



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH VARIASI KADAR AIR TERHADAP LAJU
DEKOMPOSISI KOMPOS SAMPAH ORGANIK DI KOTA
DEPOK**

TESIS

M ANGGA KUSUMA

100 67 88 132

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

DEPOK

JUNI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH VARIASI KADAR AIR TERHADAP LAJU
DEKOMPOSISI KOMPOS SAMPAH ORGANIK DI KOTA
DEPOK**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

M ANGGA KUSUMA

100 67 88 132

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

DEPOK

JUNI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**THE EFFECT OF WATER CONTENT VARIATIONS IN
DECOMPOSITION RATE OF ORGANIC WASTE
COMPOSTING IN DEPOK CITY**

THESIS

Proposed as one of the requirements to obtain a Master's degree

M ANGGA KUSUMA

100 67 88 132

**FACULTY OF ENGINEERING
ENVIRONMENTAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPOK
JUNE 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : M. Angga Kusuma

NPM : 1006788132

Tanda Tangan : 

Tanggal : 13 Juni 2012

STATEMENT OF AUTHENTICITY

**I declare that this thesis of one of my own research,
and all of the references either quoted or cited here
have been mentioned properly.**

Name : M. Angga Kusuma

Student ID : 1006788132

Signature : 

Date : June 13th, 2012

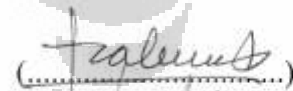
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : M. Angga Kusuma
NPM : 1006788132
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Tesis : Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Laju
Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota
Depok

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Gabriel S.B. Andari, M.Eng Ph.D.

()

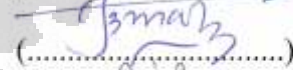
Pembimbing 2 : Dr. Ir. Djoko M. Hartono, SE., MEng.

()

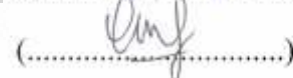
Penguji 1 : Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA

()

Penguji 2 : Ir. Irma Gusniani, M.Sc

()

Penguji 3 : Dr. Cindy R Priadi, ST, MSc

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Juni 2012

STATEMENT OF LEGITIMATION

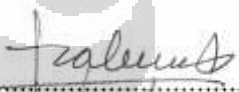
This final report submitted by:

Name : M. Angga Kusuma
Student ID : 1006788132
Study Program : Teknik Lingkungan
Thesis Title : The Effect of Water Content Variations in
Decomposition Rate of Organic Waste in Depok
City


Has been successfully defended before the Council Examiners and was accepted as part of the requirements necessary to obtain a Master of Engineering degree in Environmental Engineering Program, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia.

BOARD OF EXAMINERS

Pembimbing 1 : Ir. Gabriel S.B. Andari, M.Eng Ph.D.

()

Pembimbing 2 : Dr. Ir. Djoko M. Hartono, SE., MEng.

()

Penguji 1 : Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA

()

Penguji 2 : Ir. Irma Gusniani, M.Sc

()

Penguji 3 : Dr. Cindy R Priadi, ST, MSc

()

Defined in : Depok

Date : June 13th, 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan sebaik-baiknya. Penulis tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Ir. Gabriel S. Boedi Andari M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai.
2. Bapak Dr. Ir. Djoko M Hartono S.E., M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai.
3. Saudari Licka Kamadewi dan Sri Diah H.S. selaku laboran Program Studi Teknik Lingkungan yang bersedia meluangkan waktunya untuk memberi pengarahan, diskusi, dan masukan.
4. Orang tua dan Saudara-saudaraku yang tak henti-hentinya selalu memberikan doa serta dukungan baik berupa moral dan materi.
5. Para dosen pengajar Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
6. Teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia yang telah memberikan semangat dan dukungannya yang tak terkira.
7. Pegawai Sekretariat Teknik Sipil Universitas Indonesia.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu menyelesaikan tesis.

Semoga Allah SWT memberikan rahmat yang telah ikhlas membantu penyusunan tesis ini.

