24	0.004	1.26	0.23
Kerbau	Padat	0.26	0.08	0.14	0.33
	Cair	0.62	-	1.34	-
Domba	Padat	0.65	0.22	0.14	0.33
	Cair	1.43	0.01	0.55	0.11
Sapi	Padat	0.33	0.11	0.13	0.26
	Cair	0.52	0.01	0.56	0.007
Babi	Padat	0.57	0.17	0.38	0.06
	Cair	0.31	0.05	0.81	-

Dari tabel di atas, kandungan nitrogen dan kalium dalam cairan umumnya lebih besar dibandingkan dengan kandunganya dalam kotoran padat. Sementara itu, kandungan fosfor dan kalsium dalam kotoran padat besar dibandingkan dengan kandungannya dalam kotoran cair.

a. Jenis bahan

Untuk mendapatkan rasio C/N 30:1 dilakukan dengan cara mencampur beberapa jenis bahan dengan asumsi "berat" maupun "volume" per bagian bahan adalah sama. Caranya, dengan membuat perbandingan yang sangat bervariasi, misalnya 1 bagian bahan dengan kandungan unsur C "banyak" dicampur dengan bahan lain dengan 2 bagian bahan C "sedikit" atau beberapa kombinasi lainnya.

b. Volume bahan

jumlah tumpukan maupun model tumpukan bahan sangat menentukan kecepatan proses terbentuknya kompos. Tumpukan bahan yang lebih banyak dapat mempercepat proses pengomposan daripada tumpukan bahan yang sedikit. Namun, semakin besar tumpukan bahan, semakin sulit pula mengatur atau mengontrol suhu dan kelembabannya. Volume tumpukan yang ideal minimal 1m x 1m x 1m atau maksimal 2m x 2m x 2m.

sisi-sisi tumpukkan sebaiknya dibuat rata. Bentuknya dapat berupa kubus, balok atau silinder. Tumpukkan yang terkaku tipis, meruncing (berbentuk piramida atau segi tiga) dan sempit kemungkinan tidak dapat mempertahankan suhu dan kelembaban yang diinginkan sehingga terbentuknya kompos memerlukan waktu yang sangat lama.

c. Ukuran bahan

Semakin kecil ukuran bahan, proses pengomposan akan lebih cepat dan lebih baik karena mikroorganisme lebih mudah beraktivitas mengolah dan membentuk koloni pada bahan yang sudah lembut (substrat) daripada bahan dengan ukuran besar. Ukuran bahan yang dianjurkan pada pengomposan aerobik berkisar antara 1-7,5 cm. Oleh karena itu, sebaiknya bahan dicacah dengan parang atau digiling dengan mesin sehingga mikroorganisme lebih mudah mencernanya. Pencacahan sebaiknya tidak terlalu lembut seperti bubur karena bahan akan mengeluarkan kandungan airnya.

Pada pengomposan aerobik, penghancuran bahan sampai lumat tidak dianjurkan karena dikhawatirkan akan meningkatkan kadar air bahan melebihi 60% dan akan mengganggu proses pengomposan. Namun, hal ini dapat diatasi dengan mencampurkan bahan organik kering atau dengan tanah kering.

Ukuran yang kecil akan meningkatkan porositas tumpukan bahan dan memperlancar masuknya oksigen ke dalam tumpukan bahan.

d. Kadar bahan

Kadar air bahan yang dianjurkan dalam pengomposan aerobik adalah 40-50%. Kondisi ini harus dijaga agar mikroorganisme aerobik dalam kompos dapat bekerja dengan baik dan tidak mati.

Kadar air yang sesuai sangat membantu pergerakan mikrobe dalam bahan, transportasi makanan untuk mikrobe, dan reaksi kimia yang ditimbulkan oleh mikrobe. Terlalu banyak kadar air akan berakibat bahan semakin padat, melumerkan sumber makanan yang dibutuhkan mikroba dan memblokir oksigen

untuk masuk. Namun, apabila air terlalu sedikit maka bahan menjadi kering dan tidak mendukung kehidupan mikroba. Kondisi kadar air yang terbaik adalah sedang, tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah (Jawa: *mamel*).

Cara sederhana untuk mengetahuinya adalah dengan mengambil bahan dan meremasnya dalam genggaman. Apabila bahan kompos pecah/hancur dan tidak keluar air sama sekali dari genggaman maka perlu diberi tambahan air. Apabila bagian kompos keluar dari sela-sela jari dengan air berlebih berarti terlalu basah sehingga kompos perlu dibalik-balik dan dibuat drainase yang bagus. Jika kompos terlalu basah maka udara sulit masuk ke sela-sela kompos.

Hal ini menyebabkan bakteri anaerobik dapat masuk dan berkembang sehingga proses pengomposan tidak berjalan lancar. Kondisi yang tepat adalah, kompos dapat dikepal meskipun hancur lagi.

Untuk menjaga kadar air, sebaiknya kompos terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung. Hujan dapat menyebabkan kadar air berlebihan, sedangkan sinar matahari dapat menimbulkan penguapan.

Pada saat kompos ditumpuk maka titik panas yang tertinggi berada di bagian tengah tumpukan. Hal ini mengakibatkan mikroorganisme pada bagian tengah lebih aktif sehingga penguapan yang terhebat terjadi pada bagian ini. Sering dijumpai, tumpukan kompos yang terlihat lembab serta hangat, tetapi setelah dibuka ternyata bagian dalamnya kering dan dingin. Dapat dikatakan bahwa tumpukan yang terlalu panas menyebabkan kadar air bahan menguap dan akhirnya bahan menjadi kering. Apabila bahan menjadi kering, mikroorganisme

enggan melakukan aktivitasnya maka proses pembusukan pada bagian ini terhenti dan suhu biasanya akan turun.

Untuk mengetahui basah atau tidaknya bagian tengah, diperlukan alat pengontrol berupa tongkat bambu atau kayu. Dengan menusukkan alat ini ke dalam tumpukkan kompos sampai ke tengah maka dapat diketahui tiga hal penting, yaitu basah atau tidak, hangat atau tidak dan berbau busuk atau tidak.

Jika tongkat tersebut hangat dan basah berarti pengomposan masih berjalan baik. Apabila tongkat tersebut kering dan dingin maka perlu disiram air. Selain itu, untuk menjaga kadar air bahan diperlukan tempat yang terlindung dari air hujan dan sinar matahari langsung. Tempat yang teduh sangat direkomendasikan untuk suksesnya proses pengomposan secara aerobik.

e. Temperatur

Suhu ideal untuk pengomposan aerobik adalah 45-65° C. Suhu ini diukur dengan menggunakan termometer alkohol agar kalau pecah di lapangan maka cairan alkohol ini tidak membahayakan kompos. Suhu kompos organik dijaga agar tetap stabil dengan cara mengatur kadar air.

Suhu yang terlalu rendah mungkin juga karena bahan kurang lembap sehingga aktivitas mikroorganisme menurun. Pemecahannya, bahan kompos disiram air hingga mencapai kadar air yang optimal. Sebaliknya, suhu bahan yang terlalu tinggi pada pengomposan aerobik dapat mencapai 80° C. Suhu yang terlalu tinggi dapat diatasi dengan cara membalikkan bahan. Bakteri yang bekerja pada suhu ini biasanya hanyalah bakteri termofilik, yaitu bakteri yang tahan terhadap suhu tinggi. Apabila hal ini terjadi maka mikroorganisme lainnya akan mati.

Ketika suhu mencapai lebih dari 85°C, bakteri termofilik juga akan mati. Penggunaan temperatur tinggi, yaitu 80°C, biasanya untuk pengomposan skala besar karena diperlukan kecepatan tinggi untuk mengomposkan berton-ton bahan organik. Jadi pengomposan skala industri kecil atau untuk kebun sendiri di rumah tidak terlalu berisiko apabila suhu dipertahankan pada 45-65°C.

f. Derajat keasaman

Derajat keasaman (pH) yang terbaik untuk proses pengomposan aerobik dan anaerobik adalah pada kondisi pH netral. Untuk komposting aerobik pH berkisar antara 6-8. Kondisi asam pada proses pengomposan biasanya diatasi dengan pemberian kapur.

Namun, pemantauan suhu dan perlakuan membolak-balikkan bahan kompos secara tepat waktu dan benar sudah dapat mempertahankan kondisi pH tetap pada titik netral, tanpa pemberian kapur.

Dengan demikian, proses pemeriksaan pH setiap waktu tidak perlu dilakukan. Untuk meyakinkan, pemeriksaan pH dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus yang tersedia di apotik atau mempergunakan pH meter.

g. Aerasi

Udara mutlak diperlukan oleh mikrobe aerobik, tetapi mikrobe anaerobik tidak membutuhkannya. Pada komposting aerobik dikondisikan agar setiap bagian kompos mendapatkan suplai udara yang cukup. Suhu kompos yang meningkat akan membuat bahan hancur dengan cepat dan akhirnya memadat. Kurangnya

oksigen dapat juga disebabkan oleh kelembapan bahan terlalu tinggi sehingga bahan melekat satu sama lain.

Pemadatan pada bahan ini akan menghambat suplai 0_2 yang dibutuhkan mikroba. Akibatnya mikrobe tidak dapat bertahan hidup. Agar aerasi lancar, pengomposan dilakukan di tempat terbuka sehingga udara dapat masuk dari berbagai sisi dan secara berkala dilakukan pembalikan kompos.

Dalam pembuatan kompos aerobik skala kecil, jumlah oksigen tidak harus diketahui. Namun, untuk skala industri, penghitungan kebutuhan oksigen harus dikuasai agar seorang enginer dapat merancang alat yang mampu menyuplai kebutuhan oksigen pada bahan.

2.7 Sampah Sayur-Sayuran

Sejumlah besar limbah organik dihasilkan dari kegiatan masyarakat, misalnya sampah atau limbah padat yang berasal dari hasil kegiatan pasar tradisional yang berupa sayur-sayuran maupun sayuran yang telah busuk, sayuran mengandung bahan organik yang dapat digunakan sebagai pupuk, namun selama ini sampah pasar tradisional khususnya sayur-sayuran tersebut tidak dimanfaatkan secara maksimal.

Kandungan yang terdapat dalam sayuran hijau sangat banyak, bergantung pada jenisnya. Pada sayuran hijau seperti bayam, daun pepaya dan kangkung, kaya akan vitamin C dan vitamin A. Bayam juga mengandung zat besi, fosfor dan serat-serat alami lain.

Sayuran hijau banyak mengandung pigmen alami seperti karoten yang berbentuk alpha-karoten, beta karoten, serta likopen. Likopen bisa didapat dari

buah tomat. Gum dan pektin terdapat pada buncis dan lignin pada kacang panjang. Sedangkan enzim papain banyak terkandung pada daun pepaya. (Kimia Nutrisi Pangan, 1988).

Sebenarnya, setiap jenis sayuran mempunyai 'kelebihan' nutrien yang tersendiri. Maka, setiap jenis sayur-sayuran berbeda dari segi jumlah dan jenis nutrien yang dibekalkannya.

1. Sayuran berdaun hijau, misalnya bayam, sawi, kailan dan kangkong.
2. Sayuran berbatang, misalnya seledri.
3. Sayuran jenis akar, misalnya lobak.
4. Sayuran jenis buah, misalnya tomatodan terung.
5. Sayuran kekacang, misalnya kacang buncis dan kacang panjang.
6. Sayuran jenis bunga, misalnya kobis, kubis bunga dan brokoli.

Saat ini sedikit sekali penggunaan pupuk hijau yang lebih ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Sayuran menggunakan pupuk kimia atau buatan. Pemberiaan bahan tambahan sisa sayur-sayuran dapat mempengaruhi sifat Tanah yaitu:

1. Meningkatkan kematangan agregat dan meningkatkan jumlah agregat yang mempunyai diameter lebih dari 3 mm
2. Menurunkan berat isi tanah
3. Meningkatkan kavasitas penahan air tanah

4. Meningkatkan KTK (Kapasitas tukar kation tanah) dan meningkatkan ion yang dapat ditukar terutama K dan Ca
5. Meningkatkan tersedianya N, P dan K tanah
6. Meningkatkan pH tanah

(Anonim, 2000).

2.8 Serbuk gergaji

Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu: penggergajian, vinir/kayu lapis, dan pulp/kertas. Sebegitu jauh limbah biomassa dari industri tersebut telah dimanfaatkan kembali dalam proses pengolahannya sebagai bahan bakar guna melengkapi kebutuhan energi industri vinir/kayu lapis dan pulp/kertas.

Yang menimbulkan masalah adalah limbah penggergajian yang kenyataannya di lapangan masih ada yang di tumpuk sebagian dibuang ke aliran sungai yang menyebabkan pencemaran air, atau dibakar secara langsung sehingga ikut menambah emisi karbon di atmosfir (Pari, 2002).

Serbuk gergaji merupakan salah satu jenis limbah industri pengolahan kayu gergajian. Alternatif pemanfaatan dapat dijadikan kompos untuk pupuk tanaman. Hasil penelitian Komarayati (1996) menunjukkan bahwa pembuatan kompos serbuk gergaji kayu tusam (*Pinus merkusii*) dan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea braziliensis*) dengan menggunakan aktivator EM4 dan pupuk kandang menghasilkan kompos dengan nisbah C/N 19,94 dan rendemen 85 % dalam waktu 4 bulan.

Selain itu Pasaribu (1987) juga memanfaatkan serbuk gergaji sengon (*Paraserianthes falcataria*) sebagai bahan baku untuk kompos. Kompos yang dihasilkan mempunyai nisbah C/N 46,91 dengan rendemen 90% dalam waktu 35 hari. Hasil penelitian pemberian kompos serbuk dan sarasah pohon karet dapat meningkatkan pertumbuhan *Eucalyptus urophylla* 40-50% dalam waktu 5 bulan dibanding tanpa pemberian kompos.

Pemberian serbuk gergaji dapat mempengaruhi sifat tanah yaitu:

1. Meningkatkan kematangan agregat dan meningkatkan jumlah agregat yang mempunyai diameter lebih dari 3mm.
2. Menurunkan berat isi tanah.
3. Meningkatkan kapasitas penahan air tanah.
4. Meningkatkan KTK (kapasitas tukar kation tanah) dan meningkatkan ion yang dapat ditukar terutama K dan Ca.
5. Meningkatkan tersedianya N, P dan K.
6. Meningkatkan pH tanah.

Untuk komposisi karbon dan nitrogen pada beberapa bahan organik dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Komposisi karbon (C) dan nitrogen (N) pada beberapa bahan organik.

Jenis bahan	Rasio C/N (g/g)	Kadar air (%)	Jumlah C (%)	Jumlah N (%)
Potongan kertas	20	85	6	0.3
Gulma	19	85	6	0.3
Daun	60	40	24	0.4
Kertas	170	10	36	0.2
Limbah sayur-sayuran	20	80	8	0.3
Limbah makanan	15	80	8	0.5
Serbuk gergaji	450	15	34	0.08
Kotoran ayam	7	20	30	4.3
Sekam alas	10	30	25	2.5
Kandang ayam	-			
Jerami padi	100	10	36	0.4
Kotoran sapi	20	50	20	1.7
Urin manusia	-	-	-	0.9(/100 ml)

(Djuarnani, 2004)

2.9 Kotoran Sapi

Kotoran sapi atau tinja adalah salah satu limbah ternak yang cukup potensial dan memiliki keunggulan tersendiri. Selain dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman, juga dapat mengembangkan kehidupan mikroorganisme yang dapat mempercepat proses pengomposan. Jenis mikroba yang terdapat dalam kotoran sapi adalah cendawan jamur golongan *mesofilik* dan *termofilik* serta aktinomicetes (Lawira, 2000).

Kotoran sapi ada dua (2) macam:

1. Kotoran sapi kering

   Penggunaan kotoran sapi kering dapat mengurangi pengaruh kenaikan temperatur selama proses dekomposisi dan terjadinya kekurangan nitrogen yang diperlukan tanaman. Kotoran sapi kering mempunyai kandungan nitrogen sebesar 2,41 %.

2. Kotoran sapi cair

   Kotoran sapi cair juga baik sebagai sumber hara tanaman. *Faeces* sapi merupakan *faeces* yang banyak mengandung air dan lendir. Pada *faeces* padat bila terpengaruh oleh udara terjadi pergerakan-pergerakan sehingga keadaan menjadi keras, dalam keadaan demikian peranan jasad-jasad renik untuk mengubah bahan bahan yang terkandung dalam *faeces* menjadi zat-zat hara yang tersedia dalam tanah untuk mencukupi keperluan pertumbuhan tanaman mengalami hambatan-hambatan, perubahan secara perlahan lahan (Sutejo, 2002).

Komposisi unsur hara pada macam-macam pupuk kandang dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2.5 Komposisi unsur hara macam-macam pupuk kandang

JENIS PUPUK	Wujud Bahan	H_2O %	N %	P_2O_5 %	K_2O %
Pupuk Kuda	Padat 80	75	0.55	0.30	0.40
	Cair 20	90	1.35	-	1.25
	Total -	78	0.70	0.25	0.55
Pupuk Sapi	Padat 70	85	0.40	0.20	0.10
	Cair 30	92	1.00	0.20	1.35
	Total -	86	0.60	0.15	0.15
Pupuk Kambing	Padat 67	60	0.75	0.50	0.45
	Cair 33	85	1.35	0.05	2.10
	Total -	69	0.95	0.35	1.00
Pupuk Babi	Padat 60	80	0.55	0.50	0.45
	Cair 40	97	0.40	0.10	0.45
	Total -	87	0.50	0.35	0.40
Pupuk Ayam	Total -	55	0.80	0.80	0.40

Sumber : Sutejo, 2002

Tentang persentase bahan padat dan bahan cair pada pupuk kandang atau kotoran hewan dapat diketemukan sebagai berikut:

- Pupuk Sapi..... Bahan padat 44,0% bahan cair 6.3%
- Pupuk Kambing..... Bahan padat 67,0% bahan cair 33,0%
- Pupuk kuda..... Bahan padat 5,7% bahan cair 64,7%

Walaupun persentase bahan padat lebih besar dari bahan cair (kecuali pada pupuk kuda) tidaklah berarti bahwa kandungan zat N dan K berada lebih besar

pada bahan padat, bahkan sebaliknya. Zat N dan K persentasenya akan lebih banyak terdapat pada bahan cair, sedangkan P persentasenya lebih banyak pada bahan padat

2.10 Manfaat Kompos Bagi Tanaman

Kompos sangat berperan dalam proses pertumbuhan tanaman. Kompos tidak hanya menambah unsur hara tetapi juga menjaga fungsi tanah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Adapun beberapa manfaat kompos bagi tanman adalah sebagai berikut:

a. Kompos Memberikan Nutrisi Bagi Tanaman

Setiap tanaman membutuhkan nutrisi(makanan) untuk kelangsungan hidupnya. Tanah yang baik mempunyai unsur hara yang dapat mencukupi kebutuhan tanaman. Berdasarkan jumlah yang dibutuhkan oleh tanaman, unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dibagi menjadi 3 golongan yaitu:

1. Unsur hara makro yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak seperti : Nitrogen (N), fosfor (P), dan Kalium (K).
2. Unsur hara makro sekunder sedang yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah kecil seperti sulfur / Belerang (S), Kalsium (Ca), dan magnesium (Mg).
3. Unsur hara mikro yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalm jumlah yang sedikit seperti : besi (Fe), tembagu (Cu), seng (Zn), Klor (Cl), boron (B), mangan (Mn), dan molib denum (Mo).

Kompos yang sudah jadi atau siap digunakan untuk memupuk tanaman mengandung sebagian besar unsur hara makro primer, unsur hara makro sekunder dan unsur hara mikro yang sangat dibutuhkan tanaman.

Unsur hara yang terkandung dalam kompos dapat dilihat pada Tabel 2.6 di bawah ini:

Tabel 2.6 Kandungan rata-rata hara kompos

Komponen	Kandungan (%)
Kandungan air	41,00 – 43,00
C - Organik	4,83 – 8,00
N	0,10 – 0,51
P_2O_5	0,35 – 1,12
K_2O	0,32 – 0,80
Ca	1,00 – 2,09
Mg	0,10 – 0,19
Fe	0,50 – 0,64
Al	0,50 – 0,92
Mn	0,02 – 0,04

Sumber : Effi Ismawati Musnamar, 2003

b. Kompos Memperbaiki Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Gumpalan struktur terjadi karena butiran-butiran debu, pasir, dan liat terikat satu sama lain oleh suatu perekat seperti bahan organik atau oksidasi besi.

Tanah tergolong jelek apabila butir-butir tanah tidak melekat satu sama lain (misalnya tanah pasir) atau saling melekat erat sangat teguh.

Tanah yang baik adalah tanah yang remah atau granuler. Tanah yang seperti ini mempunyai tata udara yang baik sehingga aliran udara dan air dapat masuk dengan baik. Kompos merupakan perekat butir-butir tanah dan mampu menjadi penyeimbang tingkat kerekatan tanah, selain itu kehadiran kompos pada tanah menjadi daya tarik bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitas pada tanah.

c. Kompos Meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tukar kation (KTK) adalah sifat kimia yang berkaitan erat dengan kesuburan tanah. Tanah dengan kapasitas tukar kation yang tinggi lebih mampu menyediakan unsur hara dari pada tanah dengan kapasitas kation rendah. Tanah dengan kandungan bahan organik tinggi ternyata mempunyai kapasitas tukar kation lebih tinggi.

Tabel 2.7 Kapasitas tukar kation tanah

Jenis tanah	Nilai kapasitas tukar kation
Humus	100-300 me/100gr
Chlorit	10-40 me/100gr
Montmorilonit	80-150 me/100gr
Illit	10-40 me/100gr
Kaolinit	3-15 me/100gr
Haloisit $2H_2O$	5-10 me/100gr
Haloisit $4H_2O$	40-50 me/100gr
Seskuioksida	0-3 me/100gr

Sumber: Dr. Ir Sarwono hardjowigeno,1987

e. Kompos Meningkatkan Aktivitas Geologi Tanah

Kompos berisi mikroorganisme yang menguntungkan tanaman jika berada dalam tanah kompos akan membantu kehidupan mikroorganisme dalam tanah. Selain berisi bakteri dan jamur dekomposer, keberadaan kompos akan membuat tanah sejuk tidak terlalu lembab dan tidak terlalu kering dengan adanya berbagai macam mikroorganisme lama-kelamaan tanah yang terlalu liat dan sulit ditembus akar sekarang menjadi gembur dan mampu ditembus oleh akar. Pertumbuhan tanaman pun meningkat karena jangkauan akar lebih luas dan mampu meraih unsur hara lebih banyak. Selain itu masih banyak lagi mikroorganisme yang berperan membantu kesuburan tanah.

f. Kompos mampu meningkatkan pH pada tanah asam

Di Indonesia tanah asam tidaklah aneh. Air hujan yang turun berkepanjangan akan mencuci habis ion-ion basa seperti Ca, Mg, K dan P dari tanah. Sebaliknya, ion hidrogen semakin meningkat.ion hidrogen inilah penyebab utama keasaman tanah. Unsur hara lebih muda diserap oleh tanaman pada kondisi pH tanah netral yaitu 7 pada nilai ini unsur hara menjadi mudah larut didalam air, semakin rendah pH (asam) maka jumlah ion Al (almunium) dan Mn (mangan) dalam tanah semakin meningkat. Pada hal Al dan Mn yang terlalu banyak akan bersifat racun bagi tanaman. Pada tanah yang asam unsur P tidak dapat di serap oleh tanaman karena karena di ikat oleh unsur Ca. Selain itu, tanah asam mempunyai jumlah oksigen yang sedikit. Kondisi ini akan membuat sengsara kehidupan bakteri aerob yang bertugas menguraikan bahan organik dalam tanah.

Penguraian bahan menjadi lambat dan bahan organik menjadi tidak subur. Dengan demikian semakin rendah pH maka ketersedian unsur hara akan menjadi rendah juga. Jadi persoalannya bukan saja banyaknya unsur hara yang tercuci oleh air hujan, tetapi karena rendahnya pH yang mengakibatkan banyak sekali unsur hara yang terikat oleh Fe dan liat.

g. Kompos Meningkatkan Ketersedian Unsur Mikro

Tidak hanya unsur makro saja yang disediakan oleh kompos untuk tanaman akan tetapi juga unsur mikro. Unsur-unsur tersebut antara lain: Zn, Mn, Cu, Fe, Mo.

h. Kompos Tidak Menimbulkan Masalah Lingkungan

Penggunaan pupuk kimia ternyata berpengaruh buruk, tidak hanya meracuni tanah dan air saja tetapi juga meracuni produk yang dihasilkan. Kandungan unsur mikro pada kompos dan pengaruhnya dapat dilihat pada Tabel 2.9 di bawah ini :

Tabel 2.9 Kandungan Unsur Mikro pada kompos dan pengaruhnya

Nama Unsur	Manfaat pada tanaman	Akibat kekurangan atau kelebihan unsur itu
Zn	• Katalisator dalam pembentukan protein • Mengatur pembentukkan asam Indoleasetik • Berperan aktif dalam transformasi karbohidrat	• Kelebihan Zn dapat menyebabkan keracunan • Kekurangan Zn mengakibatkan ruas bagian pucuk lebih pendek, tanaman tidak dapat berbuah, kematian jaringan diantara tulang daun,ukuran dun menjadi lebih kecil, sempit

		dan menebal
Mn	• Sebagaiaktivator berbagai enzim perombakan karbohidratdan metabolisme netrogen Membantu terbentuknya sel-sel kloropil dengan Fe • Sentesa vitamin	• Kelebihan Mn dapat menimbulkan racun dan menekan penyerangan Fe • Kekurangan Mn berakibat daun mudah berwarna kuning, tetapi tulang daunya masih berwarna hijau
Cu	• Katalisator proses pernapasan dan perombakan karbohidrat • Salah satui elemen pembentuk vitaminA • Berperan tidak langsung dalam pembentukan klorofil	• Kelebihan Cu dapat meracuni tanaman • Kekurangan Cu daun mudah menguning, pertumbuhannya tertekan, kemudian berubah memutih daun- daun tua gugur.
Fe	• Besi berperan sebagai pembentukan klorofil • Sebagai aktivator dalam proses biokimia seperti potosentesis dan respirasi • Pembentukan beberapa enzim tanaman	• Munculnya warna kuning diantara tulang daun,tetapi tulang daun masih tetap hijau • Warna daun menjadi putih pertumbuhan terhenti daun mulai gugur dan pucuknya mulai mati
Mo	• Berperan dalam penyerapan N,pengikatan N, asimilasi N memproduksi asam amino dan protein	• Munculnya warna kuning diantara tulang daun munculnya bintik-bintik kuning kemudian mengering daun menggulung keriput dan mengering

Sumber : Yuwono, 2005

2.11 Pengaruh Kompos Terhadap Tanaman

Kompos merupakan hasil pelapukan bahan-bahan organik yang dapat memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan pertumbuhan dan resistensi tanaman.

Unsur hara yang terdapat pada kompos ini adalah N, P, K Adapun pengaruh unsur hara tersebut pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut

a. Pengaruh Nitrogen (N) terhadap tanaman

Pengaruh Nitrogen Terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
2. Untuk menyehatkan pertumbuhan daun,daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau,kekurangan N menyebabkan *Khlorosis* (pada daun muda berwarna kuning).
3. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.
4. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun.

2. **Pengaruh Posfor (P) terhadap tanaman**

Pengaruh Posfor terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai.
2. dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.
3. Dapat mempercepat pembuangan dan pemasakan buah, biji atau gabah.
4. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

3. Pengaruh kalium (K) terhadap tanaman

Pengaruh Kalium terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Pembentukan protein dan karbohidrat.
2. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit.
3. Meningkatkan kualitas biji (buah).

2.12 Pengertian Effective Microorganism (EM_4)

2.12.1 Komponen dalam Effective Microorganism (EM_4)

Effective Microorganism (EM_4) merupakan bahan yang mengandung beberapa mikroorganisme yang sangat bermanfaat dalam proses pengomposan. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM_4 terdiri dari Lumbricus (bakteri asam laktat) serta sedikit bakteri fotosintetik EM_4 (Effective Microorganisme) berupa larutan cair berwarna kuning kecoklatan, diketemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryuksus Jepang. Cairan ini berbau sedap dengan rasa asam manis dan tingkat keasaman (pH) kurang dari 3,5. Apabila tingkat keasaman melebihi 4,0 maka cairan ini tidak dapat digunakan lagi.