Depok, 5 Juni 2012

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Angga Kusuma

NPM : 1006788132

Program Studi : Teknik Lingkungan

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH VARIASI KADAR AIR TERHADAP LAJU DEKOMPOSISI KOMPOS SAMPAH ORGANIK DI KOTA DEPOK beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mangalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dari sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 13 Juni 2012

Yang menyatakan



(M. Angga Kusuma)

STATEMENT OF AGREEMENT OF THESIS PUBLICATION FOR ACADEMIC PURPOSES

As an civitas academica of Universitas Indonesia, I, the undersigned:

Name : M. Angga Kusuma
Student ID : 1006788132
Study Program : Environmental Engineering
Department : Civil Engineering
Faculty : Engineering
Type of Work : Thesis

for the sake of science development, hereby agree to provide Universitas Indonesia **Non-exclusive Royalty Free Right** for my scientific work entitled: **The Effect of Water Content Variations in Decomposition Rate of Organic Waste Composting in Depok City** together with the entire documents (if necessary). With the Non-exclusive Royalty Free Right, Universitas Indonesia has rights to store, convert, manage in the form of database, keep and publish my thesis as long as list my name as the author and copyright owner.

I certify that the above statement is true.

Signed at : Depok

Date : June 13th, 2012

The Declarer



(M. Angga Kusuma)

ABSTRAK

Nama : M. Angga Kusuma

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Depok

Timbulan sampah domestik di kota Depok dari jumlah timbulan yang ada, sekitar 65,11 % merupakan sampah organik. Sampah organik tersebut merupakan potensi bahan baku kompos. Salah satu kontrol untuk menghasilkan produk kompos yang mempunyai kualitas sesuai standar, perlu dilakukan pengontrolan kadar air. Akan tetapi, proses pengomposan di UPS kota Depok tidak terdapat pengontrolan kadar air. Karena itu, perlu diterapkan kontrol kadar air agar pengomposan berjalan optimal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi kadar air terhadap laju dekomposisi proses pengomposan. Lokasi penelitian adalah di UPS Jalan Jawa Depok. Metode pengomposan yang diterapkan pada penelitian ini adalah *open windrow* selama 60 hari dengan variasi kadar air 40%, 50%, 60%, dan 70%. Parameter yang diteliti adalah laju dekomposisi material organik (*volatile solids* dan lignin) serta parameter kematangan kompos (pH, rasio C/N, dan suhu).

Hasil penelitian ini telah membuktikan bahwa kadar air mempengaruhi parameter suhu, volatile solid, lignin, dan karbon. Akan tetapi tidak mempengaruhi parameter pH dan nitrogen. Kadar air yang optimum untuk laju dekomposisi adalah 40% dan 50%. Karena pada kondisi tersebut telah mencapai suhu 55⁰C. Pada penelitian ini telah semua tumpukan mencapai pH optimum yang berkisar antara 5,11-8,51. Laju dekomposisi *volatile solid* rata-rata pada penelitian ini adalah 0,283%/hari. Laju dekomposisi terbesar terjadi pada tumpukan 1 sebesar 0,289%/hari. Sedangkan laju dekomposisi lignin semua perlakuan sangat lambat dengan rata-rata 0,014%/hari. Untuk Rata-rata dekomposisi karbon pada penelitian ini adalah 0,075%/hari. Dimana pada tumpukan 4 adalah yang terbesar, yaitu 0,097%/hari. Sedangkan laju dekomposisi rata-rata nitrogen pada penelitian ini adalah 0,003%/hari. Kompos pada penelitian ini mempunyai ciri kenampakan fisik berwarna coklat kehitaman dan bentuk remah/menyerupai tanah serta bau seperti humus, dan sudah tidak terdapat bau yang tidak sedap, dan pH netral. Semua perlakuan memenuhi standar C/N (10 s.d 20) SNI:19-7030-2004 tentang kualitas kompos.