Mikroorganisme efektif atau EM_4 adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat (terutama bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi, Actinomycetes, dan jamur peragian) yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki pertumbuhan serta jumlah mutu hasil tanaman.

Berikut ini adalah fungsi dari masing-masing mokroorganisme larutan EM_4. Setiap spesies mikroorganisme mempunyai peranan masing-masing.

Bakteri fotosintesis adalah pelaksanaan kegiatan EM_4 yang terpenting karena mendukung kegiatan mikroorganisme dan juga memanfaatkan zat-zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme lain. EM_4 tidak berbahaya bagi lingkungan karena kultur EM_4 tidak mengandung mikroorganisme yang secara genetika telah dimodifikasi.

EM_4 terbuat dari kultur campuran berbagai spesies mikroba yang terdapat dalam lingkungan alami di seluruh dunia, bahkan EM_4 bisa diminum langsung.

Berbagai jenis mikroorganisme yang terdapat dalam larutan EM_4 dan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 2.11 dibawah ini:

Tabel 2.10 Fungsi mikroorganisme di dalam larutan EM_4

NAMA	FUNGSI
Bakteri fotosintesis	1. Membetuk zat-zat yang bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan, bahan organik, dan gas-gas berbahaya (misalnya Hidrogen Sulfida) dengan mengunakan sinar matahari dan panas bumi sebagai sumber energi. Zat-zat bermanfaat itu antara lain asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif dan gula. Semuanya mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. 2. Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainya.
Bakteri asam laktat	1. Menghasilkan asam laktat dari gula. 2. Menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan, misalnya Fusarium. 3. Meninkatkan percepatan perombakan bahan organik. 4. Dapat mengahancurakn bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa, serta memfermentasikan tanpa menimbulkan pengaruh-pengaruh merugikan yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik yang tidak terurai
Ragi	1. Membetuk zat antibakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotositesis. 2. Meningkatkan jumlah sel aktif dan pekembangan akar.

PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

Actinomycetes	1. Menghasilkan zat-zat antimikrobe dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik. 2. Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri.
Jamur fermentasi	1. Menguraikan bahan organik secara tepat untuk menghasilkan alkohol, ester dan zat-zat antimikrobe. 2. Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan.

Sumber : Yuwono, 2005

2.12.2 Cara kerja Effective Microorganism (EM_4)

Cara kerja (EM_4) telah di buktikan secara ilmiah dan menyatakan EM_4 dapat berperan sebagai berikut:

a. Menekan pertumbuhan patogen tanah.

b. Mempercepat fermentasi limbah dan sampah organik

c. Meningkatkan ketersediaan unsur hara dan senyawa organik pada tanaman.

d. Meningkatkan aktrivitas mikroorganisme indogenus yang menguntungkan seperti *Mycorrhiza* sp, *Rhizobium* sp, dan bakteri pelarut fosfat.

e. Meningkatkan nitrogen.

f. Mengurangi kebutuhan pupuk dan pestisida kimia.

Effektive mikroorganism (EM4) dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen yang selalu menjadi masalah pada budi daya monokultur dan budi daya tanaman sejenis secara terus-menerus (*countinuous cropping*).

EM4 dapat memfermentasikan sisa pakan dan kulit udang atau ikan didasar tambak sehingga gas beracun (metan dan H2S, dan mercaptan) dan panas di dasar tanah tambak menjadi hilang. Akibatnya ikan dan udang dapat hidup lebih baik.

Dengan cara yang sama, EM4 juga memfermentasikan limbah dan kotoran ternak hingga lingkungan menjadi tidak bau, ternak tidak mengalami stres, dan nafsu makan ternak meningkat. *Effective microorganism* (EM4) yang diberikan pada minuman ternak (dosis 1 : 1.000) hidup pada usus ternak dan menekan populasi mikroorganisme patogen di dalam usus sehingga ternak menjadi sehat.

2.12.3 Peranan Effektive Microorganism (EM_4) dalam Pembuatan kompos

Seperti diterangkan sebelumnya, EM_4 merupakan larutan yang berisi beberapa mikroorganisme yang sangat bermanfaat untuk menghilangkan bau pada limbah dan mempercepat pengolahan limbah.

Effective microorganism (EM_4) dapat digunakan untuk memproses bahan limbah menjadi kompos dengan proses yang lebih cepat dibandingkan pengolahan limbah secara tradisional.

1. Kompos memperbaiki struktur tanah

Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Gumpalan struktur terjadi karena butir-butir debu, pasir, dan liat terikat satu sama lain oleh suatu perekat seperti bahan organik atau oksida besi. Tanah tergolong jelek apabila butir-butir tanah tidak melekat satu sama lain (misalnya tanah pasir) atau saling melekat erat sangat teguh. Tanah yang baik adalah tanah yang remah atau granuler. Tanah seperti ini mempunyai tata udara yang baik sehingga aliran udara dan air dapat masuk dengan baik.

Kompos merupakan perekat pada butir-butir tanah dan mampu menjadi penyeimbang tingkat kerekatan tanah. Selain itu, kehadiran kompos pada tanah menjadi daya tarik bagi mikroorganisme untuk melakukan aktivitas pada tanah.

Dengan demikian, tanah yang semula keras atau teguh dan sulit ditembus air maupun udara, kini dapat menjadi gembur akibat aktivitas mikroorganisme. Struktur tanah yang gembur ini sangat baik bagi tanaman.

2. Kompos meningkatkan aktivitas biologi tanah

Kompos berisi mikroorganisme yang menguntungkan tanaman. Jika berada di dalam tanah, kompos akan membantu kehidupan.

3. Kompos mampu meningkatkan pH pada tanah asam

Indonesia, tanah asam tidaklah aneh. Air hujan yang turun berkepanjangan akan mencuci habis ion-ion basa seperti Ca, Mg, K, dan P dari tanah.

Sebaliknya, ion hidrogen semakin meningkat. Ion hidrogen inilah penyebab utama keasaman tanah.

Unsur hara lebih mudah diserap oleh tanaman pada kondisi pH tanah netral, yaitu 7. Pada nilai ini, unsur hara menjadi mudah larut di dalam air. Semakin asam kondisi tanah (semakin rendah pH) maka jumlah ion Al (aluminium) dan Mn (Mangan) dalam tanah semakin meningkat. Padahal, Al dan Mn yang terlalu banyak akan bersifat racun bagi tanaman. Pada tanah yang asam, unsur P tidak dapat diserap oleh tanaman karena diikat oleh Al. Sementara, pada tanah basa, unsur P juga tidak dapat diserap oleh tanaman karena diikat unsur Ca. Selain itu, tanah asam mempunyai jumlah oksigen yang sedikit.

Kondisi ini akan membuat sengsara kehidupan bakteri aerob yang bertugas menguraikan bahan organik dalam tanah. Penguraian bahan organik menjadi terhambat dan tanah menjadi tidak subur.

Dengan demikian, semakin rendah pH maka ketersediaan unsur hara akan menjadi rendah juga. Jadi, persoalannya bukan saja banyaknya unsur

hara yang tercuci oleh air hujan, tetapi karena rendahnya pH yang mengakibatkan banyak sekali unsur hara yang terikat oleh Fe dan liat. Walaupun tanah dipupuk banyak, tetap saja unsur hara tersebut diikat sehingga tidak dapat dimanfaatkan tanaman.

Kondisi tanah asam ini dapat dinetralkan kembali dengan pengapuran. Pemberian kompos ternyata membantu meningkatkan pH tanah. Tabel 4 menunjukkan hasil percobaan pemberian kompos.

4. Kompos meningkatkan ketersediaan unsur mikro

Tidak hanya unsur makro saja yang disediakan oleh kompos untuk tanaman, tetapi juga unsur mikro. Unsur-unsur itu antara lain Zn, Mn, Cu, Fe, dan Mo.

5. Kompos tidak menimbulkan masalah lingkungan

Penggunaan pupuk kimia ternyata berpengaruh buruk, tidak hanya meracuni tanah dan air saja, tetapi juga meracuni produk yang dihasilkan. Sebagai contoh, pupuk urea terbuat dari senyawa hidrokarbon yang juga digunakan untuk kendaraan bermotor. Senyawa ini akan berubah menjadi nitrit. Nitrit ini dapat muncul dalam produk makanan apabila pupuk masuk ke tata air tanah.

Senyawa inilah yang kemudian menjadi radikal bebas yang dapat menimbulkan efek jangka panjang berupa kanker atau keracunan langsung.

Tabel 2.11 Unsur Mikro Pada Kompos

Nama Unsur	**Manfaat pada tanaman**	**Akibat kekurangan atau kelebihan unsur tersebut**
Zn	• Katalisator dalam pembentukan protein • Mengatur pembentukan asam indoleasetik • Berperan aktif dalam transformasi karbohidrat	• Kelebihan Zn dapat menyebabkan keracunan • Kekurangan Zn mengakibatkan ruas bagian pucuk lebih pendek, tanaman tidak dapat berbuah, kematian jaringan di antara tulang daun,m ukuran daun menjadi lebih kecil, sempit dan menebal.
Mn	• Sebagai aktivator berbagai enzim untuk perombakan karbohidrat dan metabolisme nitrogen. • Membantu terbentuknya sel-sel klorofil dengan Fe • Sintesa Vitamin.	• Terlalu banyak Mn dapat menimbulkan racun dan menekan penyerapan Fe. • Kekurangan Mn berakibat daun muda berwarna kuning, tetapi tulang daunnya masih berwarna hijau.
Cu	• Katalisator proses pernapasan dan perombakan karbohidrat. • Salah satu elemen pembentukan vitamin A.	• Kelebihan Cu dapat meracuni tanaman • Kekurangan CU, daun muda menguning, pertumbuhannya tertekanm, kemudian berubah

	• Berperan tidak langsung dalam pembentukan klorofil.	memutih, daun-daun tua gugur
Fe	• Besi berperan sebagai pembentuk klorofil • Sebagai aktivator dalam proses biokimia, seperti fotosintesis dan respirasi • Pembentuk beberapa enzim tanaman	• Munculnya warna kuning diantara tulang daun, tetapi tulang daun masih tetap hijau • Warna daun menjadi putih, pertumbuhan terhenti, daun mulai gugur dan pucuknya mulai mati.
Mo	• Berperan dalam penyerapan N, pengikatan N, asimilasi N, memproduksi asam amino dan protein	• Munculnya warna kuning di antara tulang daun, munculnya bintik-bintik kuning kemudian mengering. Daun menggulung, keriput dan mengering.

Sumber : Yuwono, 2005.

Oleh karena menginginkan hasil yang berlimpah, para petani seringkali tidak menghitung lagi jumlah pupuk yang diberikan dan cenderung boros.

Pada saat terjadi pencucian tanah, pupuk kimia yang tidak ikut terkonsumsi tanaman akan mengumpul, mengendap, dan bertumpuk di dalam tanah sehingga kelak mengakibatkan tanah tersebut keracunan dan tidak produktif lagi.

2.13 Pengompos menggunakan Metode Takakura

Sampah terdiri dari dua bagian, yaitu bagian organik dan anorganik. Rata-rata persentase bahan organik sampah mencapai ±80%, sehingga pengomposan

merupakan alternatif penanganan yang sesuai. Pengomposan dapat mengendalikan bahaya pencemaran yang mungkin terjadi dan menghasilkan keuntungan. Keranjang Takakura menggunakan biang bakteri dari kompos dicampur sampah organik berupa sayur atau buah yang dicacah kecil-kecil.

Dasar keranjang diletakkan bantalan sekam. Sekeliling keranjang dilapisi kardus, setelah itu dimasukkan campuran sampah organik dan kompos. Bagian atas letakkan bantalan sekam. Tutup dengan kain hitam untuk menghindari bertelurnya lalat. Tutup rapat. Proses ini memerlukan waktu dua minggu untuk menjadi kompos.

Adapun Keuntungan Penerapan Komposting dengan menggunakan metode Takakura adalah sebagai berikut:

a. Segi teknologi
    1) Teknik yang bersahabat dengan lingkungan
    2) Teknik yang efisien, khususnya komposting aerobik karena kompos dapat dihasilkan dalam waktu singkat
    3) Proses pengomposan adalah efektif dan dapat disesuaikan dengan lahan-lahan sempit di perkotaan

b. Segi ekonomi
    1) Menghemat biaya pengelolaan sampah
    2) Kompos yang diproduksi mampu meningkatkan produksi pertanian dan mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi

c. Segi ekologi

1) Kompos yang dihasilkan dapat digunakan untuk penghijauan dan pelestarian tanah sehingga membantu kebersihan dan kesehatan lingkungan.

2) Melestarikan sumber daya alam

d. Segi pemerintah daerah

1) Menghemat biaya pengelolaan lingkungan

2.14 Cara kerja pengomposan dengan "Metode Takakura"

Adapun langkah – langkah pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Gunting jaring untuk membuat 2 kantong sesuai ukuran alas dan bagian atas keranjang dengan cara menjahit bagian tepi jaring.
2. Setelah jaring berbentuk kantong, isi masing-masing kantong jaring dengan sekam secukupnya lalu jahit hingga menyerupai bantal.
3. Ambil kardus dan potong dengan menggunakan gunting sesuai ukuran sekeliling keranjang lalu tempelkan potongan kardus tadi di sekeliling bagian dalam keranjang.
4. Setelah bagian dalam keranjang terlapisi kardus, letakan bantal sekam pada alas keranjang.
5. Semprotkan EM_4 pada permukaan luar dan dalam kardus, serta pada bantal sekam dengan menggunakan sprayer hingga basah merata.

6. Siapkan bak lalu isi dengan campuran bahan kompos yang telah dicacah, masukkan campuran kompos dan kedalam keranjang yang sudah terlapisi kardus.
7. Masukkan thermometer dan pH sebagai alat pengukur suhu pada saat proses pengomposan.
8. Lapisi permukaan atas dengan menggunakan bantal sekam yang sudah disemprot dengan inokulan cair / EM_4.
9. Setelah terlapisi dengan bantal sekam, tutup bagian mulut keranjang dengan menggunakan kain stoking agar serangga kecil tidak masuk.
10. Setelah keranjang tertutup kain stoking, ambil penutup dari keranjang tersebut.
11. Tutup dan tekan hingga rapat dan kuat.

Tabel 2.12 Proses dalam Pengomposan

FASE	SUHU °C	MIKROORGANISME YANG TERLIBAT	PROSES YANG TERJADI	KETERANGAN
Laten	Waktu yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menyesuaikan diri dan membentuk koloni pada lingkungan yang baru dalam tumpukan kompos.			
Mesofilik	10 – 45	Bakteri mesofilia	Penguraian materi organik yang reaktif, seperti: gula, tepung, dan lemak (Dalzell *et.al*, 1987)	Perkembangan mikroorganisme yang cepat menyebabkan peningkatan suhu
Termofilik	45 – 65	▪ Bakteri Thermofilia, yang sebagian besar merupakan *Bacillus spp* (Storm, 1985). ▪ *Actynomicetes* dan galur bakteri pembentuk spora (menggantikan kerja jamur yang terhenti pada suhu sekitar 60°C) ▪	▪ Kenaikan suhu terjadi secara drastic ▪ Penguraian bahan organik terjadi secara lebih cepat, untuk kemudian melambat pada saat mencapai suhu puncak ▪ Ketika suhu turun dari suhu puncak, kompos sudah stabil dan kebutuhan oksigen telah terpenuhi secara optimal	Kondisi yang bagus untuk stabilisasi organik dan pemusnahan mikroorganisme pathogen
Pendinginan	65 – 45	▪ Muncul jamur terutama *Aspergillus* ▪ *Actinomicetes* yang sebagian tergolong dalam *Streptomices* dan *Actynomyces* (Storm, 1985)	▪ Jamur, terutama *Aspergillus* akan menguraikan senyawa-senyawa organik kurang aktif, seperti sellulosa dan hemisellulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana ▪ Fase ini berakhir ketika tidak ada lagi suplai makanan untuk diuraikan sehingga akan terjadi persaingan antar mikroorganisme untuk kemudian dihasilkan antibiotic	Akhir fase ini ditandai dengan munculnya hewan tanah lebih besar seperti cacing (Dalzet *et.al.*, 1987)
Pematangan	45 – ambient	▪ Muncul bakteri nitrifikasi yaitu *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*	▪ Terjadi proses fermentasi kedua yaitu transformasi bahan organik komplek menjadi humic colloid yang berkaitan dengan mineral (Besi, Kalsium, Nitrogen, dll) akhirnya menjadi humus ▪ Terjadi proses nitrifikasi, mengubah amoniak hasil dekomoposisi aerobik menjadi nitrat (Metcalf & Eddy, 1991)	

2.15 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengomposan

Dalam kegiatan pengomposan, ada beberapa faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan prosesnya, antara lain (CPIS,1997):

a. *Ukuran partikel*

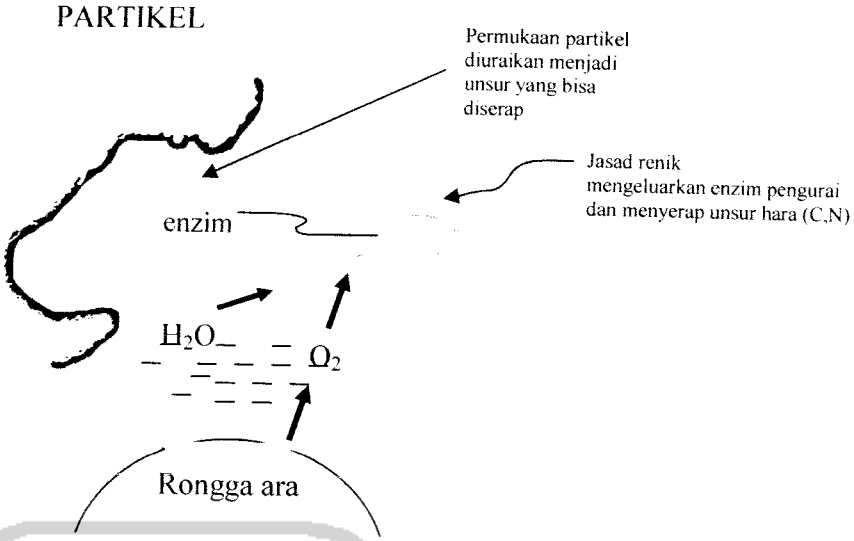
Proses pengomposan sampah sangat bergantung pada aktifitas mikroorganisme yang ada didalamnya. Mikroorganisme yang dimaksud, melakukan metabolisme diluar tubuhnya, atau biasa disebut sebagai ekstra metabolisme. Selaput air yang berada di sekitar permukaan bahan organik sampah dibutuhkan oleh mikroorganisme sebagai media untuk terjadinya penguraian bahan organik tersebut. Dalam mencerna/menguraikan bahan organik, mikroorganisme membutuhkan O_2 dan H_2O. Semakin besar luas permukaan bahan organik, akan memberikan media yang lebih besar untuk terjadinya ekstra metabolisme, sehingga reaksi kimia tersebut akan semakin intensif, yang memberi pengaruh terhadap semakin cepatnya proses penguraian. Luas permukaan yang sebesar-besarnya akan diperoleh jika ukuran partikel sekecil-kecilnya.

Selama proses penguraian, akan terjadi peningkatan jumlah mikroorganisme dalam selaput air, sehingga akan terjadi percepatan dalam penguraian bahan organik. Kejadian ini akan menyebabkan semakin tinggi pula kebutuhan akan oksigen untuk metabolisme. Oksigen dalam proses ini diperoleh dari rongga-rongga udara dalam tumpukan sampah. Rongga udara ini akan semakin kecil jika ukuran partikel bahan organiknya juga kecil.

Untuk memperoleh kondisi dimana luas permukaan bahan bisa sebesar-besarnya, dan suplai oksigen dari rongga udara tetap memenuhi, maka diperlukan ukuran partikel yang optimum.

Tchobanoglous, Thiesen, dan Vigil (1993) menyarankan ukuran partikel sebaiknya < 2 inchi, sementara Muljono (1989) menyebutkan bahwa ukuran optimum partikel berkisar antara 2,5-5 cm. Sedangkan untuk kadar air yang disyaratkan adalah berkisar antara 40-60%, dengan kondisi ideal pada kelembaban 50% (CPIS, 1992).

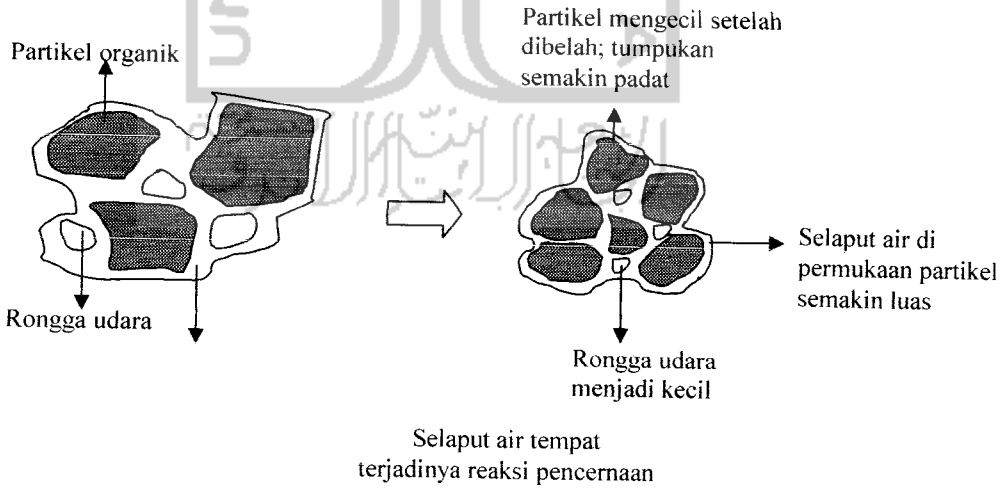
Ilustrasi proses ekstra metabolisme dapat dilihat dalam Gambar 3. Dalam hal ini proses pembusukan terjadi dalam dua langkah. Pertama, bahan organik dibelah menjadi partikel kecil oleh organisme mesofilik. Selanjutnya, permukaan bahan ini, yang telah diselimuti oleh air, baik karena penyiraman atau karena kandungan air yang sudah ada sejak semula, akan bereaksi dengan enzim yang dikeluarkan oleh mikroorganisme, menghasilkan unsur-unsur hara yang dapat diserap oleh organisme tersebut. Terurainya lapisan terluar bahan organik ini akan menyebabkan terbukanya permukaan baru yang pada gilirannya akan bereaksi pula dengan enzim yang dikeluarkan oleh mikroorganisme.



Gambar 2.4 Proses Pencernaan oleh Mikroorganisme

(Sumber: CPIS, 1992)

Proses tersebut terjadi secara berkelanjutan, sehingga semakin lama bahan organik sampah akan semakin terpecah belah menjadi partikel yang lebih kecil. Karena partikel mengecil, maka ukuran tumpukan akan semakin mengecil dan memadat. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar2.5.



Gambar 2.5 Ukuran Partikel, Rongga Udara, dan Air dalam Tumpukan Kompos

(Sumber: CPIS, 1992)

b. Rasio C/N

Dalam proses pengomposan, mikroorganisme membutuhkan energi untuk melakukan aktifitasnya. Sumber energi bagi mikroorganisme ini adalah kandungan zat arang atau karbon (C) yang ada dalam sampah. Selain C, unsur utama yang dibutuhkan oleh mikroorganisme adalah nitrogen. Zat tersebut merupakan nutrisi bagi mikroorganisme untuk pembentukan sel-sel tubuhnya.

Dalam proses pencernaan oleh mikroorganisme, terjadi proses pembakaran antara unsur karbon (C) dan oksigen menjadi kalor dan CO_2 (karbon dioksida).

Karbon dioksida ini kemudian dilepaskan sebagai gas, sedangkan unsur N yang terurai ditangkap oleh mikroorganisme. Pada waktu mikroorganisme ini mati, unsur N akan tertinggal di kompos menjadi nutrisi bagi tanaman.

Besarnya perbandingan C:N (selanjutnya disebut rasio C/N) tergantung pada jenis sampah. Adapun untuk proses pengomposan yang optimum, kisaran rasio C/N yang ideal adalah antara 20/1 sampai 40/1 dengan rasio ideal 30/1 (CPIS, 1992). Jika C/N dari bahan tidak sesuai yang diharapkan maka bisa ditambahkan bahan-bahan lain sehingga rasio C/N akan memenuhi persyaratan.

Tabel 2.13 Perbandingan Kandungan Carbon dan Nitrogen Berbagai Bahan Organik

No	JENIS BAHAN	RASIO C/N
1	Kotoran manusia	
	• Dibiarkan	6 : 1
	• Dihancurkan	16 : 1
2	Humus	10 : 1
3	Sisa dapur / makanan	15 : 1
4	Rumput-rumputan	19 : 1
5	Kotoran sapi	20 : 1
6	Kotoran kuda	25 : 1
7	Sisa buah – buahan	35 : 1
8	Perdu / semak	40-80 : 1
9	Batang jagung	60 : 1
10	Jerami	80 : 1
11	Kulit batang pohon	100-130 : 1
12	Kertas	170 : 1
13	Serbuk gergaji	500 : 1
14	Kayu	700 : 1

Sumber : CPIS, 1992

Jika rasio C/N tinggi aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang. Selain itu, diperlukan beberapa siklus mikroorganisme untuk menyelesaikan degradasi bahan kompos sehingga waktu pengomposan akan lebih lama dan kompos yang dihasilkan akan memiliki mutu rendah.

Jika rasio C/N terlalu rendah (kurang dari 30) kelebihan nitrogen (N) yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasikan akan hilang melalui volatisasi dengan amonia atau terdenitrifikasi (Djuarnani nan.Ir,Msc,dkk. 2004).

Komposisi karbon (C) dan Nitrogen (N), pada beberapa bahan organik dapat dilihat pada Tabel 2.14 di bawah ini :

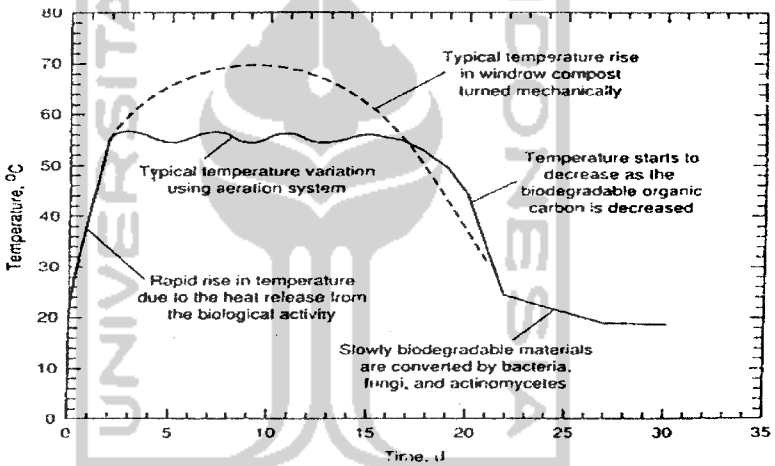
Tabel 2.14 Komposisi karbon (C) dan Nitrogen (N), pada beberapa bahan organik

Jenis Bahan	Rasio C/N (g/g)	Kadar Air (%)	Jumlah C (%)	Jumlah N (%)
Potongan kertas	20	85	6	0,3
Gulma	19	85	6	0,3
Daun	60	40	24	0,4
Kertas	170	10	36	0,2
Limbah buah-buahan	35	80	8	0,2
Limbah makanan	15	80	8	0,5
Serbuk gergaji	450	15	34	0,08
Kotoran ayam	7	20	30	4,3
Sekam alas kandang ayam	10	30	25	2,5
Jerami padi	100	10	36	0,4
Kotoran sapi	12	50	20	1,7
Urine manusia		-	-	0,9(/100ml)

Sumber : Djuarnani nan.Ir,Msc,dkk. 2004

c. Suhu

Suhu merupakan parameter yang sangat berpengaruh dalam mempengaruhi keberhasilan pengomposan, karena aktifitas mikrobiologis yang dibutuhkan selama proses pengomposan melibatkan kondisi suhu tertentu yang harus dicapai dan dipertahankan. Bagaimana hal ini terjadi telah dibahas pada bagian tentang proses mikrobiologis pengomposan. Dinamika suhu selama proses pengomposan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Suhu Selama Proses Pengomposan

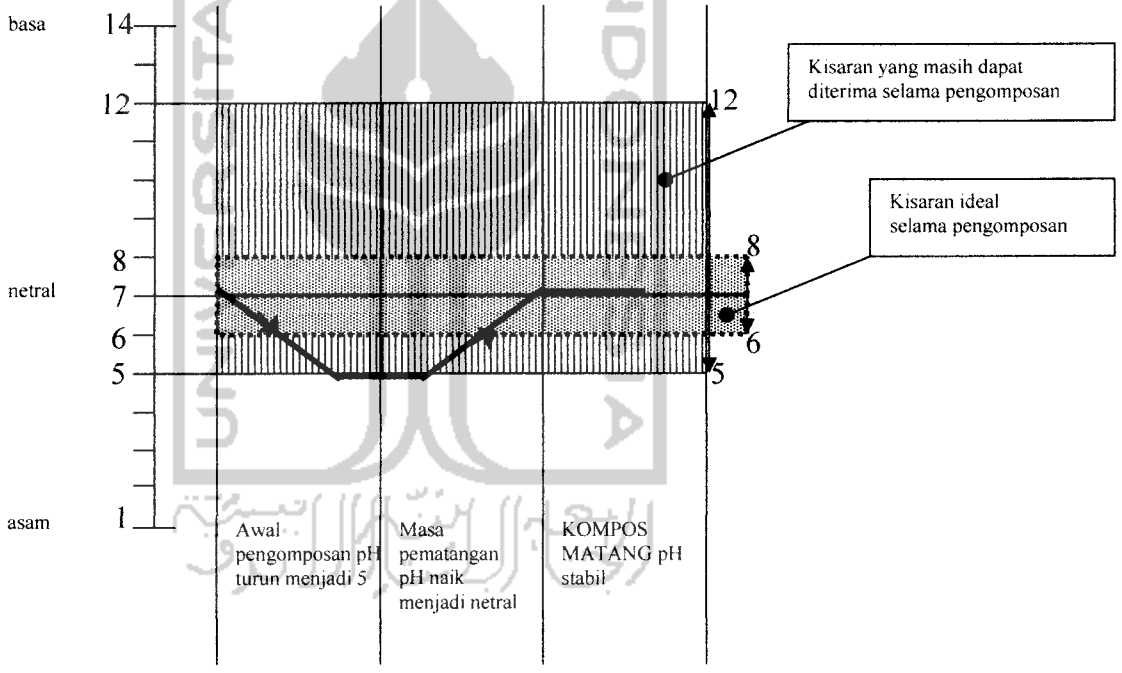
Sumber: Tchobanoglous, Thiesen, dan Vigil, 1993

d. pH

Selama proses pengomposan akan terjadi perubahan tingkat keasaman (pH). Pada awal proses, mikroorganisme akan mengurai bahan organik menjadi asam-asam organik sehingga menurunkan pH sampai kisaran 5-6.