Kata Kunci:

Pengomposan, sampah organik, kadar air, laju dekomposisi, lignin, volatile solid, suhu, pH, karbon, nitrogen, dan C/N.

ABSTRACT

Name : M. Angga Kusuma

Study Program: Environmental Engineering

Title : The Effect of Water Content Variations in Decomposition Rate of Organic Waste Composting in Depok City

Depok city has the organic fraction of the domestic waste generation approximately 65.11%. That organic waste is a potential raw material for composting. One of the parameters for controlling composting is water content. However, the composting process in the Waste Treatment Unit in Depok city does not have water content control. Therefore, it needs to be applied the water content controlling in composting in order to gain optimal process. The purpose of this study is to determine the effect of water content variation in organic waste composting decomposition rate in Depok city. This study performed in Jalan Jawa Waste Treatment Unit Depok city. Composting method which was applied is open windrow for 60 days with water content variation 40%, 50%, 60%, and 70%. The parameters were the rate of organic matter decomposition (volatile solids and lignin) and compost maturity parameters (pH, C / N ratio, and temperature).

The results of this study showed that water content affected the parameters: temperature, volatile solid, lignin, and carbon. Nevertheless, it did not affect the parameters of pH and nitrogen. The optimum water content for the decomposition rate was 40% and 50%. It was caused by the condition that had reached a temperature about 55⁰C. All of the composting piles in this study reached the optimum pH which was ranged between 5.11 and 8.51. The average of the volatile solid decomposition rate was 0,283%/day. The largest rate of the decomposition occurs at composting pile no.1, 0,289%/day. Whereas, lignin decomposition rate was very slow for all treatments with an average of 0,014%/day. The average of carbon decomposition rate in this study was 0,075%/day while the composting pile no.4 had the biggest carbon decomposition rate which is 0,097%/day. However, the average rate of nitrogen decomposition in this study was 0,003%/day. The compost in this study had physical appearance characteristics which were dark brown, formed crusts / soil resembles, smelled like humus, had no unpleasant odor, and had neutral pH. All of the composting piles produced C/N (10 to 20) that suitable with SNI: 19 -7030-2004, the standard for compost quality.

Keyword:

Composting, organic waste, water content, rate of decomposition, lignin, volatile solid, temperature, pH, carbon, nitrogen, and C/N.