Kemudian mikroorganisme jenis lain memakan asam ini dan mengubahnya menjadi zat yang lebih sederhana sehingga pH akan kembali naik.

Nilai pH yang diharapkan pada saat akhir proses adalah 6-8,5 yang merupakan kisaran pH optimal untuk tanaman. Rentang pH optimum untuk kehidupan bakteri menurut Wilson (1997) adalah 6-7,5 dan jamur adalah 5,5-8. Perubahan pH selama proses pengomposan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Perubahan pH Selama Proses Pengomposan

Sumber: CPIS, 1992

e. Kelembaban dan kadar oksigen

Kelangsungan reaksi kimia proses penguraian bahan organik sangat tergantung pada tersedianya air dalam jumlah yang cukup sebagai media penguraian. Kisaran kelembaban yang ideal adalah 40-60%, dengan kelembaban terbaik 50%.

Kelembaban dalam tingkat ini harus dipertahankan agar diperoleh jumlah populasi mikroorganisme yang sebanyak-banyaknya sehingga proses penguraian bisa berlangsung secepat mungkin.

Selain itu ketersediaan oksigen dalam jumlah yang cukup juga sangat penting. Kisaran ideal kandungan oksigen selama proses pengomposan adalah antara 10-18% dan kisaran antara 5-20% masih bisa diterima.

Kondisi kedua parameter diatas saling mempengaruhi, sehingga kondisi optimal keduanya harus dijaga. Kelembaban yang terlalu tinggi akan memperkecil rongga udara, sehingga suplai oksigen juga akan terbatas. Adapun parameter-parameter pembuatan kompos yang optimum menurut Dalzell *et al.* disajikan pada Tabel 2.15

Tabel 2.15 Parameter pembuatan kompos

Parameter	Nilai
Perbandingan C/N	25/1 sampai 30 / 1
Ukuran partikel	10 mm untuk sistem teragitasi dan aerasi buatan, 50 mm untuk tumpukan panjang dan aerasi alami.
Kandungan air	50%-60% (nilai yang lebih tinggi mungkin saja terjadi ketika penggunaan perantara yang besar).
Aliran udara	0.6-1.8 m^3 udara/hari/kg benda padat mudah menguap pada tahap termofilik, atau oksigen pada 10-18%.
Suhu	55^O-60^O C untuk 3 hari.
Agitasi	Tidak ada pembalikan berkala pada sistem sederhana. Agitasi yang kuat dan pendek pada sistem mekanis.
Kendali pH	Biasanya tidak perlu.

Sumber: Dalzell *et al.*,1987

2.16 Persyaratan Kompos

a. Kematangan kompos

Kematangan kompos ditunjukkan oleh hal-hal berikut :

1) C/N - rasio mempunyai nilai (10 - 20) : 1

2) Suhu sesuai dengan dengan suhu air tanah

3) Bewarna kehitaman dan tekstur seperti tanah

4) Berbau tanah

b. Kematangan fermentasi

Karakteristik fermentasi yang telah selesai mengalami proses dekomposisi adalah sebagai berikut:

1) Aroma berubah menjadi agak sedap
2) Lama proses fermentasi berkisar antara 10-15 hari
3) Temperature berkisar 25-35°C dan pH berkisar 6,8-7,2.

c. Tidak mengandung bahan asing

Tidak mengandung bahan asing seperti berikut :

1. Semua bahan pengotor organik atau anorganik seperti logam, gelas, plastik dan karet.
2. Pencemar lingkungan seperti senyawa logam berat, B3 dan kimia organik Seperti pestisida .

d. Unsur mikro

Unsur mikro nilai-nilai ini dikeluarkan berdasarkan:

1) Konsentrasi unsur-unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman (khususnya Cu, Mo, Zn).
2) Logam berat yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan tergantung pada konsentrasi maksimum yang diperbolehkan dalam tanah.

2.16.1 Organisme patogen

Organisme pathogen tidak melampaui batas berikut :

1) *Fecal Coli* 1000 MPN/gr total solid dalam keadaan kering

2) *Salmonella* sp. 3 MPN / 4 gr total solid dalam keadaan kering.

Hal tersebut dapat dicapai dengan menjaga kondisi operasi pengomposan pada temperatur 55 °C.

2.16.2 Pencemar organik

Kompos yang dibuat tidak mengandung bahan aktif pestisida yang dilarang sesuai dengan KEPMEN PERTANIAN No 434.1/KPTS/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida pada Pasal 6 mengenai Jenis-jenis Pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah dilarang. Dan dengan kandungan bahan organik didalamnya minimal 27 %.

2.16.3 Kriteria Keberhasilan komposting

Kriteria untuk kualitas fermentasi sebagai berikut :

1. Kandungan air

   Untuk kandungan air membutuhkan 50% keatas. Kadar air yang banyak pada proses anaerobik untuk membentuk senyawa gas dan beraneka macam asam organik. Secara fisik juga kadar air akan memudahkan proses penghancuran bahan organik dan mengurangi bau.

2. Derajat Keasaman (pH)

   Untuk pertumbuhan tanaman, derajat keasaman yang ideal berkisar antara 6.7-7.2.

3. Rasio C/N

   Proses yang optimal membutuhkan rasio C/N 25:1-30:1. Semakin tinggi C/N semakin cepat perombakan bahan organik.

4. Ukuran bahan

   Pada proses ini sangat dianjurkan untuk menghancurkan bahan. Hal ini agar mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran atau homogeisasi bahan.

5. Temperatur

   Temperatur di daerah tropis berkisar 25-35°C sudah cukup bagus. Namun suhu optimal tersebut yang dibutuhkan berkisar 50-60°C.

Suhu optimal tersebut dapat dibantu dengan meletakan tempat fermentasi di daerah yang terkena matahari langsung, maka dapat menaikan suhu maka gas metan yang dihasilkan semakin tinggi dan proses pembusukan berjalan lebih cepat. Dengan demikian, gas metan perlu dikeluarkan setiap hari. (Yuwono.2004).

2.16.4 Aplikasi kompos di Lapangan

1. Pemberian kompos pada sayur-sayuran

Sebelum menanam sayuran, kompos dapat diberikan di atas permukaan tanah setebal 3-4 cm sebagai lapisan atau dapat diberikan segenggam kompos pada tiap lubang yang ditanami.

Pemberian ini dapat dilakukan 1-3 bulan sebelum masa tanam untuk kompos yang matang,atau 3 bulan untuk kompos yang setengah matang. Agar pertumbuhan tanaman lebih cepat lagi, dapat diberikan juga perbandingan campuran kompos dengan tanah sebanyak 1: 1.

2. Pemberian kompos pada bunga

Campuran tanah dengan kompos dengan perbandingan tanah 2 bagian dan kompos 1 bagian. Dapat pula diberikan 3 cm lapisan kompos pada tanah permukaan sebagai sumber nutrisi dan pengontrol tanah dari kelembapan.

3. Pemberian saat menanam pohon

Kompos dapat digunakan sebagai media transisi pada pohon yang ditanam pada tanah. Pohon yang dicabut dari tanah asalnya dan dipindahkan ke tanah yang lain biasanya akan mengalami masa penyesuaian. Pohon yang ditanam dalam tanah perpasir akan lebih sulit hidup bila dipindah ketanah berlumpur atau sebaliknya. Kompos dapat mengatasi kesulitan ini dengan menaburkannya kedalam tanah yang hendak ditanami sebagai lapisan / media transisi kira – kira setebal 3cm.

Pemberian kompos jangan terlalu bananyak melebihi 3cm karena akar tanaman akan menjadi manja,Tidak akan tumbuh mencari makan.Ingat,jangan menggunakan kompos pada batang pohon karena akan menyebabkan kematian pada pohon.

4. Pemberian saat merawat perawatan pohon

Untuk pohon yang sudah ditanam dan tumbuh baik,kompos merupakan lapisan pelindung pada tanah sebagai musla seperti halnya pepohonan didalam hutan dengan humus sebagau pelapis tanahnya. Cara memberikan kompos pada pohon yang sudah ditanam yaitu bersihkan tanah sekitar pohon dari rumpur-rumputan. Kemudian berikan kompos setebal 4cm diatas permukaan tanah disekitar pohon tersebut.

Hati-hati pada saat mencabut rumput/tanaman liar,jang sampai terkena akar pohon.Dari sini diketahui bahwa fungsi kompos bukan hanya sebagai penyedia unsur hara makro dan mikro saja,tetapi juga sebagai pelindung tanah dari penguapan yang berlebihan,menjaga kondisi tanah tetap dingin menjadi sumber nutrisi,dan dapat sebagai penahan gerusan air hujan serta panas matahari.

Memberikan kompos sebagai mulsa pada tanaman pohon,jangan sampai berlebihan hingga menutupi batang pohon karena batang pohon akan menjadi lembab dan akan menimbulkan penyakit pada pohon.

5. Pemberian kompos pada tanaman pot

Kompos diberikan dengan 1 bagian tanah lempung,1 bagian pasir,dan ¼ bagian kompos yang lembut (sudah disaring). Setahun sekali berikan kompos setebal 2 – 3cm pada pot,serta ambilah tanah yang lama dalam pot sebagai pengganti kompos yang dimasukkan.

6. Pemberian saat menanam rumput

Pada menanam rumput baru, sebarlah kompos pada areal tanam dengan ketebalan 3-8cm.jika memungkinkan, pemberian hingga mencapai ketebalan 20cm.

Setelah itu, tebarlah benih rumput diatas hamparan kompos.Jika pada permukaan tanah sudah ada rumput, tutupilah rumput tersebut dengan kompos.kompos tersebut akan bekerja pada tanah.tanah yang keras akan menjadi gembur lagi, dan penyakit-penyakit pada tanah akan berkurang.

2.17 Hipotesa

Hipotesa merupakan dugaan terhadap hasil penelitian, adapun hipotesa dari penelitian ini adalah variasi komposisi dengan sampah sayur - sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi mengunakan Metode Takakura diharapkan menghasilkan kandungan C/N, N, P, K yang menghasilkan pupuk organik yang baik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode pengomposan yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan Metode Takakura. Pada prinsipnya pengomposan dengan Metode Takakura ini merupakan proses pengomposan secara aerob dimana udara dibutuhkan sebagai asupan penting dalam proses pertumbuhan mikroorganisme yang menguraikan sampah menjadi kompos (ITS, 2005).

Pada penelitian ini dilakukan untuk menguji bahan masing-masing reaktor setelah diadakannya pencampuran bahan untuk pengomposan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui parameter yang berperan dalam komposting yang meliputi pH, Suhu, rasio C/N, N, P, dan K selama composting berlangsung sampai akhir proses (akhir pengamatan).

Penelitian ini dilakukan selama 45 hari yang meliputi pengukuran suhu dan pH dilakukan 3 hari sekali sampai hari ke-45 untuk setiap reaktor. Sedangkan untuk pengukuran rasio C/N, N, P, dan K dilakukan pada hari ke-0, hari ke-15, hari ke-30, dan hari ke-45.

Pengamatan unsur makro yang terkandung dalam bahan seperti N, P, dan K dilakukan untuk mengetahui kematangan kompos, sedangkan unsur pendukung seperti suhu dilakukan untuk mengetahui hubungan rasio C/N dan parameter pendukung tiap reaktor. Hasil penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen yang dilaksanakan dalam skala laboratorium.

3.3 Lokasi Penelitian

1. Lokasi pengambilan sampel sampah sayur-sanyuran untuk composting dilakukan di Pasar Tradisional Giwangan, sedangkan serbuk gergaji diambil dari jenis limbah industri pengolahan kayu di daerah gedong kiwo, serta pengambilan sampel kotoran sapi di lakukan di Peternakan sapi Pakem.
2. Analisis sampel dilaksanakan di laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogjakarta.
3. Pelaksanaan proses pengomposan di lakukan pada Jl. Kaliurang Km 12.5 Candi Karang.

3.4 Variable Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas yaitu pembuatan formula kompos.
2. Variabel terikat yaitu parameter yang diuji meliputi Nitrogen (N), Kalium (K), Phospat (P), dan rasio C/N, suhu dan pH.

3.5 Bahan Penelitian

Pada penelitian bahan yang digunakan adalah sampah organik (sampah sayur-sayuran), serbuk gergaji, kotoran sapi, serta penambahan EM_4 + gula.

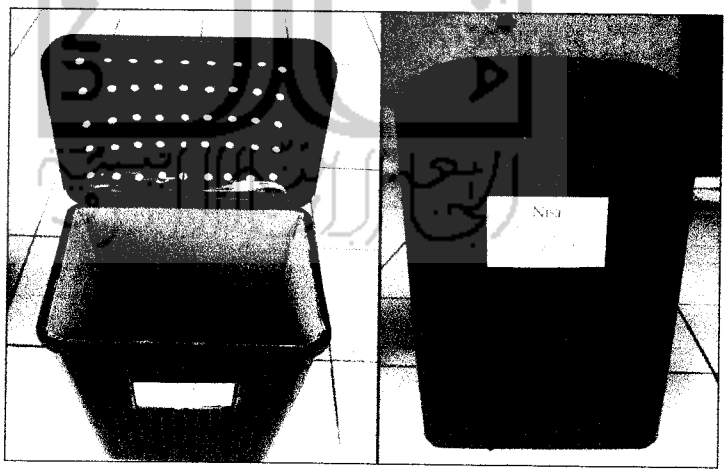
3.6 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi persiapan reaktor dan persiapan bahan, yang diuraikan seperti dibawah:

3.6.1 Persiapan Reaktor

Reaktor yang digunakan untuk pengomposan adalah bak plastik dengan diameter atas 30×24 cm, diameter bawah 27×20 cm dan tinggi 38 cm.

Reaktor sebaiknya tidak terbuat dari logam karena dikhawatirkan zat asam akan bereaksi dengan logam sehingga proses komposting akan tercemari (yuono,2005). Bahan yang paling baik untuk reaktor komposting adalah plastik yang tahan terhadap kondisi asam, selain itu plastik mudah menyerap panas sehingga mudah mencapai suhu optimal serta plastik tidak mengandung logam berat sehingga relatif aman. Bentuk reaktor ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1. Reaktor yang digunakan untuk proses pengomposan

3.6.2 Persiapan Bahan

Pada percobaan 1 dilakukan pencampuran bahan antara sampah / limbah sayur-sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi. Kemudian untuk mempercepat proses pengomposan lalu tambahkan EM_4. Sebelumnya sampah sayur-sayuranan terlebih dahulu di cacah atau dipotong agar cepat didekomposisi karena luas permukaannya meningkat dan mempermudah aktivitas mikroorganisme perombak (Djuarnani Nan Ir, dkk 2005).

Sampah sayur-sayuran yang digunakan pada pengomposan ini adalah dari sampah sayur-sayuran yang diambil dari Pasar Tradisional Giwangan, sedangkan serbuk gergaji diambil dari industri kayu didaerah gedong kiwo serta kotoran sapi yang digunakan adalah kotoran sapi yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah. Kotoran sapi yang di gunakan pada proses pengomposan ini diambil di peternakan sapi Pakem Sleman.

Proses pengomposan ini merupakan salah satu hasil dari penelitian tentang alternative metode pengomposan sampah organik. Ide dasar dari penemuan metode ini digagas oleh salah seorang peneliti dari Jepang, Koji Takakura.

Alasan untuk melakukan proses pengomposan sejak dari rumah tangga ,pasar tradisional, dll adalah untuk mendorong pengurangan sampah sejak dari sumbernya sehingga menghemat biaya pengangkutan, mengurangi beban tempat pengelolaan sampah dan memotivasi warga terkait dengan kesadaran pengelolaan lingkungan. Selain itu proses pengomposan melalui *Takakura Home Method* relative sederhana dan murah.

Pada prinsipnya proses pengomposan model ini merupakan proses pengomposan anaerob dimana pertumbuhan mikroorganisme sangan berpengarauh pada proses penguraian sampah menjadi kompos. Media yang dibutuhkan dalam proses pengomposan yaitu dengan menggunakan keranjang berlubang diisi dengan bahan-bahan yang dapat memberikan kenyamanan bagi mikroorganisme. Proses pengomposan metode ini dilakukan dengan cara memasukkan sampah organik, idealnya sampah organik tercacah kedalam keranjang setiap harinya dan kemudian dilakukan control suhu dengan cara pengadukan dan penyiraman air.

3.6.3 Pengoperasian Reaktor

Percobaan dilakukan dengan variasi untuk masing-masing reaktor adalah sebagai berikut:

a) Reaktor 1 = Sampah sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi = 100 : 0 : 0

b) Reaktor 2 = Sampah sayuran : serbuk gergaji: kotoran sapi = 85 : 10 : 5

c) Reaktor 3 = Sampah sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi = 70 : 20 : 10

d) Reaktor 4 = Sampah sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi = 55 : 25 : 20

Satu reaktor memiliki berat total 3.5 kg dengan persentase pembagian bahan seperti telah dicantumkan diatas.

Berikut ini adalah presentase pembagian berat bahan kompos pada reaktor 1-4 berdasarkan perbandingan pada reaktor 1 (100:0:0), reaktor 2 (85:10:5),

reaktor 3 (70:20:10 dan rektor 4 (55:25:20) untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Komposisi berat masing-masing reaktor.

Reaktor	Sampah Sayur-sayuran	Serbuk Gergaji	Kotoran Sapi	Berat Total
1	3.5 kg	0 kg	0kg	3.5kg
2	2.98 kg	0.35 kg	0.18 kg	3.5kg
3	2.45 kg	0.70 kg	0.35 kg	3.5kg
4	1.93 kg	0.88 kg	0.70 kg	3.5kg

3.7 Pengukuran Parameter dan Metode Uji

Parameter yang diukur untuk mengetahui kualitas kompos yang dihasilkan adalah:

1. Suhu, dilakukan dengan metode termometer, dilakukan 3 hari sekali dalam tumpukan kompos dan ditunggu 2-3 menit.
2. pH, dilakukan dengan menggunakan pH meter setiap 3 hari sekali.
3. Rasio C/N, dilakukan pada hari ke-: ke 0, ke 15, ke 30, ke 45
4. Kualitas akhir kompos, setelah terjadi pematangan, dilakukan pengujian unsur makro N, P, dan K.

3.8 Perhitungan Data Statistik

Dari hasil analisa parameter uji dan pengamatan penelitian, maka dilakukan pengolahan data uji statistik dengan menggunakan *Uji Analysis Of Varians (ANOVA)* satu jalur.

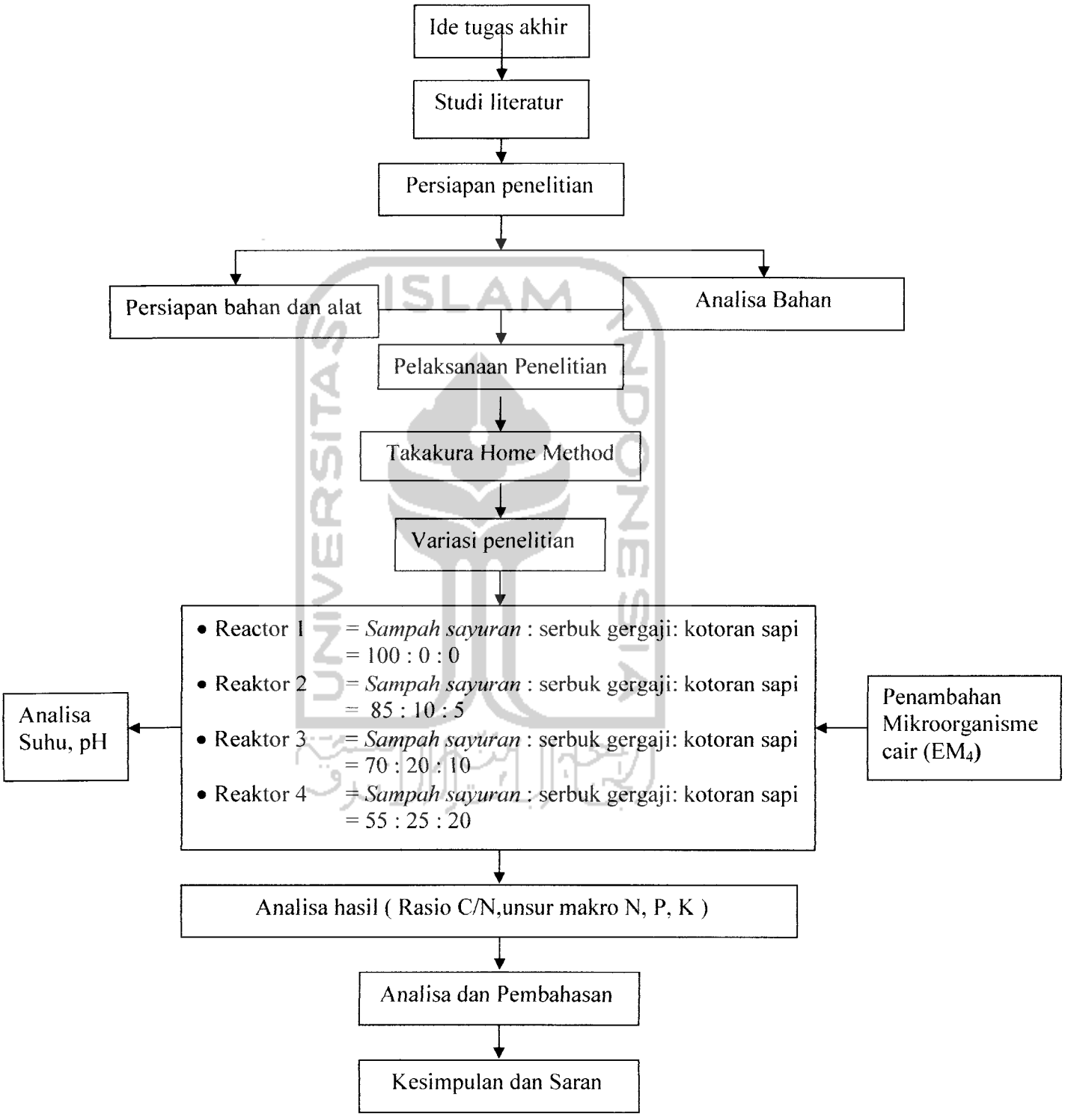
Uji Anova Satu Jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap variasi komposi dengan konsentrasi pH dan suhu.

Adapun konsep perhitungan dari anova adalah:

- Jika probabilitas > 0,05 maka H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak

3.9 Kerangka Penelitian dan Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir

Alur penelitian dalam tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

3.10 Analisa Hasil

Analisa hasil untuk mengetahui kualitas kompos yang dihasilkan terutama N, P, K adalah :

1. Suhu

   Dilakukan dengan metode termometer, dilakukan 1 hari sekali, ditunggu 2-3 menit

2. pH

   Dilakukan dengan menggunakan pH meter setiap 1 hari sekali

3. Rasio C/N

   Dilakukan di awal , pertengahan dan akhir proses pengomposan.

4. Kualitas akhir kompos

   Setelah terjadi pematangan, dilakukan pengujian unsur makro N, P, dan K.

5. Analisa data

Pembuatan pupuk kompos menggunakan metode Takakura dengan kombinasi sampah sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi (Sampah organik) dengan disemprotkan EM_4 + gula pada tiap reaktor percobaan, kan memperlancar kematangan proses komposting. Analisa yang dilakukan adalah untuk mendapatkan perbandingan sampah sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi dimana optimal disini dapat dilihat dari (C/N, pH, Suhu) dan kualitas dari unsur N, P, K.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Takakura

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah Metode Takakura. Metode ini menggunakan media keranjang plastik yang berlubang sebagai reaktor dengan diameter atas 30×24 cm, diameter bawah 27×20 cm dan tinggi 38 cm. Pada bagian dalam/dinding reaktor harus dilapisi dengan kardus sedangkan bagian bawah dan atas dilapisi dengan bantalan yang telah terisi sekam bakar. Kemudian EM_4+gula dicampur lalu disemprotkan pada permukaan luar dan dalam kardus, serta pada bantal sekam dengan menggunakan sprayer hingga basah merata, penggunaan EM_4 dimaksudkan untuk memproses bahan limbah menjadi kompos dengan proses yang lebih cepat dibandingkan pengolahan limbah secara tradisional. Kemudian reaktor diisi dengan sampah yang telah dicacah, dan bagian atas reaktor ditutup dengan sekam serta stoking yang kemudian di tutup dengan tutup dari reaktor itu sendiri.

Penelitian ini berlangsung selama 45 hari, dengan waktu pengambilan pada hari ke 0, ke 15, ke 30 dan ke 45. Variasi bahan yang digunakan adalah sampah organik (sampah sayur-sayuran), serbuk gergaji dan kotoran sapi dengan pebandingan komposisi (100:0:0), (85:10:5), (70:20:10) dan (55:25:20).

Dari hasil penelitian pada masing-masing reaktor (reaktor 1-4) didapatkan hasil bahwa komposting dengan variasi bahan sampah sayur-sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi dengan variasi berat dapat mempengaruhi kematangan

kompos. Berikut ini hasil pengukuran untuk masing-masing reaktor selama proses komposting berjalan yang meliputi, pH, Suhu, % N, % P, % K dan rasio C/N hingga akhir proses (akhir pengamatan). Berikut ini adalah komposisi pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Komposisi bahan tiap reaktor

Reaktor	Berat (Kg)	Sayur (Kg)	Kotoran Sapi(Kg)	Serbuk gergaji(Kg)	Jumlah (Kg)
1	3,5	3,5	0	0	3,5
2	3,5	2,98	0,35	0,18	3,5
3	3,5	2,45	0,70	0,35	3,5
4	3,5	1,93	0,88	0,70	3,5
Total		10,85	1,925	1,225	

Pada penelitian ini menggunakan *Effective Microoganism 4* (EM_4) yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah. Em4 ini nantinya juga membantu mempercepat proses kematangan fermentasi.

Penelitian ini dimulai dengan penyemprotan mikroorganisme cair $(Em)_4$ dan gula dengan menggunakan sprayer secara merata kedalam sekam yang berfungsi sebagai indikator dan sekeliling reaktor bagian dalam yang sudah ditempel potongan kardus, gula berfungsi sebagai nutrient tambahan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme.

Setelah proses persiapan reaktor dengan metode "TAKAKURA", maka proses selanjutnya adalah mencampurkan antara sampah sayur-sayuran dari pasar

tradisional Giwangan yang sebelumnya telah dicacah terlebih dahulu dengan campuran variasi serbuk gergaji dan kotoran sapi, setelah itu aduk hingga rata, lalu dimasukkan kedalam reaktor dan ditutup bagian mulut keranjang dengan menggunakan kain berpori yang fungsinya adalah agar serangga kecil tidak masuk, lalu tutup dan tekan hingga rapat dan kuat, kemudian reaktor disimpan ditempat yang memiliki ruangan terbuka, fungsinya agar memperoleh sinar matahari yang cukup.

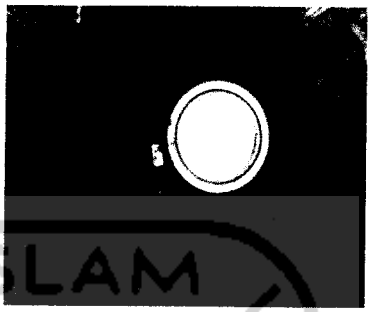
Tujuannya adalah untuk membuat keadaan didalam reaktor bersifat aerobik. Penelitian dimulai tanggal 20 Desember 2006 hingga tanggal 04 Februari 2007, selama 15 hari sekali dilakukan analisa kandungan kompos, dan setiap 3 hari sekali dilakukan pengontrolan suhu dan pH serta pengadukan kompos.

4.2 Analisa pH

Derajat keasaman (pH) perlu dikontrol selama proses pengomposan berlangsung, karena pH juga merupakan indikator pemantauan proses berjalannya fermentasi yang berlangsung dan juga faktor lingkungan yang juga penting bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Kisaran pH kompos yang optimal adalah 6.0-8.0, jika derajat keasaman terlalu tinggi akan menyebabkan unsure nitrogen dalam kompos berubah menjadi ammonia (NH_3), atau sebaliknya jika terlalu rendah akan menyebabkan mikroorganisme mati (Djuarnani, 2005).

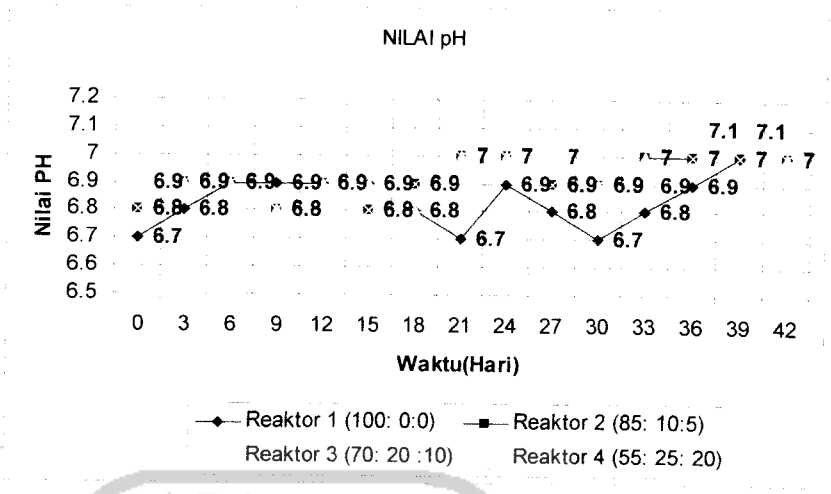
Mengukur pH dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur pH meter yang ditancapkan kekompos kemudian didiamkan selama ±3 menit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1 Pengukuran pH

Melalui pengamatan pH yang telah diamati pada saat terjadinya proses komposting dapat dilihat dari grafik sehingga memudahkan pengamatan proses dekomposisi.

Grafik perubahan nilai pH pada tiap reaktor mulai dari awal pengomposan sampai kompos dinyatakan matang (akhir proses) pada masing-masing reaktor(reaktor 1-4) ditunjukkan pada Gambar 4.2 dibawah ini :



Gambar 4.2 Hasil pengukuran pH pada masing-masing reaktor

4.3 Pengukuran pH

4.3.1 Hasil Analisa Pengukuran pH

Derajat keasaman (pH) optimal yang dibutuhkan dalam pengomposan anaerobik adalah 6.8 - 7,2 dan aerobik adalah 6 - 8. Pada Gambar 4.6 diatas dapat dilihat bahwa nilai pH dari keempat reaktor pada hari ke-0 pengomposan pada masing-masing reaktor bersifat netral. Menurut CPIS. 1992, pada awal proses mikroorganisme akan mengurai bahan organik sehingga menurunkan pH sampai kisaran 5-6 dan kemudian mikroorganisme jenis lain memakan asam ini dan mengubahnya menjadi zat yang lebih sederhana sehingga pH akan kembali naik.

Selama proses pengomposan tidak terjadi perubahan pH yang terlalu mencolok. Pada reaktor 1 yaitu 100 % sayur-sayuran tanpa variasi dengan penambahan EM4 + gula dapat dilihat dari Tabel bahwa pH sayur-sayuran cenderung bersifat asam dan pH awal rata-rata 6.7, dimana terjadi perombakan senyawa komplek menjadi senyawa yang lebih sederhana. Bakteri mesofilik dan

termofilik berperan dalam proses ini sehingga mengakibatkan kenaikan pH sehingga menurunkan pH, kemudian mikroorganisme jenis lain memakan asam ini dan mengubahnya menjadi zat yang lebih sederhana sehingga pH akan kembali naik. Peningkatan pH juga disebabkan oleh protein dan nitrogen organik yang menghasilkan amonium yang dapat menaikan pH. Pada reaktor ini pertumbuhan mikroba sangat cepat sehingga material terurai dengan cepat dikarenakan pada reaktor ini tidak terdapat campuran material organik yang berfungsi mendekomposisi unsur pokok organik.

Pada Reaktor 2 (dengan komposisi 85:10:5), dan reaktor 3 (dengan komposisi 70:20:10)dapat dilihat pada grafik awal proses terjadi kenaikan pH dan mengalami kenaikan pada hari ke-3 kemudian mengalami penurunan dihari ke-9 setelah itu pH akan terus menurun sampai akhirnya pada hari ke-21 pH stabil dan menjadi netral diikuti dengan hilangnya aroma bau busuk. Kenaikan dan penurunan pH pada reaktor 2 dan 3 ini tidak begitu besar dan mencolok, karena variasi serbuk gergaji yang mengandung unsur C dan kotoran sapi yang mengandung unsur N sehingga kenaikan dan penurunan pH relatif stabil.

Hal ini juga adalah pengaruh dari variasi bahan organik yaitu serbuk gergaji murni, pada proses selanjutnya, jasad renik tertentu akan memakan asam organik tersebut sehingga terjadi kenaikan pH dan kemudian berangsur-angsur mendekati netral. Pada reaktor 4 tidak jauh beda dengan grafik pada reaktor 2 dan 3, pH pada awal pengomposan cenderung masih dalam keadaan asam tetapi pada akhir pengomposan menjadi pH netral.

komposisi yang seimbang pada variasi bahan organik tersebut dengan cepat mendekati derajat keasaman yang netral karena karakteristik bahan yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Komposisi variasi bahan sangatlah berpengaruh pada proses perombakan senyawa komplek menjadi senyawa yang lebih sederhana dalam pengomposan.

Dari pengamatan pH pada reaktor 2, 3 dan 4 selama proses pengomposan berlangsung, pada hari ke-3, 6 dan 9 pH terus meningkat berkisar 6.9 – 7.1, karena pada penguraian bahan menjadi kompos terjadi pola perubahan nilai pH sejalan dengan waktu pengamatan. Pada minggu kedua terjadi penurunan yang tidak terlalu mencolok akibat menurunnya aktifitas mikroorganisme pengurai dan pada minggu ketiga nilai pH kembali meningkat.

Kenaikan pH yang berangsur-angsur disebabkan hasil dekomposisi bahan organik pada tahap sebelumnya seperti asam-asam organik dikonversikan sebagai metan dan CO^2 berlangsung lebih lama (Polpraset, 1989).

Selain itu peningkatan pH juga disebabkan oleh protein dan nitrogen organik yang menghasilkan *ammonium* yang dapat menaikan pH. Selanjutnya akan terjadi tahap nitrifikasi, yaitu *nitrosomonas* dan *nitrobacter* tumbuh secara optimal dalam range ini.

Proses nitrifikasi ini ditunjukkan dengan penurunan nilai rasio C/N, karena bahan karbon berkurang dengan pelepasan CO_2 dilain sisi ada peningkatan N-organik dalam bentuk yang lebih sederhana. Selanjutnya pada akhir proses setelah tercapai fase pendinginan, nilai pH bersifat netral dan nilai rasio C/N turun.

4.3.2 Pengolahan Data Nilai pH Dengan Metode Statistik *One Way* ANOVA

Analisis data dengan metode ANOVA ini digunakan untuk menguji apakah rata-rata nilai pH pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak signifikan.

Analisis dengan tes homogenitas variansi bertujuan untuk menguji berlaku tidaknya asumsi untuk ANOVA, yaitu apakah keempat sampel memiliki varian yang sama, sebab salah satu asumsi dasar ANOVA adalah bahwa variannya haruslah sama.

Dari hasil yang terlampir dapat diketahui bahwa *Lavene Test* hitung adalah 1.024 dengan nilai probabilitas 0,389. Oleh karena probabilitas > 0,05, maka H_0 diterima, atau keempat varian adalah sama.

Dari hasil *Analysis of Variances* (ANOVA) yang terlampir dapat diketahui bahwa bahwa F hitung adalah 1,934 sedangkan F hitung adalah 3,650, karena F hitung > F tabel maka H_0 diterima. Nilai probabilitas adalah 0,018. Karena nilai probabilitas > 0,05, maka H_0 diterima, atau rata-rata nilai pH pada keempat reaktor identik dan memiliki perbedaan yang tidak signifikan.

Maka dari hasil uji *Analysis of Variances* (ANOVA) diketahui bahwa variasi komposisi sampah sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi untuk bahan tambahan pengomposan sampah sayuran berpengaruh terhadap besarnya nilai pH pada proses pengomposan.

Setelah diketahui bahwa keempat variasi identik, kemudian dapat ditentukan perbedaan diantara keempat variasi dengan tes *Post Hoc*. Masalah perbedaan rata-rata nilai pH pada keempat variasi bahan dibahas pada analisis

Bonferroni dan Tukey dalam *Post Hoc Test.* Pada hasil uji Tukey HSD yang terlampir dapat dilihat bahwa diantara reaktor 1 dan 3 memiliki nilai probabilitas < 0,05 sehingga H_0 ditolak.

Pada kolom *Mean Different* yang terlampir ada tanda " * " berarti perbedaan rata-rata nilai suhu variasi tersebut signifikan, sedangkan untuk reaktor lainnya tidak ada perbedaan yang signifikan.

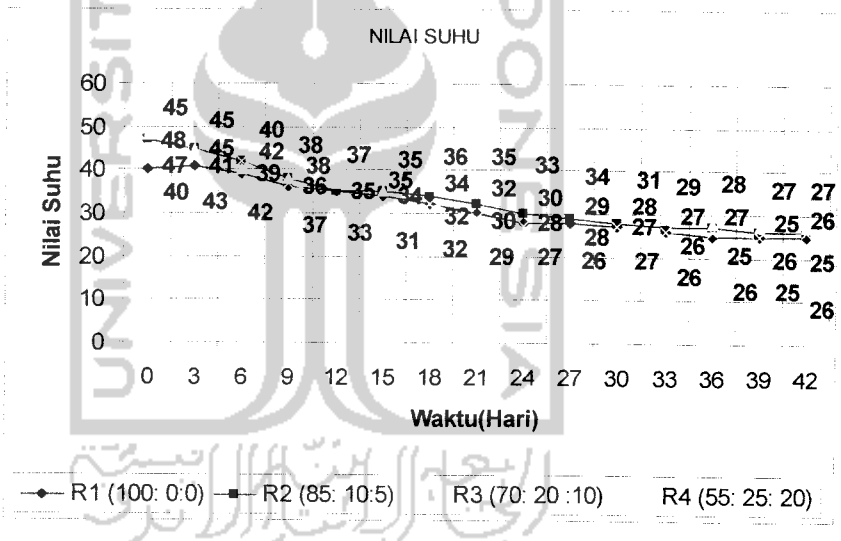
PH optimum berkisar antara 6 - 8. bakteri lebih senang pada pH netral, fungi berkembang cukup baik pada kondsisi ph asam yang alkalin kuat menyebabkan kapur pada saat pengomposan berlangsung. Kondisi sangat asam pada awal proses dekomposisi berlangsung dapat terjadi penurunan pH. Biasanya pH agak turun pada awal proses pengomposan karena aktifitas bakteri yang menghasilkan asam, dengan munculnya mikroorganisme lain dari bahan yang didekomposisi maka pH bahan kembali naik setelah beberapa hari dan pH berada pada kondisi netral, variasi pH yang cukup ekstrim menunjukkan adanya masalah dalam proses dekomposisi.

4.4 Pengukuran Suhu

Selama proses fermentasi secara aerobik, populasi mikroorganisme terus berubah, maka suhu adalah indikator proses yang berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme. Temperatur di daerah tropis berkisar 25-35°C sudah cukup bagus, Namun suhu optimal tersebut yang dibutuhkan dalam keadaan *thermofilik* berkisar 30-60 °C. sedangkan suhu ideal untuk pengomposan anaerobik adalah 50-60 °C dan unuk aerobik adalah 45-65 °C (Yuwono, 2005).

Dari grafik dapat dilihat hasilnya bervariasi ada reaktor yang dapat mencapai suhu optimum dan ada yang tidak dapat mencapai suhu optimum. Faktor suhu sangat berpengaruh dalam proses pengomposan, karena aktifitas mikrobiologis yang dibutuhkan selama proses pengomposan melibatkan kondisi suhu tertentu yang harus dicapai dan dipertahankan (Tchobanoglous, Thiesen, dan Vigil, 1993).

Grafik perubahan suhu pada tiap reaktor mulai dari hari ke-0 pengomposan sampai kompos dinyatakan matang (akhir proses) ditunjukkan pada Gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar 4.3 Hasil pengukuran suhu pada masinh-masing reaktor

4.5 Pembahasan Suhu

Pada reaktor 1 yaitu sampah sayur-sayuran (100:0:0) dan penambahan EM4, suhu sesuai dengan suhu lingkungan. Selama proses komposting berlangsung terjadi penurunan dan kenaikkan suhu yang tidak terlalu mencolok akibat penurunan aktifitas mikroorganisme pengurai.

Reaktor 1 tidak dapat mencapai suhu optimum, hal ini disebabkan karena kurangnya tinggi tumpukan, namun kondisi suhu cukup stabil. Pada awal proses pengomposan, temperatur masing-masing reaktor kompos sesuai dengan temperatur lingkungan. Pada awal proses yaitu pada tahap organisme yang terdapat pada reaktor berkembang biak dengan cepat, ini dikarenakan bahan yang berasal dari 100% sampah sayuran sebelumnya dicacah terlebih dahulu sehingga mikroorganisme lebih mudah dan lebih giat beraktivitas mengolah dan membentuk koloni pada bahan yang sudah lembut (substrat) menyebabkan suhu naik tetapi karena tidak adanya variasi bahan pada reaktor 1 ini sehingga terjadi kenaikan suhu dan peurunan suhu yang cepat.

Pada hari ke-3, suhu pada reaktor 1 terjadi kenaikan suhu menjadi 41°C. Namun tidak mencapai suhu optimum untuk fase *termofilik* (45° - 65° C). Hal ini disebabkan tidak adanya *bulking agent* yaitu serbuk gergaji yang berfungsi sebagai isolator yang dapat menahan kalor agar tidak terlepas ke udara. Pada hari ke-9 proses dekomposisi kembali ke *fase mesofilik,* suhu terlihat menurun menjadi 37°C, terjadi penurunan suhu yang cukup drastis karena sampah sayuran sebagai bahan organik cepat terurai, sehingga kalor hanya dapat ditahan dalam waktu yang singkat.

Pada reaktor 1 terlihat bahwa suhu diatas 30°C selama 24 hari. Mikroorganisme pada reaktor 1 pertumbuhannya sangat cepat sehingga material terurai lebih cepat dalam mendekomposisi bahan organik karena tidak ada campuran variasi serbuk gergaji dan kotoran sapi. Setelah mikroorganisme berkembang biak dan temperatur naik, pada saat itu senyawa-senyawa reaktif seperti gula, tepung dan lemak diuraikan. Pada saat proses penguraian bahan organik telah melewati temperatur optimal sebagian besar bahan organik telah diuraikan oleh mikroorganisme ini ditandai dengan tidak adanya bau busuk. Pada saat pendinginan, terutama setelah suhu turun kurang dari 30°C jumlah aktivitas mikroorganisme *Thermofilik* juga berkurang, temperatur di dalam tumpukan bahan kompos menurun, dan organisme *mesofilik* yang sebelumnya bersembunyi di bagian tumpukan yang agak dingin memulai aktivitasnya kembali. Organisme *mesofilik* akan merombak selulosa dan hemiselulosa yang tersisa dari proses sebelumnya.

Pada awal pengomposan, suhu pada reaktor 2 mencapai 47°C. Namun tidak mencapai suhu optimum untuk fase *termofilik* (55-60°C). Pada hari ke-9 proses dekomposisi kembali ke *fase mesofilik* .

Berdasarkan pengamatan nilai suhu, dapat dilihat pada grafik 4.8 pada reaktor 3 suhu tertinggi sebesar 48°C terjadi pada awal proses pengomposan. Ketika suhu meningkat pada fase mesofilik, secara umum C/N mengalami kenaikan. Hal ini akibat pemakaian dari N-organik sebagai nutrien yang digunakan mikroorganisme dalam perkembangannya, sedangkan kadar karbon organik dalam reaktor mengalami penurunan. Penurunan karbon organik

digunakan sebagai sumber energi dan untuk menyusun bahan seluler mikroba dengan membebaskan CO2 dan methan serta bahan yang mudah menguap lainnya merupakan tanda adanya dekomposisi bahan organik, yaitu akibat pelepaskan kalor sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi. Hal ini terlihat pada awal pengomposan keadaan fisik kompos terdapat cendawan berwarna putih dan suhu yang tinggi dari dalam reaktor karena naiknya suhu dan jalannya proses dekomposisi (Rao, 1989).

Proses awal dekomposisi, mikroba yang banyak berperan adalah actinomycetes dan fungi sebagi bakteri mesofilik kriteria ini secara alami terdapat dan mendominasi proses yang berlangsung selama tahap mesofilik (Tchobanoglous,1993).

Reaktor 4 memiliki temperatur pada awal proses pengomposan yaitu sesuai dengan temperatur lingkungan. Suhu optimum yang dicapai pada rektor 4 terjadi diawal pengomposan yaitu 45°C. Di awal proses yaitu pada tahap organisme yang terdapat pada reaktor berkembang biak, menyebabkan temperatur naik. Di saat temperatur mencapai 30°C cendawan *mesofilik* berhenti bekerja dan aktifitas penguraian digantikan oleh cendawan *Thermofilik.*

Masing-masing reaktor menunjukan pada awal proses (hari pertama) mulai terjadi kenaikan suhu sampai hari ke-3. Kenaikan suhu ini terbentuk akibat pelepasan kalor sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi, didukung dengan adanya peran serbuk gergaji dan kotoran sapi sebagai *bulking agen*t yang berfungsi sebagai penahan kalor agar tidak terlepas ke udara. Berdasarkan Gambar 4.3 masing-masing bahan pada reaktor 3 (70:20:10)

menunjukan suhu tertinggi yaitu 48°C, suhu terendah terdapat pada reaktor 1 (100% sayuran) sebesar 40°C, hal ini karena pada reaktor 1 tidak adanya bahan organik yang berfungsi sebagai bahan isolator.

Hal ini menunjukan bahwa penambahan komposisi 70% sampah sayuran, 20% serbuk gergaji dan 10% kotoran sapi ini optimal untuk mempercepat proses pengomposan, kotoran sapi yang diberikan menyediakan mikroorganisme yang akan beraktivitas mendekomposisi bahan-bahan organik dan tambahan serbuk gergaji yang berfungsi untuk penyediaan udara dengan membentuk rongga-rongga udara dan juga serbuk gergaji ini menahan panas/bahan isolator agar tidak terlepas ke udara. sehingga suhu naik, mikroorganisme yang ada pada bahan berkembang biak dengan cepat dan lebih giat dibandingkan dengan variasi lainnya. Pada hari ke-18 masing-masing reaktor mengalami kenaikan suhu lagi, ini disebabkan adanya penambahan EM_4 di hari ke-18. Hal ini menunjukan bahwa serbuk gergaji, kotoran sapi dan EM_4 yang diberikan menyediakan mikroorganisme yang akan beraktivitas mendekomposisi bahan-bahan organik yang berfungsi untuk penyediaan udara. sehingga suhu naik. Mikroorganisme yang ada pada bahan berkembang biak dengan cepat dan lebih giat dalam mendekomposisi bahan organik.

Ketika bahan organik dikumpulkan menjadi satu untuk pengomposan, sebagian energi yang dilepaskan oleh penguraian bahan dibebaskan sebagai panas dan ini menyebabkan kenaikan suhu. Pada tahap awal (penghangatan), mikro organisme yang ada pada bahan berkembang biak dengan cepat dan suhu naik. Pada saat ini semua senyawa yang amat reaktif seperti gula, tepung, lemak

diuraikan. Ketika suhu mencapai 45°C jamur berhenti bekerja dan penguraian diteruskan oleh *actynomycetes* sampai suhu puncak dicapai. Pada suhu puncak tumpukan kehilangan panas sebanyak yang dihasilkan oleh mikroorganisme.

Selama proses pengomposan pada keempat reaktor belum diperoleh suhu yang paling optimum. Hal ini karena faktor kurang tingginya kompos/timbunan, sebuah timbunan yang terlalu dangkal akan kehilangan panas dengan cepat karena tidak adanya cukup material untuk menahan panas itu dan menghindarkan pelepasannya. Dibawah suhu optimum bakteri-bakteri yang menyukai panas dalam timbunan itu tidak akan berbiak secara wajar, akibatnya pembuatan kompos akan berlangsung lama (Murbandono, 1995). Suhu optimal tersebut dapat dibantu dengan meletakkan tempat pengomposan di lokasi terkena matahari langsung. Apabila sinar matahari dimanfaatkan untuk menaikkan suhu maka gas metan yang dihasilkan semakin tinggi dan proses pembusukan berjalan lebih cepat (Yuwono, 2005).

Ketika bahan telah melewati suhu puncak tumpukan mencapai kondisi stabil dimana bahan yang mudah diubah telah diuraikan dan kebanyakan kebutuhan oksigen yang tinggi sudah dipenuhi. Bahan tidak lagi menarik perhatian lalat dan cacing, serta tidak menimbulkan bau busuk.

4.5.1 Pengolahan Data Nilai Suhu Dengan Metode Statistik *One Way* ANOVA

Analisis data dengan metode ANOVA ini digunakan untuk menguji apakah rata-rata nilai suhu pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak signifikan

Analisis dengan tes homogenitas variansi bertujuan untuk menguji berlaku tidaknya asumsi untuk ANOVA, yaitu apakah keempat sampel memiliki varian yang sama, sebab salah satu asumsi dasar ANOVA adalah bahwa variannya haruslah sama.

Dari hasil yang terlampir dapat diketahui bahwa *Lavene Test* hitung adalah 0,269 dengan nilai probabilitas 0,848. Oleh karena probabilitas > 0,05, maka H_0 diterima, atau keempat varian adalah sama.

Dari hasil uji *Analysis of Variances* (ANOVA)) yang terlampir dapat diketahui F hitung adalah 0,940 dengan nilai probabilitas 0,427, karena nilai probabilitasnya >0.05 maka Ho diterima, atau perbedaan rata-rata nilai pH pada keempat reaktor tidak nyata, berarti variasi komposisi serbuk gergaji dan kotoran sapi untuk bahan tambahan pengomposan sampah sayuran tidak terlalu mempengaruhi besarnya nilai suhu pada proses pengomposan.

Setelah diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan diantara keempat variasi, kemudian dapat ditentukan perbedaan diantara masing-masing variasi dengan tes *Post Hoc*.

Masalah perbedaan rata-rata nilai suhu pada keempat variasi bahan dibahas pada analisis Bonferroni dan Tukey dalam *Post Hoc Test* yang terlampir.

Pada hasil uji Tukey HSD yang terlampir dapat diketahui bahwa diantara semua reaktor memiliki nilai probabilitas > 0,05 sehingga H_0 diterima, berarti rata-rata nilai suhu diantara keempat variasi identik.

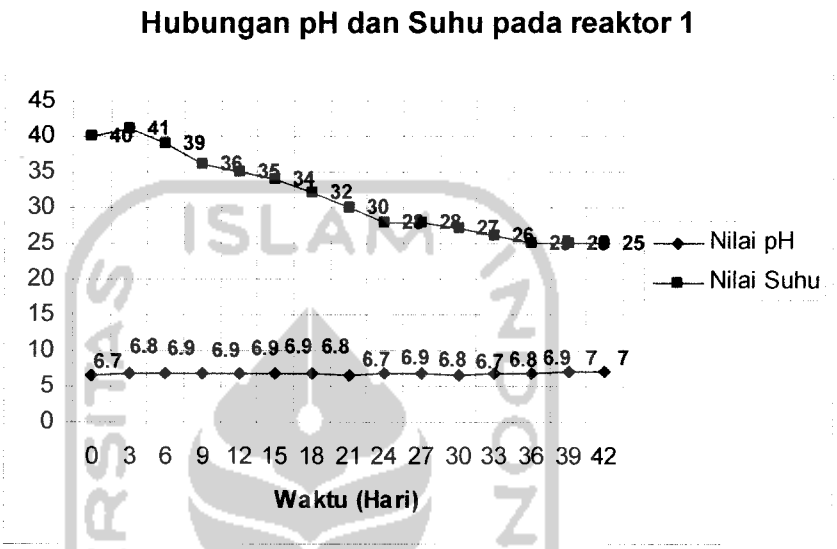
Pada kolom *Mean Different* yang terlampir tidak ada tanda " * " berarti perbedaan rata-rata nilai suhu diantara keempat variasi tersebut tidak signifikan, artinya keempat varians tidak berpengaruh pada kenaikan suhu karena apabila ada tanda tersebut berarti perbedaan signifikan.

Kenaikan suhu ini terbentuk akibat pelepasan kalor sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi, didukung dengan adanya penambahan material yang berfungsi sebagai isolator yang dapat menahan kalor agar tidak terlepas di udara. (Murbandono,1995)

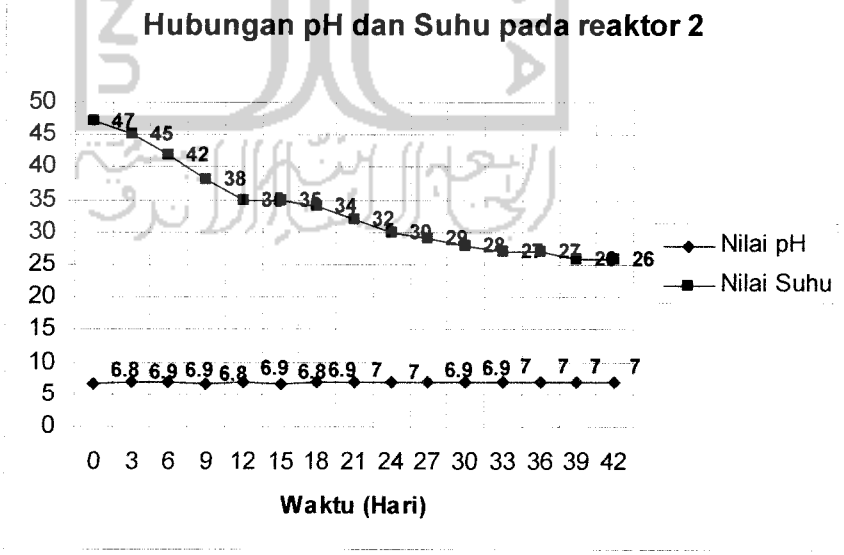
Suhu bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat sebagai hasil kegiatan biologi. Suhu yang berkisar 45-65°C merupakan kondisi optimum kehidupan mikroorganisme tertentu untuk membunuh pathogen yang tidak kita kehendaki. dengan tujuan untuk memperoleh tingkat higienis yang cukup dari bahan kompos. Maka apabila memungkinkan suhu harus dipertahankan terus menerus selama selama 2 minggu atau selama 1 minggu proses dekomposisi berlangsung. Kondisi yang baru menyebabkan kehidupan mikroorganisme berperan dalam menekan kemungkinan terjadinya kondisi anaerob. Selama tahap awal atau dekomposisi intensif berlangsung, dihasilkan suhu yang cukup tinggi dalam waktu relatif pendek dan bahan organik yang mudah terdekomposisi akan diubah menjadi senyawa lain.

4.6 Hubungan pH dan Suhu Pada masing-masing Reaktor

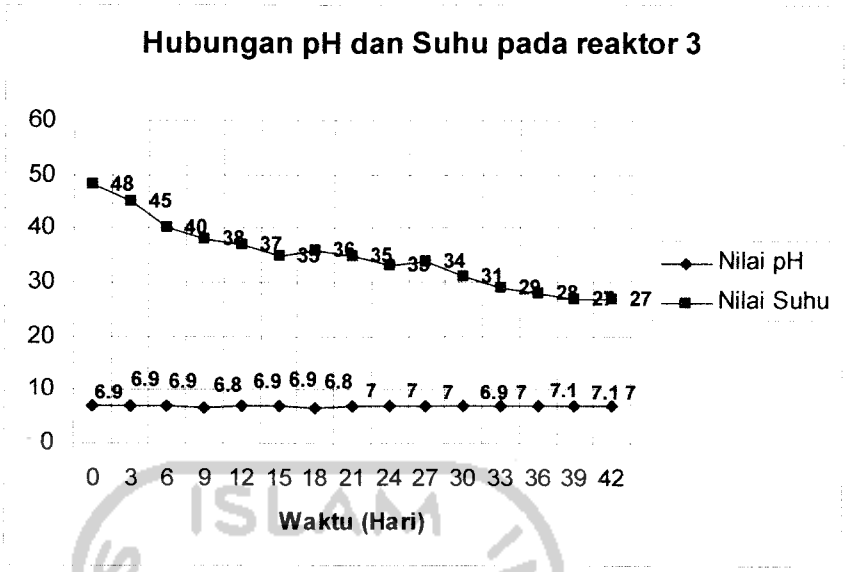
Hubungan antara pH dan suhu pada proses pengomposan di tiap reaktor ditunjukkan pada Gambar 4.4 ,4.5, 4.6 dan 4.7 dibawah ini :



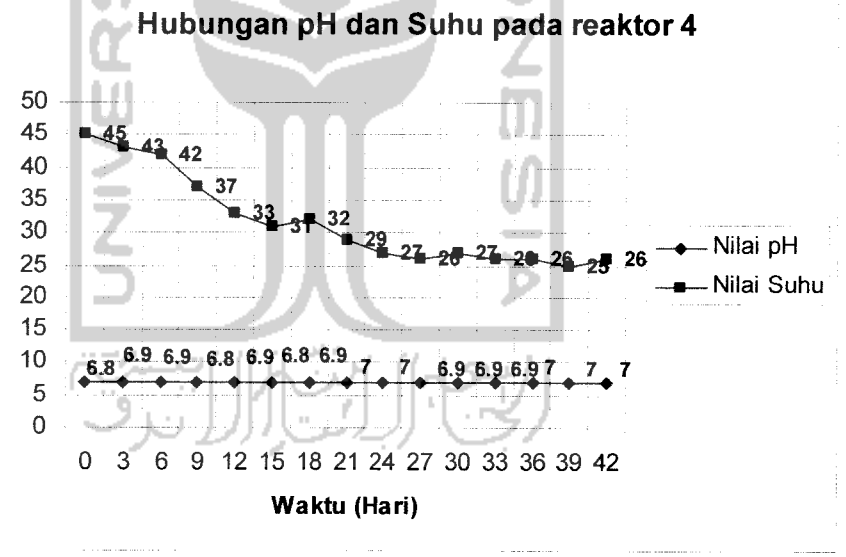
Gambar 4.4 Hubungan pH dan suhu pada reaktor 1 (100:0:0)



Gambar 4.5 Hubungan pH dan suhu pada reaktor 2 (85:10:5)



Gambar 4.6 Hubungan pH dan suhu pada reaktor 3 (70:20:10)



Gambar 4.7 Hubungan pH dan suhu pada reaktor 4 (55:25:20)

Berdasarkan Gambar 4.4, 4.5, 4.6, dan 4.7 diatas dapat dilihat bahwa antara pH dan suhu tidak terlalu mencolok perbedaannya, naik turunnya suhu dan pH seimbang. Pada saat suhu mengalami penurunan maka pH justru mengalami kenaikan, ini membuktikan bahwa pada saat suhu naik maka pada reaktor terjadi proses dekomposisi dimana asam-asam organik dikonversikan sebagai metan dan CO_2.

4.7 Kandungan Rasio C/N, N, P dan K pada Kompos

4.7.1 Pengamatan Rasio C/N

Proses pengomposan merupakan proses biokimia sehingga setiap faktor yang mempengaruhi mikroorganisme tanah dan akan mempengaruhi laju dekomposisi tersebut. Laju dekomposisi bahan. organik menjadi kompos rnatang tergantung dari dari beberapa faktor salah satunya adalah Rasio C/N (Simamora, 2006).

Adapun rasio C/N bahan orgaiuk yang digunakan untuk pengomposan pada penelitian ini adalah limbah sayur-sayuran (20:1), serbuk gergaji (500: 1). dan kotoran sapi (20:1), proses pengornposan akan berjalan dengan baik jika imbangan C/N bahan organik yang dikomposkan sekitar 25-35. Imbangan C/N yang terlalu tinggi akan menyebabkan proses pengomposan berlangsung lambat. Keadaan ini disebabkan mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan kekurangan nitrogen (N). Sementara itu imbangan yang terlalu rendah akan menyebabkan kehilangan nitrogen dalam bentuk Amonia yang selanjutnya akan teroksidasi (Simamora, 2006).

Untuk kualitas akhir kompos di masing-masing reaktor, yaitu RI (100:0:0), RII (85:10:5), RIII (70:20:10), RIV (55:25:20) yang meliputi pengukuran parameter rasio C/N, %C, % BO. % N, % P dan %K ditunjukan pada Tabel dibawah ini :

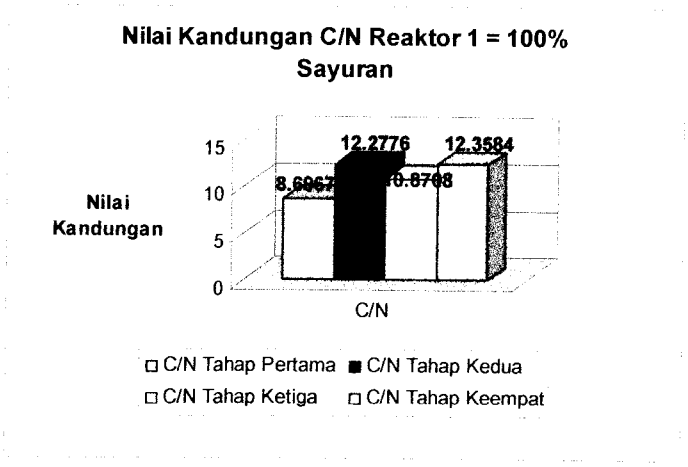
Tabel 4.2 Hasil Penelitian Hari Ke-45 Kualitas Kompos

No	Jenis	C	BO	N total	P total	K total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	100:0:0	47,751	82,3294	3,8638	0,054474	1,1364	12,3584
2	85:10:5	47,8647	82,5254	1,2231	0,026302	0,6590	39,135
3	70:20:10	58,2638	100,4549	1,6241	0,018214	0,4969	35,8737
4	55:25:20	65,8126	113,4699	2,8252	0,011545	0,3355	23,2946

4.7.2 Pembahasan C/N

Dari pengukuran C/N pada hari ke-0 sampai hari ke-45 selama proses pengomposan berlangsung dapat dilihat melalui grafik sehingga memudahkan pengamatan proses penurunan C/N.

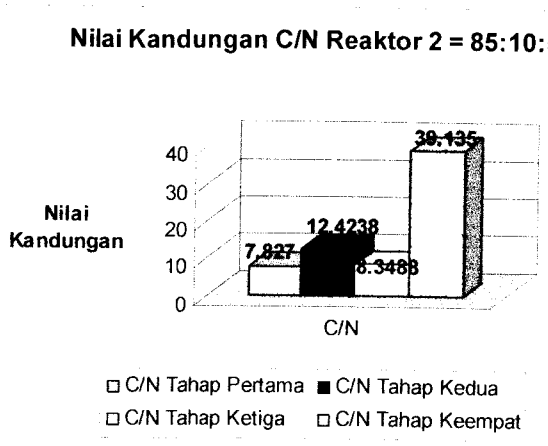
Perbandingan penurunan C/N masing-masing reaktor selama proses pengomposan berlangsung dapat dilihat pada Gambar 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 di bawah ini:



Gambar 4.8 Pengukuran C/N pada reaktor 1 = 100:0:0

Pada Gambar 4.8 terlihat jelas bahwa nilai rasio C/N pada reaktor IV terus mengalami kenaikan dari ke-0 (awal pengomposan) sampai hari ke-15, terjadi penurunan dihari ke-30 menjadi 10,8708 har ini menunjukan kompos telah mengalami proses dekomposisi bahan-bahan organik dan senyawa-senyawa reaktif, yang kemudian berlanjut pada proses nitrifikasi yang ditunjukan dengan terjadinya penurunan nilai ratio C/N.

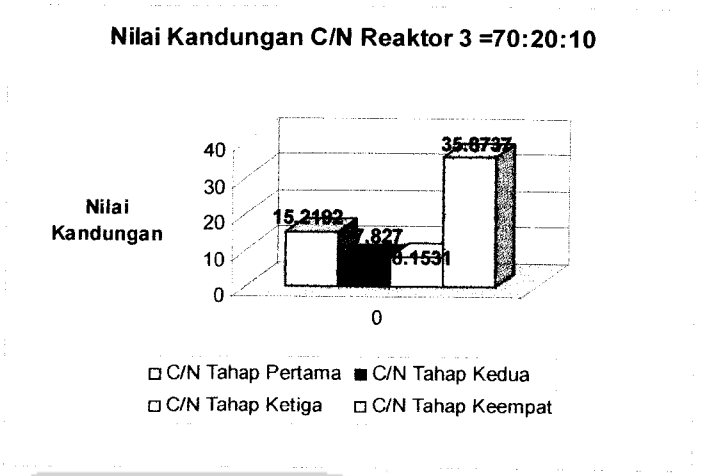
Pada hari ke-45 rasio C/N kompos mengalami kenaikan, akan tetapi kenaikan yang terjadi masih berada pada ring kategori kompos matang <20. Pada rasio C/N telah mencapai angka 12-20 berarti unsur hara yang terikat pada humus telah dilepaskan melalui proses mineralisasi sehingga dapat digunakan oleh tanaman (Novizan, 2005).



Gambar 4.9 Pengukuran C/N pada reaktor 2 = 85:10:5

Pada Gambar 4.9 diatas, dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 sampai hari ke-30 rasio C/N mengalami sedikit penurunan, dan pada hari ke-45 rasio C/N pada kompos kembali mengalami kenaikan yang cukup drastis. Hal ini dikarenakan tidak terjadinya proses respirasi dan pemakaian N-organik sebagai nutrien yang digunakan oleh mikroorganisme dalam perkembangannya sehingga aktifitas m.o berkurang. Ini berarti bahan penyusun kompos belum terurai secara sempurna dan mengindikasikan bahwa kompos ini membutuhkan waktu beberapa lama lagi untuk mencapai proses pematangan.

Jika perbandingan C/N rasio besar maka persenyawaan zat lemas akan terjadi pembebasan amoniak. Hanyut atau aliran zat lemas juga mengalami hambatan sehingga amat perlahan-lahan baru bisa tersedia untuk tanaman.



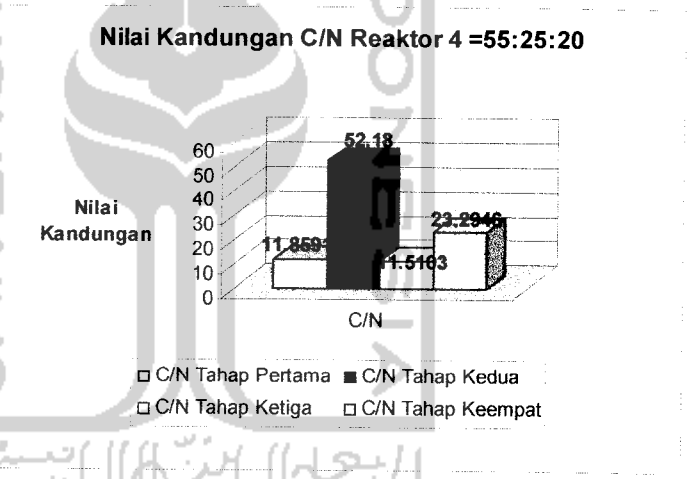
Gambar 4.10 Pengukuran C/N pada reaktor 3 = 70:20:10

Pada Gambar 4.10 di atas bahwa rasio C/N kampos pada reaktor 3, hari ke-0 telah mencapai rasio C/N yang mendekati rasio C/N tanah (10-12) yaitu sebesar 15,2192, akan tetapi selain dilihat dari rasio C/N < 20 kematangao kompos juga dilihat dari beberapa pendekatat antara lain : hilangnya bau busuk, warna hitam kecoklatan, berstruktur remah, memiliki daya serap air yang tinggi. Kampos (100% sampah sayur-sayuran) reaktor 4, pada saat hari ke-0 (awal proses) belum memenuhi beberapa pendekatan diatas.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kompos pada reaktor 3, hari ke-0 belum dapat dikatakan kompos yang telah matang. Penambaham kompos yang belum matang ke dalam tanah dapat menyebabkan terjadinya persaingan bahan nutrien antara tanaman dan mikroorganisme tanah, keadaan ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Selanjutnya dapat dilihat juga bahwa di bari ke-0 sampai hari ke-30 pada reaktor 4 mengalami penurunan yaitu sebesar 8.1351, hal ini menunjukan bahwa kompos telah mengalami proses dekomposisi bahan-

bahan organik dan senyawa-senyawa reaktif seperti : gula, tepung dan lemak. Yang kemudian berlanjut pada proses nitrifikasi yang ditunjukkan dengan terjadinya penurunan nilai rasio C/N.

Pada hari ke 45 rasio C/N kompos menngalami kenaikan, hal ini karenakan tidak terjadinya proses respirasi, dimana C dalam bentuk C02 menguapan dan tertahan, serta karena adanya pemakaian N-organik sebagai yang digunakan oleh mikroorganisnie dalam perkembangannya yang menyebabkan aktivitas mikroorganisme berkurang dan mengindikasikan bahwa kompos ini membutuhkan waktu beberapa lama lagi untuk mencapai proses pematangan.



Gambar 4.11 Pengukuran C/N pada reaktor 4 = 55:25:20

Setelah diamati dari hari ke-0 sampai hari ke-15 rasio C/N masing-masing reaktor mengalami kenaikan, setelah itu pada hari ke-30 rasio C/N reaktor 4 mengalami penuruan, pada hari ke-45 C/N menjadi 23,2946 melebihi rasio C/N tanah (10-12).

Pada reaktor tersebut dapat dinyatakan sebagai kompos yang paling baik diantara yang lain, hal ini di karenakan kandungan rasio C/N yang dimilikinya sama dengan rasio C/N pada tanah yaitu (10-25), pada prinsipnya pengomposan yaitu menurunkan nilai rasio C/N bahan organik sama dengan rasio C/N tanah (10-12), bahan organik yang memiliki rasio C/N sama dengan tanah memungkinkan bahan tersebut diserap oleh tanaman (Djuarnani, 2005).

Perbandingan C/N yang terlalu tinggi akan menyebabkan proses pengomposan berlangsung lambat. Keadaan ini disebabkan mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan kekurangan nitrogen (N), sementara itu nitrogen dalam bentuk amoniak yang selanjutnya akan teroksidasi (Simamora, Ir Ruhut & Ir Salundik, Msi. Meningkatkan kualitas Kompos).

Tabel 4.3 Hasil Penelitian kandungan %C/N Total Kompos

Jenis	C/N total (%)	C/N total (%)	C/N total (%)	C/N total (%)
	Hari ke-0	Hari ke-15	Hari ke-30	Hari ke-45
100:00:00	8,6967	12,2776	10,8708	12,3584
85:10:05	7,827	12,4238	8,3488	39,135
70:20:10	15,2192	7,827	8,1531	35,8737
55:25:20	11,8591	52,18	11,5103	23,2946

Tabel 4.4 Hasil Penelitian kandungan %C/N Total Kompos

%C/N Total				
Standar (%)	R1 100 : 0 : 0	R2 85 : 10 : 5	R3 70 : 20 : 10	R4 55 : 25 : 20
10-25	12,3584	39,1350	35,8737	23,2946

Proses perubahan bahan organik menjadi kompos tergantung pada aktivitas mikro organisme. Untuk aktivitasnya mikro organisme memerlukan sumber karbon untuk mendapatkan energi dan bahan bagi sel-sel baru. Pasokan nitrogen diperlukan mikro organisme untuk membentuk protein sel. Pada awal proses ketika suhu meningkat pada fase *mesofilik*, secara umum rasio C/N mengalami penurunan. Hal ini akibat pemakaian dari N-organik sebagai nutrien yang digunakan mikro organisme dalam perkembangannya, sedangkan kadar karbon dalam reaktor mengalami penurunan.

Penurunan karbon organik digunakan sebagi sumber energi dan untuk menyusun bahan seluler mikroba dengan membebaskan CO_2 metan serta bahan yang mudah menguap serta bahan lainnya merupakan tanda adanya dekomposisi bahan organik. Pada tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai rerata ratio C/N untuk ke 4 variasi komposisis, yaitu perbandingan C/N antara 10-25 , berdasarkan data dari nilai perbandingan C/N ke 4 variasi komposisi tersebut dapat dinyatakan sebagai kompos matang. Menurut Murbandono (2001), rasio C/N antara 15 - 30 dimasukkan sebagai batasan untuk menentukan kematangan kompos, sedangkan rasio C/N <25 sebagai salah satu syarat mutu kompos untuk perlindungan kompos. Prinsip pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N bahan organik

mendekati rasio C/N tanah 10–12, hasil rasio C/N pengomposan yang memeiliki C/N mendekati atau sama dengan tanah memungkinkan kompos tersebut dapat diserap oleh tanaman (Murbandono,1995).

Selain dilihat dari rasio C/N < 25 kematangan kompos juga dapat dilihat dari beberapa pendekatan, yaitu :

1. Penurunan temperatur diakhir proses.
2. Penurunan kandungan organik kompos.
3. Meningkatnya nilai pH kompos .
4. Berkurangnya pertumbuhan larva dan serangga diakhir proses.
5. Hilangnya bau busuk.
6. Warna agak coklat kehitam-hitaman.
7. Kondisi kompos remah/gembur.
8. Adanya warna putih atau abu-abu, karena adanya pertumbuahan mikroba

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat nilai ratio C/N kompos untuk ke empat reaktor dengan variasi bahan sampah sayur-sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi, dengan perbandingan komposisi yaitu pada reaktor 1 (100:0:0), reaktor 2 (85:10:5), reaktor 3 (70:20:10) dan reaktor 4 (55:25:10) dimana pengambilan uji sampel dilakukan pada hari ke-0, hari-15, hari ke-30 dan hari ke-45.

Penambahan kompos yang belum matang kedalam tanah dapat menyebabkan terjadinya persaingan bahan nutrien antara tanaman dan mikroorganisme tanah, keadaan ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Untuk itu dibutuhkan kandungan rasio C/N yang baik pada kompos. Jika perbandingan rasio C/N besar maka persenyawaan zat lemas organik di dalam

bahan baku ini amat sedikit sehingga tidak akan terjadi pembebasan amoniak. Hanyut atau aliran zat lemas juga mengalami hambatan schingga amat perlahan-lahan baru bisa tersedia untuk tanaman.

Jika perbandingan rasio C/N nya kecil, maka akan banyak amoniak yang di bebaskan oleh bakteri. Disini NH_3 di dalam tanah segera diubah menjadi nitrat yang mudah diserap tanaman. Dengan demikian harus diusahakan hasil akhir pengomposan tidak terlalu banyak mengandung bakteri (H.S. Murbandono,2000). Selain itu dapat dilihat dari beberapa pendekatan, yaitu: hilangnya bau busuk, warna hitam kecoklatan, berstuktur remah, memiliki daya serap air yang tinggi.

4.7.3 Hasil Penelitian Kandungan N, P, K

Dalam menentukan kualitas produk akhir dari pupuk diamati dari pengukuran kandungan unsur makro diantaranya yaitu N, P dan K, dimana unsur makro ini sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan/perkembangan tanaman.

Setelah dilakukan penelitian pengomposan sampah sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi pada hari ke-45 kandungan N, P, K pada kompos dalam masing-masing variasi dapat ditunjukan seperti terlihat pada tabel 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 di bawah ini :

Tabel 4.5 Hasil Penelitian kandungan %N Total Kompos

%N Total				
Standar (%)	R1 100 : 0 : 0	R2 85 : 10 : 5	R3 70 : 20 : 10	R4 55 : 25 : 20
(Minimum) 0,4 - 3	3,8638	1,2231	1,6241	2,8252

Hasil rata-rata kandungan N kompos pada masing-masing perlakuan memperlihatkan bahwa kandungan N kompos masuk dalam standar pupuk kompos SNI 19-7030-2004. Kandungan N kompos tertinggi pada reaktor 1 sebesar 3,8638%, dan yang terendah reaktor 2 sebesar 1,2231%.

Tabel 4.6 Hasil Penelitian kandungan %P Total Kompos

%P Total				
Standar (%)	R1 100 : 0 : 0	R2 85 : 10 : 5	R3 70 : 20 : 10	R4 55 : 25 : 20
< 5	0,0545	0,0262	0,0182	0,0115

Hasil rata-rata kandungan %P total kompos pada masing-masing perlakuan memperlihatkan bahwa kandungan %P kompos sangat kecil sekali pada tiap-tiap reaktor. Kandungan %P kompos tertinggi pada reaktor 1 sebesar 0,0545%, dan yang terendah reaktor 4 dengan komposisi 55:25:20 sebesar 0,0115%.

Tabel 4.7 Hasil Penelitian kandungan %K Total Kompos

%K Total				
Standar (%)	R1 100 : 0 : 0	R2 85 : 10 : 5	R3 70 : 20 : 10	R4 55 : 25 : 20
< 5	1,1364	0,6590	0,4969	0,3355

Hasil rata-rata kandungan % K total kompos pada masing-masing perlakuan memperlihatkan bahwa kandungan % K kompos masuk dalam standar persyaratan teknis minimal pupuk organik. Kandungan % K kompos tertinggi

pada reaktor 1 sebesar 1,1364 %, dan yang terendah reaktor 4 sebesar 0,3355 %. Sedangkan untuk reaktor bervariasi yang tertinggi yaitu pada reaktor 2 dengan komposisi 85:10:5 (sayuran : kotoran sapi : serbuk gergaji) sebesar 0,6590 %.

Tabel 4.8 Hasil Penelitian kandungan % N Total Kompos

Jenis	N total (%)	N total (%)	N total (%)	N total (%)
	Hari ke-0	Hari ke-15	Hari ke-30	Hari ke-45
100:00:00	4,6279	3,6196	2,5662	3,8638
85:10:05	4,3838	4,5791	5,2667	1,2231
70:20:10	2,6165	4,2667	4,9085	1,6241
55:25:20	2,7491	0,6335	3,5115	2,8252

Tabel 4.9 Hasil Penelitian kandungan % P Total Kompos

Jenis	P total (%)	P total (%)	P total (%)	P total (%)
	Hari ke-0	Hari ke15	Hari ke-30	Hari ke-45
100:00:00	0,07543	0,034149	0,034149	0,054474
85:10:05	0,056743	0,040187	0,033789	0,026302
70:20:10	0,03622	0,081549	0,022613	0,018214
55:25:20	0,064697	0,028283	0,0247	0,011545

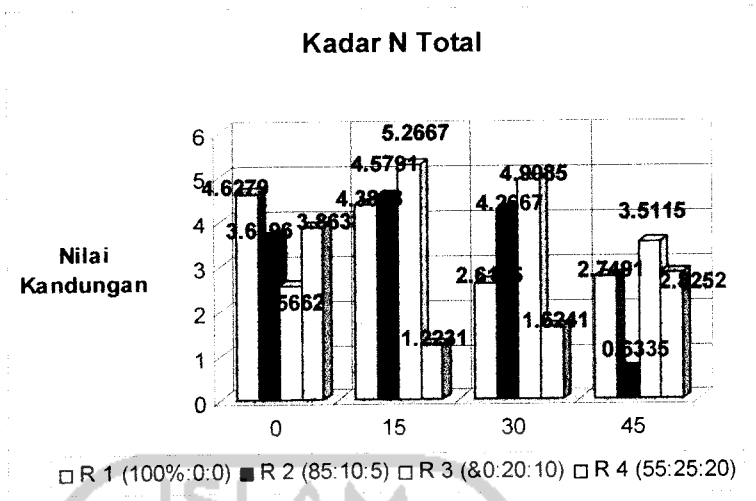
Tabel 4.10 Hasil Penelitian kandungan % K Total Kompos

Jenis	K total (%)	K total (%)	K total (%)	K total (%)
	Hari ke-0	Hari ke-15	Hari ke-30	Hari ke-45
100:00:00	2,9617	0,034149	0,0197	1,0041
85:10:05	1,2249	0,040187	0,3502	0,1853
70:20:10	0,7049	0,081549	0,0189	0,0191
55:25:20	1,0041	0,028283	0,0191	0,3355

4.7.4 Pembahasan Kandungan N, P, K

Dari hasil pengukuran N, P, K pada ke 4 reaktor dari variasi bahan sampah sayur-sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi dengan perbandingan berat pada reaktor 1 (100:0:0), reaktor 2 (85:10:5), reaktor 3 (70:20:10) dan reaktor 4 (55:25:10) dari awal proses sampai akhir proses (pematangan) berlangsung dapat dilihat melalui grafik untuk memudahkan pengamatan.

Perbandingan kandungan N, P, K masing-masing reaktor selama pengomposan dapat dilihat pada Gambar 4.12, 4.13, 4.14 dibawah ini :



Gambar 4.12 Diagram Kandungan N total masing-masing reaktor

Dalam menentukan kualitas produk akhir dari pupuk diamati dari pengukuran kandungan unsur makro diantaranya yaitu N, P, dan K, dimana unsur makro ini sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan/perkembangan tanaman. Pengomposan disebut baik jika persenyawaan kalium dan fosfor berubah menjadi zat yang mudah diserap tanaman.

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan N pada masing-masing variasi menunjukan adanya perbedaan nyata di antara rata-rata variasi yaitu pada rektor 2 (85:10:5) campuran komposisi sayuran : serbuk gergaji dan kotoran sapi, kandungannya rendah sebesar 1.2231%, kandungan N tertinggi terjadi pada reaktor 1 (100:0:0) sebesar 3,8638%, karena sampah sayur-sayuran mengandung unsur N yang tinggi, jadi diambil kesimpulan bahwa sayuran tanpa campuran variasi memiliki kandungan N yang tinggi dari pada yang mengandung campuran variasi.

Pengomposan disebut baik jika persenyawaan kalium dan fosfor berubah menjadi zat yang mudah diserap tanama.

Dari keseluruhan reaktor dapat dilihat bahwa pada hari ke-45 kompos dinyatakan matang. Dari hasil penelitian, kandungan nilai N terbesar pada hari ke-45 terdapat pada reaktor 1 (100:0:0), dimana pada reaktor tersebut memiliki nilai kandungan %N yaitu sebesar 3,8638%, Artinya campuran komposisi pada reaktor 1 mempengaruhi ketersediaan unsur N pada kompos.

Kandungan N total pada kompos cenderung mengalami kenaikan. Hal ini dapat terjadi karena nitrogen bersamaan dengan pasokan unsur karbon diperlukan mikroorganisme untuk mendapatkan energi.

Setelah unsur terserap, mikroorganisme akan bekerja untuk mendegradasi bahan kompos sampai mati, namun mikroorganisme yang mati tersebut akan menyuplai nitrogen kembali dari sel-selnya tersebut. Dengan didukung oleh kondisi suhu dan pH, maka kandungan N total kompos semakin besar sehingga kualitas komposnya semakin baik.

Apabila kandungan N rendah, maka mikroorganisme yang menguraikan bahan organik akan mengalami kekurangan unsur N untuk keperluan hidupnya. Kekurangan tersebut akan mengakibatkan mikroorganisme mengambil unsur N dalam tanah jika kompos tersebut digunakan sebagai pupuk, sehingga jumlah N dalam tanah akan berkurang.

Sebaliknya bila kandungan N tinggi sehingga melebihi jumlah yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, maka kelebihan itu akan tertinggal di dalam

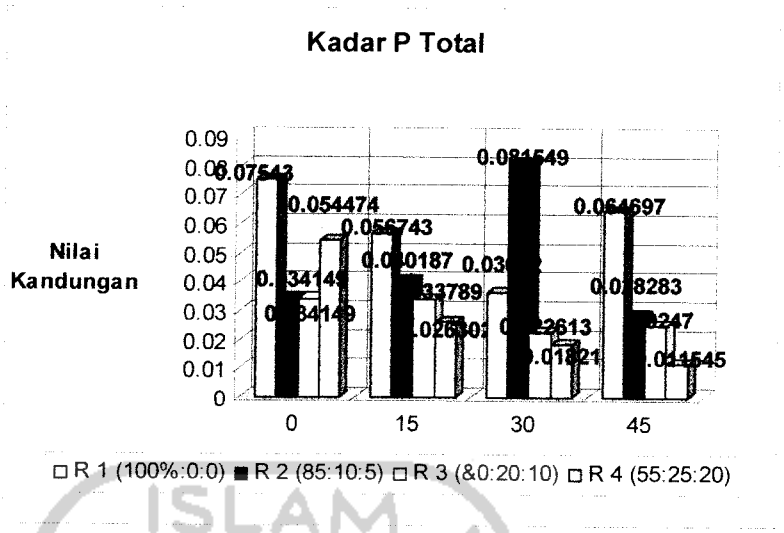
tanah atau dalam kata lain terjadi penambahan unsur N ke dalam tanah (Sutanto, 2002).

Pada awal proses, ketika suhu meningkat pada fase mesofilik, secara umum rasio C/N mengalami penurunan. Hal ini akibat pemakaian dari N-organik sebagai nutrien yang digunakan mikroorganisme dalam perkembangannya, sedangkan kadar karbon dalam reaktor mengalami penurunan.

Apabila kandungan N rendah, maka mikroorganisme yang menguraikan sampah organik akan mengalami kekurangan unsur N untuk keperluan hidupnya. kekurangan tersebut akan mengakibatkan mikroorganisme mengambil unsur N dalam tanah jika kompos tersebut digunakan sebagai pupuk, sehingga jumlah N dalam tanah akan berkurang. Sebaliknya bila kandungan N tinggi sehingga melebihi jumlah yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, maka kelebihan itu akan tertinggal di dalam tanah atau dalam kata lain terjadi penambahan unsur N ke dalam tanah (Sutanto, 2002).

Pengaruh Nitrogen terhadap tanaman adalah sebagai berikut:

a. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
b. Untuk menyehatkan pertumbuahan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan N menyebabkan *khlorosis* (pada daun muda berwarna kuning.
c. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.
d. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun.



Gambar 4.13 Diagram Kandungan P total masing-masing reaktor

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan P pada masing-masing variasi menunjukan adanya variasi yang memiliki kandungan P rendah dibandingkan dengan variasi lain yaitu pada pengambilan hari ke-45, yaitu hari dimana kompos dinyatakan matang. Pada rektor 4 dengan komposisi 55:25:20 (sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi) kandungannya rendah sebesar 0,0115%, kandungan P tertinggi terjadi pada reaktor 1 (100:0:0) sebesar 0,0545%, jadi diambil kesimpulan bahwa sayuran dapat juga meningkatkan ketersediaannya unsur P pada kompos dari pada reaktor yang memiliki campuran komposisi artinya komposisi bahan sayuran tersebut mempengaruhi kandungan P dalam pupuk kompos. Dalam pengomposan ini, untuk unsur P (fosfor) pada proses pembuatan berlangsung baik, maka 50% - 60% fosfor akan berubah bentuk larut sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman (Murbandono, 2000).

Fosfor sangat sukar berikatan, salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah suhu, pada suhu yang relatif hangat ketersediaan fosfor meningkat dan proses perombakan organik lebih cepat, sedangkan pada pH rendah, fosfor berikatan dengan besi, sehingga membentuk besi fosfat, menyebabkan kadar fosfat turun (Isnaini, 2006).

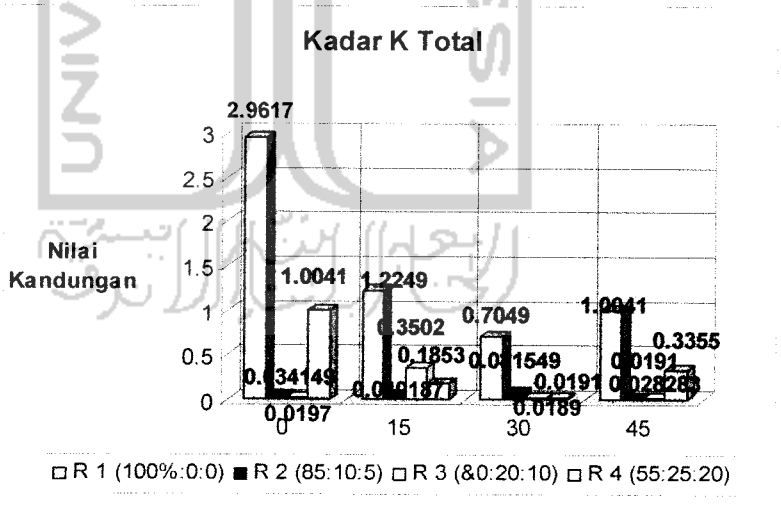
Pengaruh fosfor terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

a. Dapat mempercepat pertumbuahan akar semai.

b. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.

c. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah.

d. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.



Gambar 4.14 Diagram Kandungan K total masing-masing reaktor

Berdasarkan hasil pengukuran untuk kandungan nilai K yang terkandung dalam pupuk kompos menunjukan bahwa untuk variasi reaktor 3 (70:20:10))dan reaktor 4 (55:25:20) memiliki kandungan K yang rendah yaitu masing-masing 0.4969% dan 0,3355%, untuk reaktor 1 dan 2 justru memiliki rata-rata kandungan K yang lebih tinggi, reaktor 1 memiliki kandungan K yang paling tinggi yaitu sebesar 1,1364%. Untuk unsur K (kalium) pada proses pembuatan berlangsung baik, maka sebagian besar kalium dalam bentuk terlarut sekitar 90-100% kalium itu mudah diserap oleh tanaman (Murbandono, 2000).

Pengaruh kalium terhadap tanaman adalah sebagai berikut

a. Pembentukan protein dan karbohidrat.
b. Mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman.
c. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit.
d. Menigkatkan kualitas biji (buah).

Agar kompos dapat digunakan dengan aman, sebaiknya setelah tahap pematangan kompos dijemur beberapa hari di bawah sinar matahari agar membunuh sisa bakteri patogen yang terkandung didalamnya. Kualitas kompos yang dihasilkan memang lebih rendah dari pada pupuk kimia yang banyak dijual dipasaran yang sudah umum dikonsumsi oleh petani, ini yang menjadi perbedaan antara kompos dengan pupuk buatan sehingga tidak dapat juga dijadikan unsur utama bagi tanaman. Tetapi kompos mengandung unsur-unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang seimbang yang terkadang tidak terdapat pada pupuk buatan (Murbandono, 2001).

Kompos yang dihasilkan sangat baik digunakan sebagai pupuk organik karena daya penambahan pupuk organik ini tanah yang ringan strukturnya dapat ditingkatkan sedang tanah yang berat menjadi ringan serta meningkatkan kapasitas ikat tanah. Disamping itu penambahan kompos pada tanah dapat mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dalam air. Kompos sendiri memiliki kandungan unsur hara dalam jumlah yang seimbang karena merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik.

Apabila diinginkan peningkatan unsur N, P, K untuk pemakaian pertanian, kompos dapat dicampurkan atau ditambah dengan pupuk NPK.

Upaya yang dapat dilakukan untuk membatasi hilangnya unsur hara dan mengembalikan kesuburan tanah adalah dengan mendaur ulang limbah organik, seperti limbah dari kandang peternakan, kotoran manusia, sisa tanaman, atau sisa pengolahan tanaman menjadi kompos. Dengan memanfaatkan pupuk organik, unsur hara dalam tanah bisa diperbaiki atau ditingkatkan. Sehingga, kehilangan unsur hara akibat terbawa air hujan atau menguap ke udara dapat ditekan. Pupuk kompos merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dibandingkan pambenah lainnya. Pada umumnya nilai pupuk yang dikandung pupuk organik terutama unsur makro Nitrogen (N), fosfor (P), Kalium (K) rendah, tetapi pupuk organik ini mengandung unsur mikro esensial yang lain. Sebagai bahan pembenah tanah, pupuk kompos membantu dalam mencegah terjadinya erosi dan mengurangi terjadinya retakan tanah. Pemberian pupuk kompos mampu meningkatkan kelembaban tanah dan juga membuat tanah menjadi gembur.

4.8 Kualitas Produk Kompos

Kualitas kompos sangat ditentukan oleh tingkat kematangan kompos, bahan organik yang tidak terdekomposisi secara sempurna akan menimbulkan efek yang merugikan pertumbuhan tanaman. Penambahan kompos yang belum matang kedalam tanah dapat menyebabkan terjadinya persaingan bahan nutrien antara tanaman dan mikroorganisme tanah, keadaan ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Secara umum kualitas pupuk kompos yang baik untuk diterapkan ke dalam tanah dapat dicirikan dengan sifat sebagai berikut :

a. Sudah tidak berbau.
b. Berstruktur remah. Berkonsistensi gembur
c. Berwarna coklat tua hingga hitam.
d. Struturnya ringan.
e. Daya ikat air menjadi lebih tinggi.
f. Rasio C/N sebesar (10-25)
g. Suhu sama dengan suhu tanah
h. Memiliki pH sebesar 6-8. (Djuarnani, 2004 dan Peraturan Menteri Pertanian, 2006).

Secara kualitatif, kandungan unsur hara dalam pupuk organik tidak dapat lebih unggul dari pada pupuk anorganik, namun penggunaan pupuk orgnik secara terus menerus dalam rentang waktu tertentu akan menjadikan kualitas tanah lebih baik dibanding dengan pupuk anorganik. Kualitas kompos organik yang dihasilkan memang lebih rendah dari pada pupuk kimia yang banyak dijual

dipasaran yang sudah umum dikonsumsi oleh petani, ini yang menjadi perbedaan antara kompos dengan pupuk buatan sehingga tidak dapat juga dijadikan unsur utama bagi tanaman (Anonim, 1992).

Penggunaan pupuk organik tidak akan meninggalkan residu pada hasil tanaman sehingga aman bagi kesehatan manusia Bahkan produk yang dihasilkan akan diterima negara-negara yang mensyaratkan batas ambang residu yang sudah ditetapkan pada produk tertentu seperti teh dan kopi (Musnamar, 2006).

Kompos mengandung unsur-unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang seimbang yang terkadang tidak terdapat pada pupuk buatan. Kompos sendiri memiliki kandungan unsur hara dalam jumlah yang seimbang karena merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik. Apabila diinginkan peningkatan unsur N, P, K untuk pemakaian pertanian, kompos dapat dicampurkan dengan bahan kimia atau pupuk tertentu (Murbandono, 2000).

Kompos memiliki kandungan unsur hara dalam jumlah yang seimbang karena merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik. Kompos mempunyai fungsi yang penting yaitu menggemburkan lapisan tanah permukaan (*top soil*), meningkatkan populasi jasad renik, mempertinggi daya serap dan daya simpan air yang keseluruhannya dapat meningkatkan kesuburan tanah (Sutejo, 2002).

Disamping itu penambahan kompos pada tanah dapat mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dalam air. Karakteristik dan kualitas kompos yang baik sangat perlu diketahui. Apalagi sekarang banyak beredar di pasaran pupuk kompos palsu yang dibuat dari serbuk gergaji, sisa pembakaran kayu, atau lumpur selokan.

Untuk menjamin kualitas kompos sebaiknya dibuat standar mutu kompos. Pembuatan SNI kompos tidak hanya menjamin kepentingan konsumen, tetapi bisa mendorong pembukaan pasar kompos semakin luas.

Berikut ini standar kualitas kompos dari sampah organik domestik menurut *SNI 19-7030-2004* ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Standar Kualitas Kompos

Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
Temperatur	°C	-	Suhu air tanah
Warna		-	Kehitaman
Bau		-	Berbau tanah
pH		6.8	7.49
Bahan organik	%	27	58
Nitrogen (N)	%	0.4	-
Karbon (C)	%	9.80	32
Phospor (P)	%	0.10	-
Rasio C/N		10	20
Kalium (K)	%	0.2	-

Sumber : SNI 19-7030-2004

Berikut ini Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik menurut Peraturan Menteri Pertanian ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik

Parameter	Satuan	Padat	Cair
Temperatur	°C	Suhu air tanah	Suhu air tanah
Warna		Kehitaman	Kehitaman
Bau		Berbau tanah	Berbau tanah
pH		4-8	4-8
Bahan organik	%	*	*
Nitrogen (N)	%	*	*
Karbon (C)	%	>12	≥ 4.5
Phospor (P)	%	<5	<5
Rasio C/N		10-25	*
Kalium (K)	%	0<5	<5

Sumber : Peraturan Menteri Pertanian, 2006

Berikut ini adalah kandungan N, P dan K pada berbagai pupuk kimia dan pupuk organik yang banyak dipakai masyrakat dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.13 di bawah ini :

Tabel 4.13 Kandungan N, P dan K Berbagai Pupuk Kimia

Nama Pupuk	%N	%P	%K
Zwavelvure ammoniak (ZA)	20-21	-	-
Ureum	45-56	-	-
Cholisalpeter	14-16	-	-
Tripelfosfat	-	56	-
Kalkfosfat	-	25-28	-
Kalniet (kn)	-	-	14-15
Zwavelvure Kali (ZK)	-	-	48-52
Monoammonium Fosfat	10-12	50-60	-
Kalium Nitrat	20-21	-	42-45

Sumber: Setyawati, 2004

Standar kualitas pupuk kompos yang berasal dari Asosiasi Barak Kompos yang terdapat di Jepang, dapat dilihat pada Tabel 4.14 di bawah ini :

Tabel 4.14 Standar kualitas kompos Asosiasi Barak Jepang

No	Parameter	Standar
1	Bahan organik	> 70 %
2	Total N	> 1,2 %
3	Rasio C/N	< 35
4	P	> 0,5 %
5	K	> 0,3 %
6	pH	5,5 – 7,5

Sumber: Musnamar, 2005

Kompos yang dihasilkan ini sangat baik digunakan sebagai pupuk organik karena daya penambahan pupuk organik ini tanah yang ringan strukturnya dapat ditingkatkan sedang tanah yang berat menjadi ringan serta meningkatkan kapasitas ikat tanah.

Tabel 4.15 Kandungan Berbagai Pupuk Organik yang ada dipasaran

No	Nama Pupuk	Bahan	N	P	K	C/N
			%	%	%	
1	Mekar Asih	Kotoran Ayam	4,1	6,1	2,3	~
2	Kariyana / Pos	Kotoran sapi	2,1	0,26	0,16	~
3	Fine Kompos	Kotoran sapi, Abu Serbuk Gergaji,kalsit	1,81	1,89	1,96	~
4	Sij Horti	Kotoran macam-macam unggas	2,1	3,9	1,1	~
5	Bokashi Sari Bumi	Sampah	1,61	1,05	1,05	8,78
6	Bio Tanam Plus	Media Kascing	5	2	3	~
7	BOSF	Sampah Pasar Kota	0,79	0,87	1,06	
8	Butu Ijo NPK	Kotoran Ayam	3	5	3	~

Sumber: Musnamar, 2005.

Untuk mengetahui apakah kompos yang di hasilkan pada penelitian ini baik bagi lingkungan dan tanaman, maka dilakukan perbandingan hasil pengukuran kandungan C/N, N, P dan K dengan standar kualitas kompos yang ada.

Hal ini bertujuan untuk perlindungan resiko lingkungan yang tidak dikehendaki dan untuk menyakinkan pengguna bahwa kompos aman untuk digunakan.

Indonesia telah memiliki standar kualitas kompos, yaitu SNI 19-7030-2004, tetapi selain SNI ada juga Peraturan Menteri Pertanian yang memberikan Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik nomor: 02/Pert/HK.060/2/2006. Di dalam SNI dan Peraturan Menteri Pertanian ini termuat batas-batas maksimum atau minimun sifat-sifat fisik atau kimiawi kompos. Termasuk di dalamnya adalah batas maksimum kandungan logam berat. Untuk itu perlu adanya perbandingan antara kompos yang dihasilkan pada penelitian dengan standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004 dan Peraturan Menteri Pertanian. Berikut ini merupakan Tabel perbandingan kompos hasil penelitian dengan SNI (Standar Nasional Indonesia).

Tabel 4.16 Perbandingan Kualitas Kompos masing-masing reaktor pada hari ke-45 (kompos dinyatakan matang) yang dihasilkan dengan SNI.

Analisa	SNI	R1	R2	R3	R4
		(100:0:0)	(85:10:5)	(70:20:10)	(55:25:20)
% N	0,40	3,8636	1,2231	1,6241	2,8252
% P	0,10	0,054474	0,0263020	0,018214	0,011545
% K	0,20	1,1364	0,6590	0,4969	0,3355
C/N	10-12	12,3584	39,1350	35,8737	23,2946

Berikut ini merupakan Tabel perbandingan kompos hasil penelitian dengan Peraturan Menteri Pertanian yang memberikan Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik nomor: 02/Pert/HK.060/2/2006.

Tabel 4.17 Perbandingan Kualitas Kompos masing-masing reaktor pada hari ke-45 (kompos dinyatakan matang) yang dihasilkan dengan Peraturan Menteri Pertanian.

Analisa	Peraturan Menteri Pertanian	R1	R2	R3	R4
		(100:0:0)	(85:10:5)	(70:20:10)	(55:25:20)
% N	-	3,8636	1,2231	1,6241	2,8252
% P	<5	0,054474	0,0263020	0,018214	0,011545

% K	<5	1,1364	0,6590	0,4969	0,3355
C/N	10-25	12,3584	39,1350*	35,8737*	23,2946

Ket : * (tidak memenuhi syarat / standar)

Kandungan N dan K terbesar dari hasil pengomposan yang telah dilakukan terdapat pada reaktor 1, sedangkan untuk kandungan P yang terbesar dan nilai C/N yang terbaik terdapat pada reaktor 1 dan 4. Akan tetapi kandungan N dan K yang dimiliki oleh reaktor 4 juga memenuhi kriteria kualitas kompos berdasarkan standar Peraturan Menteri Pertanian. Dari hasil perbandingan pada Tabel 4.28 diatas, dapat dilihat bahwa reaktor yang hampir memenuhi standar Peraturan Menteri Pertanian secara keseluruhan adalah reaktor 4 (55:25:20).

Berikut ini merupakan Tabel perbandingan kompos hasil penelitian dengan Barak Kompos Jepang.

Tabel 4.18 Perbandingan Kualitas Kompos masing-masing reaktor pada hari ke-45 (kompos dinyatakan matang) yang dihasilkan dengan Barak Kompos Jepang.

Analisa	Barak Kompos Jepang	R1	R2	R3	R4
		(100:0:0)	(85:10:5)	(70:20:10)	(55:25:20)
% N	>1,2 %	3,8636	1,2231	1,6241	2,8252
% P	> 0,5 %	0,054474	0,0263020	0,018214	0,011545
% K	>0,3 %	1,1364	0,6590	0,4969	0,3355
C/N	< 35	12,3584	39,1350	35,8737	23,2946

Berikut ini merupakan Tabel perbandingan kompos hasil penelitian dengan standar kualitas produk dipasaran.

Tabel 4.19 Perbandingan kompos hasil penelitian pada reaktor 4 (100:0:0) pada saat kompos dinyatakan matang (hari ke-45) dengan produk dipasaran.

Parameter	SNI 19-7030-2004	Peraturan menteri pertanian	Reaktor 4 (100 :0:0) Takakura	Barak kompos jepang	Keterangan
Temperatur	Suhu air tanah	Suhu air tanah	Suhu air tanah	Suhu air tanah	Memenuhi syarat
Warna	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman	Memenuhi syarat
Bau	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah	Memenuhi syarat
pH	6,8-7,49	4-8	6,8 - 7	5,5-7,5	Memenuhi syarat
Bahan organik	27-58 %	*	113,4699 %	>70 %	Memenuhi syarat
Nitrogen (N)	0,4 %	*	2,8252%	>1,2 %	Memenuhi syarat
Karbon (C)	9,8-32 %	>12	65,8126 %	*	Memenuhi syarat
Phospor (P)	0,1 %	<5	0,0115 %	> 0,5 %	Memenuhi syarat
Rasio C/N	10-20	10-25	23,2946	< 35	Memenuhi syarat
Kalium (K)	0,2 %	<5	0,3355 %	>0,3 %	Memenuhi syarat

Keterangan : * tidak diketahui

Dari hasil perbandingan diatas dapat dilihat bahwa kompos hasil penelitian yaitu kompos dengan hasil paling optimum pada reaktor 4 telah memenuhi standar kualitas kompos sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian (nomor: 02/pert/HK.060/2/2006).

Pada kandungan C/N reaktor 4 didapat 23.2946 sedangkan persyaratan teknis minimal pupuk organik menurut dengan Peraturan Menteri Pertanian (nomor: 02/Pert/HK.060/2/2006 C/N 10-25) yang berarti telah memenuhi standar minimal, tetapi kandungan N dan K yang dimiliki pada kompos reaktor 4 melebihi dari persyaratan teknis minimal pupuk organik yang ada dipasaran, sedangkan kandungan P yang dimiliki tidak memenuhi standar kualitas kompos SNI.

Pemberian zat N yang banyak bagi tanaman penghasil daun (tebu, rumput-rumputan, dll) memang akan sangat menguntungkan tanaman-tanaman tersebut, akan tetapi pemberian zat N yang demikian terhadap tanaman-tanaman bukan penghasil daun seperti terhadap tanaman padi tentu akan dapat merugikan, jelasnya:

a. Akan banyak menghasilkan daun dan batang;
b. Akan tetapi batangnya itu akan lembek dan mudah rebah;
c. Kurang sekali menghasilkan buah / gabah;
d. Dapat melambatkan masaknya biji / butir-butir padi.

Didalam tanah fungsi Phospor (P) terhadap tanaman adalah sebagai zat pembangun dan terikat dalam senyawa-senyawa organis. Fosfor diambil tanaman

dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan $HPO_4^=$. Secara umum fungsi P (fosfor) dalam tanaman dinyatakan sebagai berikut:

a. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai
b. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi
a. tanaman dewasa pada umumnya
c. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji dan gabah.
d. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

Karena itu kekurangan unsur P akan menimbulkan hambatan pada pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang, seperti misalnya pada tanaman serealia (padi-padian, rumput-rumputan penghasil biji yang dapat dimakan, jerawut, gandum, jagung) daun-daunnya berwarna hijau tua / keabu-abuan, mengkilap sering pula terdapat pigmen merah pada daun bagian bawah, selanjutnya mati.

Tangkai-tangkai daun kelihatan lancip dan pembentukan buah jelek, merugikan hasil biji (Sutejo, 2002).

Unsur K sesungguhnya sangat di butuhkan pada tanah yang kering. Unsur kalium (K) mempunyai fungsi fisiologis yang khusus pada asimilasi arang, yang berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberi Kalium, maka asimilasi akan terhenti. Zat Kalium bersifat mudah larut dan hanyut, selain itu mudah difiksasi dalam tanah. Dalam usaha meningkatkan hasil ternyata zat Kalium perlu diperhatikan pemberiannya di samping zat Nitrogen dan Phosphor. Pemupukan dengan Nitrogen terhadap tanaman padi bervarietas unggul yang dapat

berproduksi tinggi disertai pengelolaan irigasi yang baik akan merupakan faktor utama dalam meningkatkan hasil.

Terdapatnya produk ini, tentunya akan berakibat peningkatan terhadap unsur-unsur lain.Jika zat Kalium yang tidak diberikan secara cukup, maka efisiensi N dan P akan rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan (Sutejo, 2002).

Gejala kekurangan unsur hara makro (N, P, K).

a. Kekurangan unsur nitrogen (N).

1) Warna daun yang hijau berubah menjadi kuning, kering terus berubah warna menjadi merah kecoklatan.
2) Perkembangan buah tidak sempurna, umumnya kecil-kecil dan cepat matang.
3) Menimbulkan daun penuh dengan serat.

b. Kekurangan unsur Fosfor (P).

1) Pada tanaman gandum menimbulkan gejala pada jeraminya, berwarna abu-abu, pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, sistem perakaran buruk.
2) Pada tanaman *serealia* (padi-padian, rumput-rumputan penghasil biji yang dapat dimakan, jewawut, gandum jagung), daun-daunnya berwarna hijau tua/abu-abu, mengkilap, sering pula terdapat pigmen merah pada daun bagian bawah, selanjutnya mati. Tangkai-tangkai daun kelihatan lancip-lancip. Pembentukan buah jelek.

c. Kekurangan unsur kalium (K).

1) Gejala pada daun terjadi secara setempat-setempat. Pada awalnya tampak agak mengkerut dan kadang-kadang mengkilap, selanjutnya sejak ujung dan tepi daun tampak menguning, warna ini tampak pula di antara tulang-tulang daun, pada akhirnya daun tampak bercorak kotor, berwarna coklat, daun tampak bergerigi, dan kemudian mati.
2) Gejala pada batang yaitu batangnya lemah dan pendek-pendek, sehingga tanaman tampak kerdil.
3) Gejala yang tampak pada buah, misalnya buah kelapa dan jeruk banyak yang berjatuhan sebelum masak, sedangkan masaknya buah berlangsung lambat.

Unsur kalium (K) mempunyai fungsi fisiologis yang khusus pada asimilasi arang, yang berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberi Kalium, maka asimilasi akan terhenti. Zat Kalium bersifat mudah larut dan hanyut, selain itu mudah difiksasi dalam tanah.

Dalam usaha meningkatkan hasil ternyata zat Kalium perlu diperhatikan pemberiannya di samping zat Nitrogen dan Phosphor. Pemupukan dengan Nitrogen terhadap tanaman padi bervarietas unggul yang dapat berproduksi tinggi disertai pengelolaan irigasi yang baik akan merupakan faktor utama dalam meningkatkan hasil. Terdapatnya produk ini, tentunya akan berakibat peningkatan terhadap unsur-unsur lain, terutama Kalium dan Phosphat. Zat Kalium yang tidak diberikan secara cukup, maka efisiensi N dan P akan rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan (Sutejo, 2002).

Tujuan dari syarat teknis minimal pupuk organik menurut kepmen NO 02/Pert/HK.060/2/2006 adalah untuk perlindungan resiko lingkungan yang tidak dikehendaki dan untuk meyakinkan penggunaan bahwa pupuk organik aman dipergunakan. Sesuai dengan Keputusan Menteri No 02/Pert/HK.060/2/2006, menunjukkan C organik > 12 %, P dan K padat < 5, untuk kandungan C, P dan K yang dimiliki kompos pada hasil peneltian ini adalah C = 42,9566 %, P = 0,0339868 % , K = 1,5715 % ini menunjukkan bahwa kompos dari hasil penelitian ini layak digunakan sebagai pupuk organik, sedangkan untuk kandungan Nitrogen tidak dicantumkan. Akan tetapi berdasarkan Standar Kualitas Pupuk Organik Barak Kompos Jepang kandungan % N yang diperbolehkan > 1,2 (terlampir hal 37), kompos hasil penelitian memiliki % N sebesar 3,9515 hal ini menunjukan bahwa kompos yang dihasilkan layak secara keseluruhan untuk digunakan sebagai pupuk organik.

Kandungan N yang terdapat pada reaktor III telah memenuhi standart SNI maupun produk pupuk yang ada di pasaran. Fungsi Nitrogen (N) yang selengkapnya bagi tanaman adalah sebagai berikut:

- Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman
- Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dan warna yang lebih hijau, kekurangan N menyebabkan khlorosis (pada daun berwarna kuning)
- Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman
- Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan

- Meningkatkan berkembanganbiaknya mikroorganisme di dalam tanah. Sebagaimana di ketahui hal itu penting sekali bagi kelangungan pelapukan bahan organik

Pemberian zat N yang Banyak bagi tanaMan penghasil daun (tebu, rumput-rumputan, dll) memang akan sangat menguntungkan tanaman-tanaman tersebut, akan tetapi pemberian zat N yang demikian terhadap tanaman-tanaman bukan penghasil daun seperti terhadap tanaman padi tentu akan dapat merugikan. jelasnya:

- Akan banyak menghasilkan daun dan batang;
- Akan tetapi batangnya itu akan lembek dan mudah rebah;
- Kurang sekali menghasilkan buah / gabah;
- Dapat melambatkan masaknya biji / butir-butir padi (Sutejo, 2002).

Kandungan Phosfor (P) yang dimiliki pada reaktor III tidak memenuhi standar SNI maupun pupuk yang ada dipasaran. Phospor (P) sangat sukar berikatan, salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah suhu, pada suhu yang relatif hangat ketersediaan phospor meningkat dan proses perombakan organik lebih cepat, sedangkan pada pH rendah, phospor berikatan dengan besi, sehingga membentuk besi phospat, menyebabkan kadar phospat turun. (Musnamar, 2006)

Untuk memenuhi kebutuhan Phosfor bagi tanaman, kompos tersebut dapat ditambahkan dengan pupuk kimia yang memiliki kandungan phosfor yang cukup tinggi diantaranya TSP (46%P_2SO_4), SP36 (36%P_2SO_4), Fosfat Cirebon (25-28% P_2SO_4), Agrofos (25% P_2SO_4), Fused Magnesium Phospate/FMP (19-21% P_2SO_4)

selain itu dapat juga menggunakan batuan phosfat yang telah digerus dan ditambahkan bakteri pelarut phospat.

Didalam tanah fungsi Phospor (P) terhadap tanaman adalah sebagai zat pembangun dan terikat dalam senyawa-senyawa organis. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{--}. Secara umum fungsi P (fosfor) dalam tanaman dinyatakan sebagai berikut:

- Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai
- Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa pada umumnya
- Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji dan gabah.
- Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

Karena itu kekurangan unsur Phosfor (P) akan menimbulkan hambatan pada pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang, seperti misalnya pada tanaman serealia (padi-padian, rumput-rumputan penghasil biji yang dapat dimakan, jerawut, gandum, jagung) daun-daunnya berwarna hijau tua / keabu-abuan, mengkilap sering pula terdapat pigmen merah pada daun bagian bawah, selanjutnya mati. Tangkai-tangkai daun kelihatan lancip dan pembentukan buah jelek, merugikan hasil biji (Sutejo, 2002).

Kandungan Kalium (K) yang terdapat pada reaktor III telah memenuhi standart SNI rnaupun produk pupuk yang ada di pasaran. Unsur Kalium (K) sesungguhnya sangat dibutuhkan pada tanah yang kering. Unsur Kalium (K) mempunyai fungsi fisiologis yang khusus padi asimilasi arang, yang berarti

apabila tanaman sama sekali tidak diberi Kalium, maka asimilasi akan terhenti. Zat Kalium bersifat mudah larut dan hanyut, selain itu mudah difiksasi dalam tanah.

Dalam usaha meningkatkan hasil ternyata zat Kalium perlu diperhatikan pemberiannya disamping zat Nitrogen dan Phosphor. Pemupukan dengan Nitrogen terhadap tanaman padi bervarietas unggul yang dapat berproduksi tinggi disertai pengelolaan irigasi yang baik akan merupakan faktor utama dalam meningkatkan hasil.

Terdapatnya produk ini tentunya akan berakibat peningkatan terhadap unsur-unsur lain. Jika zat Kalium yang tidak diberikan secara cukup, maka efisiensi N dan P akan rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan (Sutejo, 2002).

4.9 Perbandingan Kualitas Kompos menggunakan Metode Takakura dengan Kualitas Kompos Lainnya

Keranjang kompos Takakura adalah hasil penelitian dari seorang ahli Mr. Koji Takakura dari Jepang. Metode yang digunakan dalam proses pengomposan adalah Metode Takakura. Keranjang Takakura adalah suatu alat pengomposan sampah organik untuk skala rumah tangga. Pada prinsipnya pengomposan dengan Metode Takakura ini merupakan proses pengomposan secara aerob dimana udara dibutuhkan sebagai asupan penting dalam proses pertumbuhan mikroorganisme yang menguraikan sampah menjadi kompos (Anonim, ITS, 2005).

Pengomposan secara aerobik telah banyak digunakan, karena mudah dan murah untuk dilakukan, serta tidak membutuhkan kontrol proses yang terlalu sulit.

Dekomposisi bahan dilakukan oleh mikroorganisme di dalam bahan itu sendiri dengan bantuan udara. Sedangkan pengomposan secara anaerobik memanfaatkan mikroorganisme yang tidak membutuhkan udara dalam mendegradasi bahan organik.

Hal yang menarik dari keranjang Takakura adalah bentuknya yang praktis, bersih dan tidak berbau. Keranjang Takakura dirancang untuk mengolah sampah organik di rumah tangga. Selain itu keunggulan dari Keranjang Takakura adalah dapat menguraikan sampah organik menjadi kompos tanpa menimbulkan bau dan tidak mengeluarkan cairan.

Dalam penggunaan keranjang Takakura untuk asumsi 5 orang / kk hanya dibutuhkan 1 unit keranjang Takakura dalam waktu hanya selama 1 bulan untuk menjadi penuh dan merubahnya menjadi kompos, selain itu keranjang Takakura juga bisa digunakan berulang-ulang sampai bertahun-tahun lamanya secara kontiniu (Silaban, 2007).

Penggunaan kotoran sapi sebagai variasi bahan untuk pengomposan, jika ingin diterapkan di daerah perkotaan harus memperhatikan dari ketersediaan sumberdaya yang ada, pada penelitian ini penggunaan variasi kotoran sapi dimaksudkan untuk membantu dalam pengembangan kehidupan mikroorganisme yang dapat mempercepat proses pengomposan. Pada penelitian ini diharapkan pengunaan sampah buah-buahan dengan variasi rumput dan kotoran sapi dapat menghasilkan kualitas pupuk organik yang lebih baik dan lebih unggul. Untuk mengetahui apakah kompos yang dihasilkan pada penelitian ini lebih unggul dibandingkan dengan kompos peneltian lain, disajikan dalam bentuk Tabel.

Berikut Tabel perbandingan hasil kompos optimal yang dihasilkan pada penelitian dengan menggunakan Metode Takakura dengan kompos optimal dari hasil penelitian lain yang dengan menggunakan EM_4 dan tanpa menggunakan EM_4.

Berikut ini adalah Perbandingan kompos hasil penelitian Metode Takakura dengan Metode lain dapat dilihat pada Tabel 4.20 dibawah ini :

Tabel 4.20 Perbandingan kompos hasil penelitian Metode Takakura dengan Metode lain

No	Parameter	Standar SNI 19-7030-2004	Tanpa EM_4 Serbuk gergaji : lumpur/sludge: kotoran sapi	Dengan EM_4 jerami : blotong : kotoran kambing	Dengan EM_4 Menggunakan metode Takakura Sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi
1	Lama kematangan		45 hari	45 hari	45 hari
2	%N %P %K %C/N	%N = 0,4 %P = 0,1 %K = 0,2 %C/N = 10-20	%N = 2,21 %P = 1,87 %K = 1,33 %C/N = 11,97	%N = 0,99 %P = 2,46 %K = 1,76 %C/N = 20,82	%N = 2,8252 %P = 0,0115 %K = 0,3355 %C/N = 23,2946

Sumber : Data primer, Helmayanti. 2007

Dari Tabel di atas dapat dilihat lama kematangan tiap-tiap kompos adalah 45 hari, dapat disimpulkan bahwa tanpa EM_4 kompos dapat matang dengan cepat, kematangan kompos tergantung dekomposisi oleh mikroorganisme yang terjadi pada saat proses pengomposan berlangsung dan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses pengomposan seperti pH dan suhu. Dari label di atas dapat juga dilihat bahwa tiap-tiap kompos memiliki keunggulan tersendiri, pada kompos dengan variasi bahan sludge : serbuk gergaji : kotoran sapi memiliki kandungan % N yang terbesar (2,21), kompos dengan variasi bahan limbah blotong : jerami

kotoran kambing + EM_4 memiliki kandungan % P yang terbesar, sedangkan kompos yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kandungan % C/N yang terbesar.

Dari hasil perbandingan di atas, dapat dilihat juga bahwa masing-masing kompos melebihi SNI, meskipun demikian dosis pemakaian pupuk organik tidak seketat pada pupuk buatan karena kelebihan dosis pupuk organik tidak akan merusak tanaman. Penggunaan dosis tertentu pada pupuk kompos lebih berorieritasi untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah dari pada untuk menyediakan unsur hara (Novizan, 2005).

Dari hasil perbandingan diatas dapat dilihat bahwa perbandingan kompos dengan metode Takakura memiliki rasio C/N, N dan K relatif tidak jauh beda dengan kandungan kompos variasi yang lain, sedangkan kandungan P dengan metode Takakura sagat kecil tetapi masih memenuhi standar Persyaratan Teknis Minimal Pupuk (Peraturan Menteri Pertanian, nomor: 02/Pert/HK.060/2/2006).

4.10 Analisis Usaha

Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan kompos sampah buah-buahan dalam skala kecil dengan variasi bahan rumput dan kotoran sapi dengan penambahan EM_4 untuk komposisi berat pada masing-masing reaktor 7 kg adalah sebagai berikut:

➢ Reaktor 4 buah @ Rp. 23.000,-	Rp.	92.000,-
➢ Kain Berpori 2 meter @ Rp. 1500,-	Rp.	3000.-
➢ Sampah sayur-sayuran 10,85 kg	Rp.	-
➢ Serbuk Gergaji 1,225 kg	Rp.	-
➢ Kotoran Sapi 1,925 kg	Rp.	-
➢ EM_4 @ Rp. 16.000,- /16 kali	Rp.	1.000,-
➢ Sekam bakar 4 buah @ Rp. 3000,- /10 kali	Rp.	1.200,-
➢ Jaring (kantung untuk sekam) 4 m 2000/10 kali	Rp.	500,-
➢ Kardus 4 buah @ 500,-/ 6 kali	Rp.	2000.-
Total	Rp.	7.700.-

Catatan : Untuk reaktor tidak dimasukan kedalam rincian biaya dikarenakan reaktor disini berbahan dasar plastik dan memiliki kekuatan sekitar 5 tahunan untuk dapat dipergunakan lagi.

Total bahan dari 4 reaktor yang digunakan untuk pengomposan adalah 14 kg. Terjadi penyusutan bahan pada masing-masing reaktor selama proses pengomposan kompos yang dihasilkan hanya 3,185 kg.

Berdasarkan rincian biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan kompos ini dapat ditentukan harga ekonomis/ harga jual kompos hasil penelitian ini untuk dipasarkan yaitu :

➢ Harga kompos/kg	Rp.	2417.-
➢ Laba 10%	Rp.	241,7,-
Total harga	Rp.	2658,7-
Harga	Rp.	2700.-

Maka harga jual kompos adalah sebesar Rp. 2700.- / kg atau Rp. 10800,- / 4 kg. Harga jual kompos ini memang sedikit lebih mahal dibandingkan harga pupuk organik Bokashi Sari Bumi yaitu Rp. 5000,- / 4 kg. Akan tetapi pengomposan dengan metode Takakura ini dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah sampah dan juga kompos yang dihasilkan dapat memenuhi sebagai pupuk organik selain dapat dipergunakan sendiri juga dapat dipasarkan untuk digunakan oleh parapetani.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. pH diperoleh dari awal pengomposan sampai akhir proses pengomposan pada masing-masing reaktor telah mencapai pH optimum (6,7 – 7,1). Sedangkan suhu selama proses pengomposan belum mencapai suhu optimum proses pengomposan (45-65^{o}C) yaitu hanya berkisar 25-48 ^{o}C, hal ini disebabkan oleh kurang tingginya tumpukan sehingga tidak maksimalnya bakteri mengurai bahan organik.
2. Dilihat dari parameter karakteristik pupuk standar SNI yang terdiri kandungan kadar air, warna, bau, bahan organik, pH, suhu, C/N, N, P, dan K dan Peraturan Menteri Pertanian dapat diambil kesimpulan bahwa kombinasi bahan pada reaktor 4 (sayur-sayuran : serbuk gergaji : kotoran sapi) dengan komposisi 55:25:20 merupakan kombinasi yang paling optimal untuk pembuatan pupuk kompos, dengan kandungan C/N sebesar 23.2946%, N (Nitrogen) sebesar 2.8252%, untuk P (fosfat) sebesar 0.011545%, sedangkan K (Kalium) sebesar 0.3355%.
3. Lama proses kematangan kompos berlangsung selama 45 hari sampai kriteria pupuk matang telah terpenuhi.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian menggunakan variasi campuran dengan bahan lainnya misalnya dengan menggunakan kotoran kambing, penambahan kapur, penambahan cacing, ataupun dengan menggunakan sampah organik lainnya untuk mengetahui laju kematangan dan kualitas kompos.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang perbandingan sayur-sayuran, serbuk gergaji dan kotoran sapi yang tepat, sehingga proses pengomposan lebih cepat.
3. Pengambilan sampling harus lebih *representatif* sehingga tidak mempengaruhi proses pengomposan yang akhirnya akan mempengaruhi kandungan dalam kompos.
4. Perlu dilakukan pengujian kandungan makro pada kompos seperti kandungan logam berat yang kemungkinan terdapat dalam serbuk gergaji.
5. Adanya pengulangan kompos sehingga hasil yang didapatkan lebih maksimal.
6. Perlu adanya perubahan reaktor yaitu dengan menggunakan reaktor yang lebih besar dan tinggi agar suhu yang di inginkan dapat terpenuhi.
7. Adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui aplikasi kompos ini terhadap tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. SNI 19 - 7030 - 2004. *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestic*

Anonim. Departement Pekerjaan Umum, 1998. *Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir Sampah*, Dirjen. Cipta Karya.

Anonim. Kompas, 05 Mei 2007. *Yogya Hasilkan 250 ton sampah.* Available on: www. kompas_cybermedia.com.

Anonim, 2005. *Komposting Aerobik Skala Rumah Tangga dan Komunal dengan Takakura Method.* Laporan Kunjungan Lapangan ke Pusat Pemberdayaan Komunitas Perkotaan (PUSDAKOTA) Universitas Surabaya. Available from : URL : www.google.co.id

Center of Policy and Implementation Studies (CPIS), 1992. *Buku Panduan Teknik Pembuatan Kompos dari Sampah- Teori dan Aplikasi.* Jakarta.

Crawford. J., H., *Composting of Agricultural Waste.* Biotechnology Applications and Research.

Djuarnani, 2004. *Cara Cepat Membuat Kompos.* PT. Agromedia Pustaka. Jakarta

Dalzell, 1991, "Produksi dan Penggunaan Kompos pada Lingkungan Tropis dan Subtropis Limbah Padat di Indonesia", Yayasan Obor, Jakarta.

Hadiwiyoto, S., 1983. *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah.* Yayasan Idaya, Jakarta

Helmayanti, 2007. Tugas Akhir Pemanfaatan Blotong dengan Variasi Jerami dan Kotoran Kambing dan EM_4 untuk proses Pengomposan. Universitas Islam Indonesia, Yogjakarta

Ircham, 1992. *Kesehatan Lingkungan Sanitasi Perdesaan dan Perkotaan.* Yogjakarta.

Ismawati, Effi, 2003, "Pembuatan dan Aplikasi Pupuk Organik Padat", seri Agritekno, Penebar Swadaya, Jakarta.

Komarayati, S., 1996. *Pemanfaatan serbuk gergaji limbah industri sebagai kompos.* Buletin Penelitian Hasil Hutan 14 (9): 337-343.

Lawira, 2000, *Pengaruh Kotoran Sapi Dan EM-4 Terhadap Kecepatan Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Skripsi, STTL "YLH", Yogyakarta.

Martawijaya, A and P, Sutigno., 1990. *Increasing The Efficiency and Productivity of Wood Processing Through The Minimization and Utilization of Wood Recidues.* Seminar On Wood Technology. Jakarta.

Murbandono, H., S., 2001. *Membuat Kompos* Edisi Revisi. Penebar Surabaya.

Musnamar, I., 2006. *Pupuk Organik Cetakan V*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Notoatmodjo, 1996. *Pengertian Sampah*. Penebar Swadaya

Novizan, 2005. Petunjuk Pemupukan yang Efektif Edisi Revisi. Agro Media Pustaka, Jakarta.

Pari, 2002. Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu. Makalah Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor.

Polprasert, C., 1989, *Organic Waste Recycling*, John Wiley and Sons, Inc. Indonesia.

Pasaribu, R.A., 1987. *Pemanfaatan serbuk gergaji sengon sebagai kompos untuk pupuk tanaman.* Jurnal Penelitian Hasil Hutan 4 (4): 15-21.

Rao, N., S., S., 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*, Universitas Indonesia, Jakarta.

Silaban, T., 2006. Persampahan di Surabaya. *Workshop on Urban Environment Management Policies*. Surabaya. September 2006.

Sudarso, 1995. *Pembuangan Sampah*. CV Tiga Serangkai. Surabaya

Sutejo, M., 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rinika Cipta. Jakarta

Sutanto, R., 2002. *Penerapan Pertanian Organik.* Kanisius. Yogyakarta

Simamora. S., 2006. Meningkatkan Kualitas Kompos. Agromedia Pustaka. Jakarta

Tchobanoglous, G.,Theisen, H., & Vigil, S., 1993. *Intergrated Solid Waste Management*. Mc Graw-Hill, New york.

Yuwono, D.2005.*Kompos*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 19-7030-2004

Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

ICS 13.030.40

Badan Standardisasi Nasional BSN

Daftar Isi

Daftar isi i

Prakata ii

1 Ruang lingkup 1

2 Acuan normatif 1

3 Istilah dan definisi 1

4 Persyaratan 1

4.1. Kematangan kompos 2

4.2. Tidak mengandung bahan asing 2

4.3. Unsur mikro 3

4.4. Organisme patogen 3

4.5. Pencemar organik 3

5 Karakteristik lainnya 4

5.1. Bahan Organik 4

5.1. Kadar air 4

5.1. Parameter sebagai indikator nilai agronomis 4

Lampiran A Daftar jenis-jenis pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah dilarang 5

Bibliografi 6

Prakata

Lampiran I

Standar Nasional Indonesia (SNI 19-7030-2004)

Spesifikasi kompos dari sampah organik

domestik ICS 13.030.40 Badan Standarisasi Nasional

Standar Nasional Indonesia (SNI) "Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik" disusun dalam rangka pengaturan mutu produk kompos sehingga dapat melindungi konsumen dan mencegah pencemaran lingkungan. Standar ini dapat digunakan sebagai acuan bagi produsen kompos dalam memproduksi kompos.

SNI ini mengacu pada standar kualitas kompos internasional seperti *British Columbia Class I Compost Regulation dan National Standard Of Canada (CAN/BNQ 0413 - 200)* terutama untuk kualitas unsur mikro berupa logam berat dengan nilai maksimal yang diperbolehkan, dan juga mengacu pada produk kompos yang dihasilkan dari berbagai produsen pengomposan di Indonesia .

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Konstruksi dan Bangunan (21S) dan telah telah dibahas dalam konsensus pada tanggal 14 November 2001 di Bandung.

Dengan tersusunnya SNI Spesifikasi kompos dari sampah domestik ini diharapkan dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi masyarakat.

Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik

1 Ruang Lingkup

Spesifikasi kompos yang berasal dari sampah domestik ini memuat ruang lingkup, acuan, istilah dan definisi, persyaratan kandungan kimia, fisik dan bakteri yang harus dicapai dari hasil olahan sampah organik domestik menjadi kompos. Karakteristik dan spesifikasi kualitas kompos dari sampah organik domestik.

2 Acuan Normatif

Standar ini menggunakan acuan :

CAN/BNQ 0413 – 200; A national Canadian standard for the composting industry

Agriculture And Agri-Food Canada (AAFC), Criteria Trade Memorandum T-4-93 ; The Maximum Trace Element Concentrations Within Product

3 Istilah dan definisi

3.1
kompos
bentuk akhir dari bahan-bahan organik sampah domestik setelah mengalami dekomposisi

3.2
dekomposisi
perubahan komposisi bahan organik sampah domestik akibat penguraian oleh mikroorganisma pada suhu tertentu menjadi senyawa organik yang lebih sederhana

3.3
kadar air

jumlah kandungan air yang terdapat di dalam sampah dan kompos

3.4
unsur mikro
unsur kimia yang terdapat didalam kompos dengan konsentrasi yang sangat kecil

3.5
bahan asing
bahan yang terdapat di dalam kompos yang memberikan pengaruh negatif pada pengguna dan industri pengomposan

3.6
pencemar organik
pencemar yang berasal dari senyawa golongan pestisida dan sejenisnya
3.7

sampah organik domestik
sampah yang berasal dari aktivitas permukiman antara lain sisa makanan, daun, buah-buahan, sisa sayuran

3.8
C/N-rasio
nilai yang menunjukan perbandingan kadar karbon terhadap nitrogen

3.9
organisma pathogen
mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit bagi makhluk hidup

3.10
nilai agronomi
nilai yang dapat meningkatkan daya pertumbuhan

3.11
suhu air tanah
suhu yang ada di dalam air tanah yang dapat diserap oleh akar tumbuhan dalam suasana aerob dan tidak lebih dari 30 °C

4 Persyaratan

4.1 Kematangan kompos

Kematangan kompos ditunjukkan oleh hal-hal berikut :

1) C/N - rasio mempunyai nilai (10 - 20) : 1
2) suhu sesuai dengan dengan suhu air tanah
3) bewarna kehitaman dan tekstur seperti tanah
4) berbau tanah

4.2 Tidak mengandung bahan asing

Tidak mengandung bahan asing seperti berikut :

1) Semua bahan pengotor organik atau anorganik seperti logam, gelas, plastik dan karet
2) pencemar lingkungan seperti senyawa logam berat, B3 dan kimia organik seperti pestisida .

4.3 Unsur mikro

Unsur mikro nilai-nilai ini dikeluarkan berdasarkan:
1) konsentrasi unsur-unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman (khususnya Cu, Mo, Zn)

2) logam berat yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan tergantung pada konsentrasi maksimum yang diperbolehkan dalam tanah, seperti dalam Tabel 1 Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik.

4.4 Organisme patogen

Organisme pathogen tidak melampaui batas berikut :
1) *Fecal Coli* 1000 MPN/gr total solid dalam keadaan kering
2) *Salmonella* sp. 3 MPN / 4 gr total solid dalam keadaan kering.
Hal tersebut dapat dicapai dengan menjaga kondisi operasi pengomposan pada temperatur 55 °C.

4.5 Pencemar organik

Kompos yang dibuat tidak mengandung bahan aktif pestisida yang dilarang sesuai dengan KEPMEN PERTANIAN No 434.1/KPTS/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida pada Pasal 6 mengenai Jenis-jenis Pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah dilarang seperti dalam Lampiran A.

5 Karakteristik lainnya

Karakteristik lain yang dapat dievaluasi dengan nilai agronomi .

5.1 Bahan organik

Kandungan bahan organik dalam kompos minimal 27% .

5.2 Kadar air

Kadar air yang diperbolehkan dalam kompos maksimal 50 %

5.3 Parameter sebagai indikator nilai agronomis

Parameter sebagai indikator nilai agronomis kompos yaitu :
1) pH, pH dari kompos harus netral;
2) konsentrasi N, P_2O_5 dan K_2O, konsentrasi unsur humus utama dalam kompos N, P_2O5 dan K_2O dari masing-masing tipe kompos tergantung dari penggunaan;
3) kemampuan pengikat air, kemampuan kompos dalam mengikat air untuk menetapkan dalam mengevaluasi kualitas kompos.

6. Spesifikasi kualitas kompos dari sampah organik domestik

Spesifikasi kualitas kompos yang berasal dari sampah organik adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Standar kualitas kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur makro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P_2O_5)	%	0.10	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K_2O)	%	0,20	*
	Unsur mikro			
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur lain			
25	Kalsium	%	*	25.50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27	Besi (Fe)	%	*	2.00
28	Aluminium (Al)	%	*	2.20
29	Mangan (Mn)	%	*	0.10
	Bakteri			
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3
Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum				

Lampiran A

Daftar jenis-jenis pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah dilarang

No.	Jenis pestisida
1.	2.3.5 - Triklorofenol
2.	2.4.5 -Triklorofenol
3.	2.4.6 - Triklorofenol
4.	Natrium 4-Brom-2.5-Diklorofenol
5.	Aldikarb
6.	Aldrin
7.	Arsonat
8.	Arsonat (MSMA)
9.	Cyhexatin
10.	Dikloro difenil tri kloroetan (DDT)
11.	Dibromo kloropropan (DBCP)
12.	Dieldrin
13.	Diklorofenol
14.	Dinoseb
15.	EPN
16.	Endrin
17.	Etilen Di Bromidal (EDB)
18.	Fosfor Merah
19.	Halogen Fenol
20.	Heptaklor
21.	Kaptafol
22.	Klordan
23.	Klordimefon
24.	Leptofos
25.	Lindan
26.	Metoksiklor
27.	Mevintos
28.	Mono Sodium Metam
29.	Natrium klorat
30.	Natrium tribomo fenol
31.	Paration metil
32.	Penta klorofenol (PCP) dan garamnya
33.	Senyawa arsen
34.	Senyawa merkuri
35.	Strikhnin
36.	Telodrin
37.	Toxaphene

Bibliografi

Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Criteria Trade Memorandum T-4-93 : The Maximum Trace Element Concentrations Within Product.

EPA Regulation 503 (United Satates, Environmental Protection Agency 1992) : Trace Element Concebtrations in Soil, Compost or from Studge.

British Columbia Regulation 334/93, November 19, 1993 : British Columbia Class I Compost Regulation.

Kepmen Pertanian No 434.1/Kpts/Tp.270/7/2001, tentang Syarat dan tata cara pendaftaran pestida pada Pasal 6 mengenai Jenis-jenis pestisida yang mengandung bahan aktif yang dilarang.

National Standard of Canada (CAN/BNQ 0413-200) : Support Document For Compost Quality Criteria.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran II

Persyaratan Minimal Pupuk Organik Berdasarkan

Keputusan Menteri No 02 / Pert / HK.060/2/2006

LAMPIRAN I PERATURAN MENTERI PERTANIAN
NOMOR : 02/Pert/HK.060/2/2006
TANGGAL : 10 Februari 2006
TENTANG : PUPUK ORGANIK DAN PEMBENAH TANAH

PERSYARATAN TEKNIS MINIMAL PUPUK ORGANIK

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan	
			Padat	Cair
1.	C - organik	%	≥12	≥ 4,5
2.	C / N rasio		10 – 25	
3.	Bahan ikutan (kerikil, beling, plastik, dll)	%	maks 2	
4.	Kadar Air			
	- Granule	%	4 – 12	
	- Curah		13 – 20	
5.	Kadar logam berat			
	As	ppm	≤ 10	≤ 10
	Hg	ppm	≤ 1	≤ 1
	Pb	ppm	≤ 50	≤ 50
	Cd	ppm	≤ 10	≤ 10
6.	pH		4 – 8	4 – 8
7.	Kadar total	%		
	- P_2O_5		< 5	< 5
	- K_2O		< 5	< 5
8.	Mikroba patogen (*E.coli*, *Salmonella sp*)	cell/g	Dicantumkan	Dicantumkan
9.	Kadar unsur mikro	%		
	Zn		Maks 0,500	Maks 0,2500
	Cu		Maks 0,500	Maks 0,2500
	Mn		Maks 0,500	Maks 0,2500
	Co		Maks 0,002	Maks 0,0005
	B		Maks 0,250	Maks 0,1250
	Mo		Maks 0,001	Maks 0,0010
	Fe		Maks 0,400	Maks 0,0400

Keterangan :
* untuk C-organik 7 - 12 % dimasukkan sebagai pembenah tanah

Tabel Syarat Teknis Minimal Pupuk Organik

No	Parameter	Kandungan	
		Padat	**Cair**
1.	C-organik (%)	> 12	< 4,5
2.	C/N ratio	10 – 25	-
3.	Bahan ikutan (%) (krikil, beling, plastik)	maks 2	-
4.	Kadar air (%):		
	- granul	4 – 12	-
	- curah	13 – 20	-
5.	Kadar logam berat		
	As (ppm)	≤ 10	≤ 10
	Hg (ppm)	≤ 1	≤ 1
	Pb(ppm)	≤ 50	≤ 50
	Cd (ppm)	≤ 10	≤ 10
6.	pH	4 – 8	4 – 8
7.	Kadar total (%)		
	- P2O5	< 5	< 5
	- K_2O	< 5	< 5
8.	Mikroba patogen (*E. Coil, Salmonella*)	Dicantumkan	Dicantumkan
9.	Kadar unsur mikro (%)		
	Zn	Maks 0,500	Maks 0,2500
	Cu	Maks 0,500	Maks 0,2500
	Mn	Maks 0,500	Maks 0,2500
	Co	Maks 0,002	Maks 0,0005
	B	Maks 0,200	Maks 0,1250
	Mo	Maks 0,001	Maks 0,0010
	Fe	Maks 0,400	Maks 0,0400

Sumber : Kepmen No 02/pert/HK.060/2/2006

Lampiran III

Hasil Pengukuran pH dan Suhu masing-masing Reaktor

Tabel.1 Hasil Pengukuran pH masing-masing reaktor

Tanggal	Hari ke	R I	R II	R III	R IV
		(100:0:0)	(85:10:5)	(70:20:10)	(55:25:20)
20/12/2006	6.7	6.8	6.9	6.8	6.7
23/12/2006	6.8	6.9	6.9	6.9	6.8
26/12/2006	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
29/12/2006	6.9	6.8	6.8	6.8	6.9
01/01/2007	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
04/01/2007	6.9	6.8	6.9	6.8	6.9
07/01/2007	6.8	6.9	6.8	6.9	6.8
10/01/2007	6.7	7	7	7	6.7
13/01/2007	6.9	7	7	7	6.9
16/01/2007	6.8	6.9	7	6.9	6.8
19/01/2007	6.7	6.9	6.9	6.9	6.7
22/01/2007	6.8	7	7	6.9	6.8
25/01/2007	6.9	7	7.1	7	6.9
28/01/2007	7	7	7.1	7	7
31/01/2007	7	7	7	7	7
03/02/2007	6.7	6.8	6.9	6.8	6.7

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Kualitas Air JTL UII.

Tabel.2 Hasil Pengukuran suhu masing-masing reaktor

Tanggal	Hari ke	R I	R II	R III	R IV
		(100:0:0)	(85:10:5)	(70:20:10)	(55:25:20)
20/12/2006	40	47	48	45	40
23/12/2006	41	45	45	43	41
26/12/2006	39	42	40	42	39
29/12/2006	36	38	38	37	36
01/01/2007	35	35	37	33	35
04/01/2007	34	35	35	31	34
07/01/2007	32	34	36	32	32
10/01/2007	30	32	35	29	30
13/01/2007	28	30	33	27	28
16/01/2007	28	29	34	26	28
19/01/2007	27	28	31	27	27
22/01/2007	26	27	29	26	26
25/01/2007	25	27	28	26	25
28/01/2007	25	26	27	25	25
31/01/2007	25	26	27	26	25
03/02/2007	40	47	48	45	40

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Kualitas Air JTL UII.

Tabel 1.3 *Descriptive* untuk nilai pH

Descriptives

ph

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
Reaktor 1	15	6.8467	.09904	.02557	6.7918	6.9015	6.70	7.00
Reaktor 2	15	6.9200	.07746	.02000	6.8771	6.9629	6.80	7.00
Reaktor 3	15	6.9467	.09155	.02364	6.8960	6.9974	6.80	7.10
Reaktor 4	15	6.9133	.07432	.01919	6.8722	6.9545	6.80	7.00
Total	60	6.9067	.09181	.01185	6.8829	6.9304	6.70	7.10

Hipotesis:

a. H_0: Kelima varians populasinya identik

b. H_1: Kelima varians populasinya tidak identik

c. Tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$

Pengambilan keputusan:

a. Jika probabilitas > 0,05 ,maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak

Tabel 1.4 Homogenitas variansi untuk nilai pH

Test of Homogeneity of Variances

ph

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.024	3	56	.389

Hipotesis:

a. H_0 : Kelima rata-rata populasinya identik

b. H_1 : Kelima rata-rata populasinya tidak identik

c. Tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$

Daerah penolakan: Berdasarkan nilai probabilitas

a. Jika probabilitas > 0,05 ,maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak

c. Jika F hitung < F tabel, maka H_0 diterima

d. Jika F hitung > F tabel, maka H_0 ditolak

Tabel 1.5 ***Analysis of Variances*** **(ANOVA) untuk nilai pH**

ANOVA

ph

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.081	3	.027	3.650	.018
Within Groups	.416	56	.007		
Total	.497	59			

Daerah penolakan : Berdasarkan nilai probabilitas

a. Jika probabilitas > 0,05 ,maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak.

Tabel 1.6 *Post Hoc Test*

Test of Homogeneity of Variances

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ph

	(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Reaktor 1	Reaktor 2	-.07333	.03147	.103	-.1567	.0100
		Reaktor 3	-.10000(*)	.03147	.013	-.1833	-.0167
		Reaktor 4	-.06667	.03147	.160	-.1500	.0167
	Reaktor 2	Reaktor 1	.07333	.03147	.103	-.0100	.1567
		Reaktor 3	-.02667	.03147	.832	-.1100	.0567
		Reaktor 4	.00667	.03147	.997	-.0767	.0900
	Reaktor 3	Reaktor 1	.10000(*)	.03147	.013	.0167	.1833
		Reaktor 2	.02667	.03147	.832	-.0567	.1100
		Reaktor 4	.03333	.03147	.716	-.0500	.1167
	Reaktor 4	Reaktor 1	.06667	.03147	.160	-.0167	.1500
		Reaktor 2	-.00667	.03147	.997	-.0900	.0767
		Reaktor 3	-.03333	.03147	.716	-.1167	.0500
Bonferroni	Reaktor 1	Reaktor 2	-.07333	.03147	.141	-.1594	.0127
		Reaktor 3	-.10000(*)	.03147	.015	-.1861	-.0139
		Reaktor 4	-.06667	.03147	.232	-.1527	.0194
	Reaktor 2	Reaktor 1	.07333	.03147	.141	-.0127	.1594
		Reaktor 3	-.02667	.03147	1.000	-.1127	.0594
		Reaktor 4	.00667	.03147	1.000	-.0794	.0927
	Reaktor 3	Reaktor 1	.10000(*)	.03147	.015	.0139	.1861
		Reaktor 2	.02667	.03147	1.000	-.0594	.1127
		Reaktor 4	.03333	.03147	1.000	-.0527	.1194
	Reaktor 4	Reaktor 1	.06667	.03147	.232	-.0194	.1527
		Reaktor 2	-.00667	.03147	1.000	-.0927	.0794
		Reaktor 3	-.03333	.03147	1.000	-.1194	.0527

* The mean difference is significant at the .05 level.

Tabel 1.7 ***Descriptives*** **untuk nilai suhu**

Descriptives

suhu

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
Reaktor 1	15	31.4000	5.74208	1.48260	28.2201	34.5799	25.00	41.00
Reaktor 2	15	33.4000	6.93645	1.79098	29.5587	37.2413	26.00	47.00
Reaktor 3	15	34.8667	6.22055	1.60614	31.4218	38.3115	27.00	48.00
Reaktor 4	15	31.6667	6.90411	1.78263	27.8433	35.4900	25.00	45.00
Total	60	32.8333	6.46022	.83401	31.1645	34.5022	25.00	48.00

Hipotesis :

a. H_0 : Keempat varians populasinya identik

b. H_1 : Keempat varians populasinya tidak identik

c. Tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$

Pengambilan keputusan :

a. Jika probabilitas > 0,05 ,maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak

Tabel 1.8 *Tes homogenitas variansi* untuk nilai suhu

Test of Homogeneity of Variances
Suhu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.269	3	56	.848

Pengambilan keputusan :

a. Jika probabilitas > 0,05 ,maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak

Tabel 1.9 ***Analysis of Variances*** **(ANOVA) untuk nilai suhu**

ANOVA
Suhu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	118.067	3	39.356	.940	.427
Within Groups	2344.267	56	41.862		
Total	2462.333	59			

Pengambilan keputusan :

a. Jika probabilitas > 0,05 ,maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak

c. Jika F hitung < F tabel, maka H_0 diterima

d. Jika F hitung > F tabel, maka H_0 ditolak

Tabel 1.10 ***Post Hoc Test***

Multiple Comparisons

Dependent Variable: suhu

	(I) reaktor	(J) reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	reaktor 1	reaktor 2	-2.00000	2.36254	.832	-8.2557	4.2557
		reaktor 3	-3.46667	2.36254	.464	-9.7224	2.7891
		reaktor 4	-.26667	2.36254	.999	-6.5224	5.9891
	reaktor 2	reaktor 1	2.00000	2.36254	.832	-4.2557	8.2557
		reaktor 3	-1.46667	2.36254	.925	-7.7224	4.7891
		reaktor 4	1.73333	2.36254	.883	-4.5224	7.9891
	reaktor 3	reaktor 1	3.46667	2.36254	.464	-2.7891	9.7224
		reaktor 2	1.46667	2.36254	.925	-4.7891	7.7224
		reaktor 4	3.20000	2.36254	.533	-3.0557	9.4557
	reaktor 4	reaktor 1	.26667	2.36254	.999	-5.9891	6.5224
		reaktor 2	-1.73333	2.36254	.883	-7.9891	4.5224
		reaktor 3	-3.20000	2.36254	.533	-9.4557	3.0557
Bonferroni	reaktor 1	reaktor 2	-2.00000	2.36254	1.000	-8.4621	4.4621
		reaktor 3	-3.46667	2.36254	.887	-9.9287	2.9954
		reaktor 4	-.26667	2.36254	1.000	-6.7287	6.1954
	reaktor 2	reaktor 1	2.00000	2.36254	1.000	-4.4621	8.4621
		reaktor 3	-1.46667	2.36254	1.000	-7.9287	4.9954
		reaktor 4	1.73333	2.36254	1.000	-4.7287	8.1954
	reaktor 3	reaktor 1	3.46667	2.36254	.887	-2.9954	9.9287
		reaktor 2	1.46667	2.36254	1.000	-4.9954	7.9287
		reaktor 4	3.20000	2.36254	1.000	-3.2621	9.6621
	reaktor 4	reaktor 1	.26667	2.36254	1.000	-6.1954	6.7287
		reaktor 2	-1.73333	2.36254	1.000	-8.1954	4.7287
		reaktor 3	-3.20000	2.36254	1.000	-9.6621	3.2621

Lampiran IV

Hasil Uji Laboratorium

Laboratorium Pelayanan Analisis
Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta

Nama : Nisa, Desi dan Santi
Instansi : Jur. Teknik Lingkungan UII
Sampel : JaringanTanaman (Bahan Organik)
Jumlah sampel : 48

Analisis Jaringan Tanaman (Bahan Organik)

No.	Pengamatan Ke	Kode sampel	KL	C (%)	BO (%)	Kadar N total (%)	C/N	Kadar K (%)	P (%)
1	I	Desi 1	16.2544	39.6322	68.3314	3.0381	13.0450	0.1503	0.0154
2	I	Desi 2	59.5588	46.6243	80.3868	4.7655	9.7837	0.2063	0.0291
3	I	Desi 3	27.3381	37.2092	64.1538	4.7540	7.8270	0.0220	0.0343
4	I	Desi 4	45.9459	42.6465	73.5285	8.7178	4.8919	0.1887	0.0301
5	I	Santi 1	36.3158	33.1938	57.2307	3.0535	10.8708	1.6217	0.0485
6	I	Santi 2	53.5294	44.8625	77.3491	5.7318	7.8270	1.6015	0.0693
7	I	Santi 3	18.5520	28.8682	49.7727	0.4426	65.2250	1.0629	0.0394
8	I	Santi 4	15.3846	50.5744	87.1973	3.1725	15.9415	0.1890	0.0521
9	I	Nisa 1	18.0593	40.2475	69.3922	4.6279	8.6967	2.9617	0.0754
10	I	Nisa 2	17.4242	34.3123	59.1591	4.3838	7.8270	1.2249	0.0567
11	I	Nisa 3	16.8067	39.8205	68.6560	2.6165	15.2192	0.7049	0.0362
12	I	Nisa 4	33.8843	32.6017	56.2098	2.7491	11.8591	1.0041	0.0647
13	II	Desi 1	12.9310	38.4992	66.3780	4.4269	8.6967	0.5160	0.0114
14	II	Desi 2	14.1509	33.3558	57.5100	5.3270	6.2616	0.5216	0.0151
15	II	Desi 3	15.0442	30.8154	53.1300	4.9392	6.2389	0.5256	0.0201
16	II	Desi 4	18.8235	26.0409	44.8981	3.3271	7.8270	0.3688	0.0423
17	II	Santi 1	23.8806	24.1326	41.6079	3.0062	8.0277	2.0184	0.0371
18	II	Santi 2	24.7191	42.5179	73.3067	4.8890	8.6967	1.8493	0.0692
19	II	Santi 3	22.2222	23.8095	41.0509	4.1067	5.7978	1.4540	0.0353
20	II	Santi 4	17.8771	48.7965	84.1319	2.2004	22.1765	0.8841	0.0481
21	II	Nisa 1	14.0625	44.4399	76.6206	3.6196	12.2776	0.0197	0.0341
22	II	Nisa 2	16.8142	56.8900	98.0862	4.5791	12.4238	0.0201	0.0402
23	II	Nisa 3	14.2857	33.3952	57.5779	4.2667	7.8270	0.3547	0.0815
24	II	Nisa 4	13.1313	33.0579	56.9963	0.6335	52.1800	0.1853	0.0283

25	III	Desi 1	28.5714	40.7004	70.1731	4.0800	9.9756	0.2490	0.0162
26	III	Desi 2	38.6207	54.0081	93.1173	3.3639	16.0554	0.1793	0.0212
27	III	Desi 3	49.5935	36.4270	62.8052	1.1170	32.6125	0.1953	0.0299
28	III	Desi 4	52.8736	37.2257	64.1823	3.9951	9.3179	2.2667	0.0341
29	III	Santi 1	21.8905	29.6811	51.1744	5.6882	5.2180	1.8073	0.0316
30	III	Santi 2	17.9012	40.1936	69.2993	4.8418	8.3014	1.4026	0.0295
31	III	Santi 3	17.6056	42.9566	74.0631	3.9515	10.8708	1.5715	0.0340
32	III	Santi 4	15.4839	42.1816	72.7269	1.7246	24.4594	0.6969	0.0211
33	III	Nisa 1	14.5631	27.8969	48.0980	2.5662	10.8708	0.0198	0.0535
34	III	Nisa 2	12.8571	43.9703	75.8109	5.2667	8.3488	0.3502	0.0338
35	III	Nisa 3	9.5652	40.0198	68.9996	4.9085	8.1531	0.0189	0.0226
36	III	Nisa 4	10.6557	40.4181	69.6864	3.5115	11.5103	0.0191	0.0247
37	IV	Desi 1	8.8083	47.6919	82.2275	2.0311	23.4810	0.0188	0.0049
38	IV	Desi 2	9.4675	53.3121	91.9174	3.2694	16.3062	0.1793	0.0104
38	IV	Desi 3	9.7561	53.4526	92.1597	3.0732	17.3933	0.1798	0.0091
40	IV	Desi 4	8.1481	52.6696	90.8096	3.0281	17.3933	0.1771	0.0096
41	IV	Santi 1	15.1163	58.8663	101.4936	2.5786	22.8287	2.5504	0.0168
42	IV	Santi 2	13.5593	52.5396	90.5856	2.1198	24.7855	2.1831	0.0190
43	IV	Santi 3	14.9758	47.5955	82.0612	2.5755	18.4804	1.9576	0.0201
44	IV	Santi 4	11.7925	54.4444	93.8696	1.8781	28.9889	1.3299	0.0204
45	IV	Nisa 1	8.9431	47.7510	82.3294	3.8638	12.3584	1.1364	0.0545
46	IV	Nisa 2	9.2025	47.8647	82.5254	1.2231	39.1350	0.6590	0.0263
47	IV	Nisa 3	8.7591	58.2638	100.4549	1.6241	35.8737	0.4969	0.0182
48	IV	Nisa 4	8.1081	65.8126	113.4699	2.8252	23.2946	0.3355	0.0115

Yogyakarta, Maret 2007

Ketua Jurusan

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
FAKULTAS PERTANIAN

Dr. Ir. S. Setyo Wardoyo, MS

NIP. 030 174 870

LAMPIRAN B

Prosedur Kerja

1. Analisa Kadar Air

Prosedur :

1. Masukkan cawan kosong dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam
2. Dinginkan dalam desikator selama ± 30 menit dan timbang sebagai (a)
3. Sampel dimasukkan dalam cawan, ditimbang sebagai (b)
4. Cawan berikut sample dimasukkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam
5. Cawan didinginkan dalam desikator selama ± 30 menit
6. Timbang cawan berikut sample sebagai (c)

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air} = \frac{b-c}{b-a} \times 100\%$$

4. Analisa C-Organik

Prosedur :

1. Timbang 0,25 g tanah halus (lolos ayakan 0,5 mm) masukkkan kedalam labu erlenmeyer 500 ml
2. Pipet 10 ml $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan masukkan kedalam labu erlenmeyer tersebut diatas.
3. Kemudian tambahkan 20 ml H_2SO_4 menggunakan gelas ukur, kedalam labu Erlenmeyer tersebut.
4. Goyang-goyangkan labu Erlenmeyer supaya tanah dapat bereaksi. Lakukan hati-hati supaya contoh tanah jangan sampai menempel pada dinding sebelah atas labu hingga tidak bereaksi lagi.
5. Siapkan sebuah blanko dengan cara yang sama.
6. Tambahkan masing-masing dengan 200 ml aquades.
7. Kemudian tambahkan dengan 10 ml H_3PO_4 dan 30 tetes penunjuk difenilamin dan 20 gr NaF. Larutan ini kemudian dititrasi dengan larutan fero 0,5 N.

Perhitungan :

$$\%\ C - organik = \frac{(ml\ Blanko - ml\ contoh) \times 3 \times FKA}{gram\ tanah\ kering\ udara}$$

5. Analisa N-Total

Prosedur :

1. Timbang 0,25 gr tanah halus (lolos ayakan 0,5 mm) masukkan kedalam labu Kjeldahl.
2. Tambahkan 1 gr campuran selen/tablet Kjeldahl dan 5 ml H_2SO_4 pekat. didestruksi pada temperatur 300°C.
3. Setelah destruksi sempurna terjadi, lalu didinginkan dan tambahkan 50 ml aquades.
4. Selanjutnya encerkan hasil destruksi dengan aquades hingga volume 100 ml.
5. Tambahkan 20 ml NaOH 40%, segera lakukan destilasi.
6. Hasil destilasi ditampung dengan 20 ml asam Borat petunjuk, sampai warna penampung menjadi hijau dan volumenya sekitar 50 ml.

Kemudian dititrasi dengan H_2SO_4 0,01 N sampai titik akhir titrasi.

Lakukan prosedur penetapan yang sama untuk blanko.

Perhitungan :

$$\text{N-total tanah} = \frac{(ml\ Contoh - ml\ blanko) \times N\ H_2SO_4 \times 14 \times FKA}{gram\ tanah\ kering\ udara}$$

6. Analisa Phospat Total

Prosedur :

1. Timbang 0,25 gr tanah halus (lolos ayakan 0,5 mm) masukkan kedalam labu Kjeldahl.
2. Tambahkan 1 gr campuran selen/tablet Kjeldahl dan 5 ml H_2SO_4 pekat. didestruksi pada temperatur 300°C.
3. Setelah destruksi sempurna terjadi, lalu didinginkan dan tambahkan 50 ml aquades.
4. Selanjutnya encerkan hasil destruksi dengan aquades hingga volume 100 ml.
5. Buat deret standar P untuk pembanding konsentrasi P dalam contoh.
6. Dari cairan destruksi 1 ml dan dimasukkan kedalam cuvet dan ditambahkan 10 ml aquades untuk mengencerkan.
7. Tambahkan pereaksi P 1,6 ml dan dikocok
8. Lalu ukur dengan kolorimeter dengan filter 693 milimikron.

Perhitungan :

$$P\text{-tersedia} = \frac{Pengekstrak}{gr\ tanah} \times ppm\ P \times FKA$$

Analisa Kalium

rosedur :

. Timbang 0,25 gr tanah halus (lolos ayakan 0,5 mm) masukkan kedalam labu Kjeldahl.

2. Tambahkan 1 gr campuran selen/tablet Kjeldahl dan 5 ml H_2SO_4 pekat. didestruksi pada temperatur 300°C.

3. Setelah destruksi sempurna terjadi, lalu didinginkan dan tambahkan 50 ml aquades.

4. Selanjutnya encerkan hasil destruksi dengan aquades hingga volume 100 ml.

5. Buat deret standar K untuk pembanding konsentrasi K dalam contoh.

6. Dari cairan destruksi 0,5 ml dan dimasukkan kedalam cuvet dan ditambahkan 100 ml aquades untuk mengencerkan.

7. Lalu ukur dengan flamephotometer.

Perhitungan :

$$\text{K-tersedia} = \frac{Pengekstrak}{gr\ tanah} \times \frac{ppm\ K}{390} \times FKA$$

Lampiran V

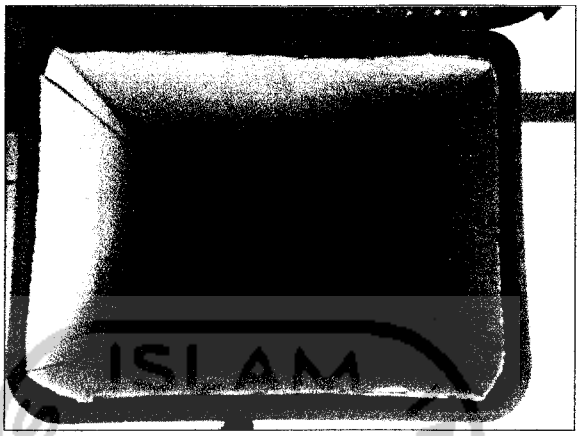
Dokumentasi

Gambar

Reaktor

Gambar

Reaktor

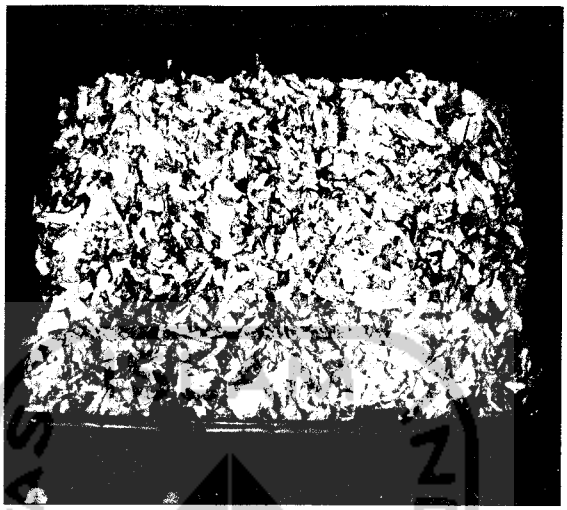


Gambar

Reaktor

Gambar

Sekam

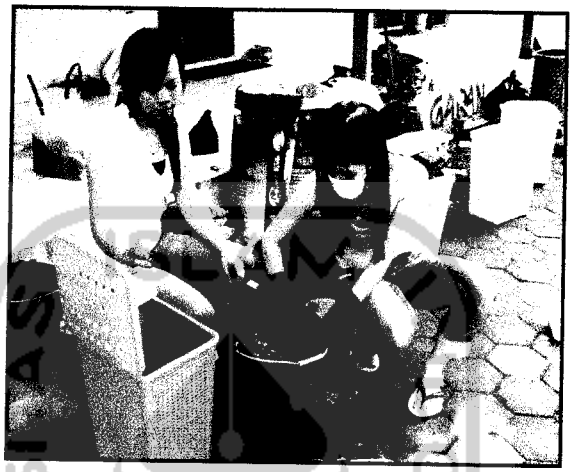


Gambar

Kompos sampah sayur-sayuranan

Gambar

Serbuk gergaji



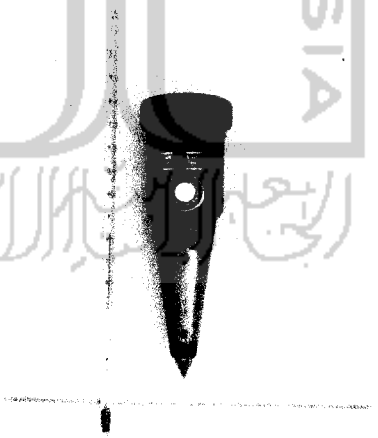
Gambar

Proses Pencampuran Kompos

Gambar

Bahan EM_4

Gambar
Effective Microorganism 4 (EM4)



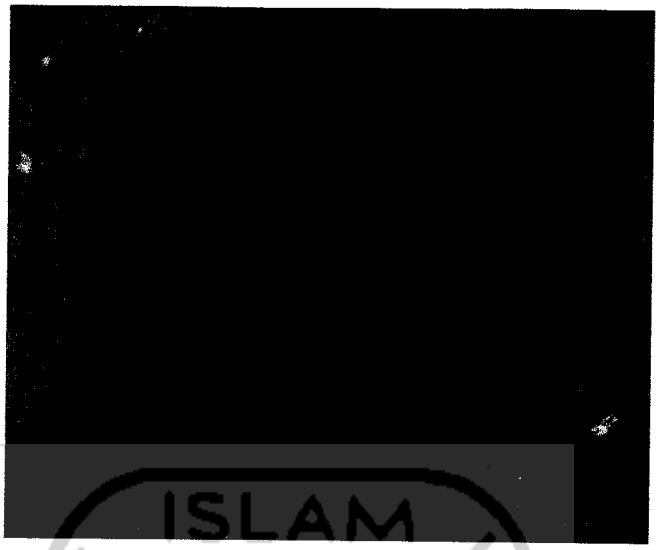
Gambar
Termometer & pH

Gambar

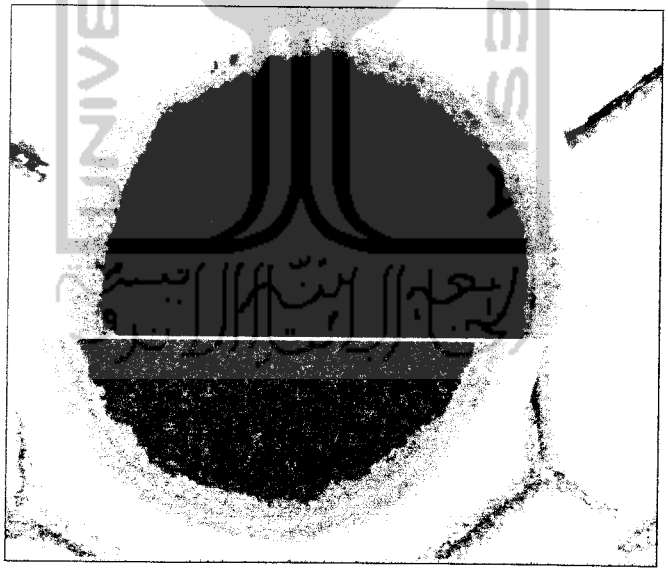
Proses Penyemprotan EM_4 pada pencampuran

Gambar

Proses Penyemprotan EM_4 pada sekam



Gambar
Bentuk Kompos Reaktor 2



Gambar
Bentuk Kompos Reaktor 3