DAFTAR ISI

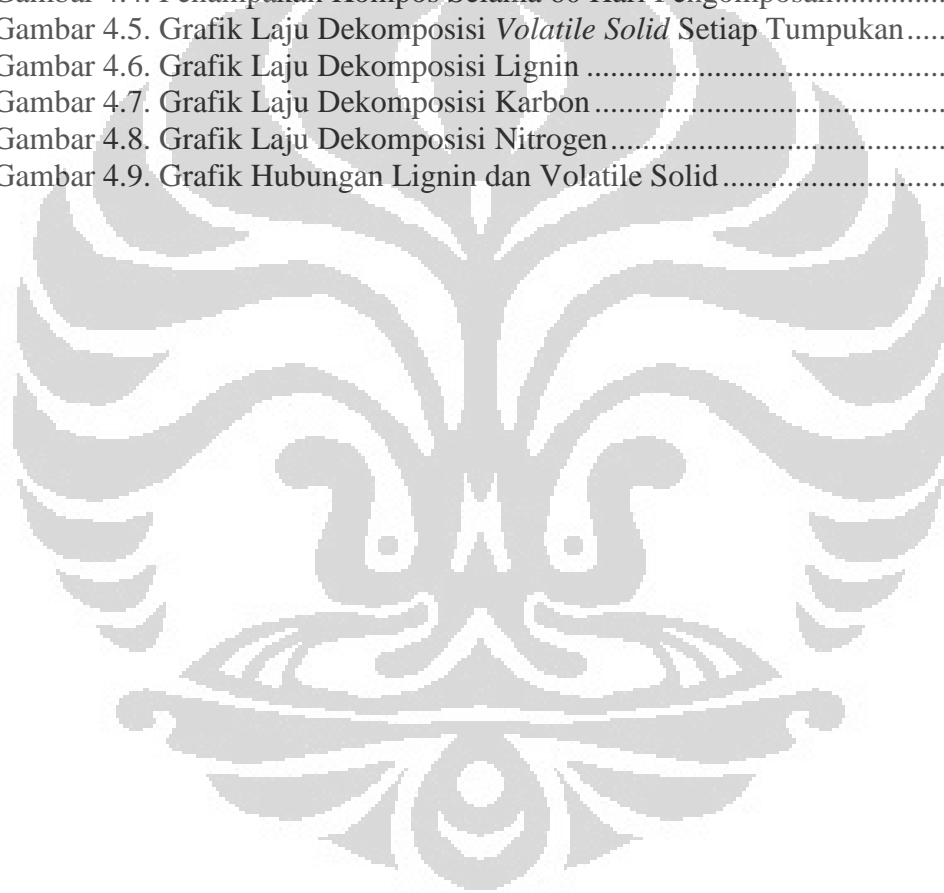
| | |
|--|-------|
| HALAMAN SAMBUNG | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS | iv |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | viii |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | ix |
| ABSTRAK | xi |
| ABSTRACT | xii |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR PERSAMAAN | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Permasalahan | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.2.1 Identifikasi Masalah | 3 |
| 1.2.2 Signifikasi Masalah | 3 |
| 1.2.3 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Ruang Lingkup | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6 Keaslian Penelitian dan Penelitian Sebelumnya | 5 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 6 |
| | |
| BAB 2 STUDI PUSTAKA | 8 |
| 2.1 Pendahuluan | 8 |
| 2.2 Bahan Baku Kompos | 9 |
| 2.3 Proses Pengomposan | 9 |
| 2.4 Dekomposisi Material Organik | 12 |
| 2.5 Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan | 14 |
| 2.5.1 Perbandingan Karbon Terhadap Nitrogen | 15 |
| 2.5.2 Aerasi dan Porositas | 17 |
| 2.5.3 Suhu | 18 |
| 2.5.4 pH | 19 |
| 2.6 Komposisi Hara Bahan Baku Kompos | 20 |
| 2.7 Kematangan Kompos | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8 Standar Kualitas Kompos di Indonesia | 22 |
| 2.9 Diagram Alir Kerangka Berpikir | 24 |
| 2.10 Hipotesis..... | 24 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN..... | 25 |
| 3.1 Pendahuluan | 25 |
| 3.2 Kerangka Berpikir dan Pertanyaan Penelitian | 25 |
| 3.2.1 Kerangka Berpikir | 25 |
| 3.2.2 Pertanyaan Penelitian | 26 |
| 3.3 Pemilihan Strategi Penelitian | 26 |
| 3.4 Proses Penelitian | 27 |
| 3.4.1 Variabel Penelitian | 27 |
| 3.4.2 Instrumen Penelitian..... | 27 |
| 3.4.3 Prosedur Penelitian..... | 28 |
| 3.4.3.1 Pra-Penelitian | 28 |
| 3.4.3.2 Proses Pengomposan..... | 28 |
| 3.4.4 Pengukuran Data | 32 |
| 3.4.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data..... | 34 |
| 3.4.5.1 Pengumpulan Data | 34 |
| 3.4.5.2 Pengolahan Data..... | 34 |
| 3.5 Analisis Data | 35 |
| 3.6 Jadwal Penelitian..... | 36 |
| BAB 4 PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA | 37 |
| 4.1 Pendahuluan | 37 |
| 4.2 Pemeriksaan Laboratorium | 37 |
| 4.3 Pengolahan Data Dan Hasil Pengolahan Data | 38 |
| 4.3.1 Kadar Air..... | 38 |
| 4.3.2 Kadar Karbon Organik (C)..... | 40 |
| 4.3.3 Kadar Nitrogen Total (N)..... | 41 |
| 4.3.4 Perbandingan Karbon-nitrogen (C:N)..... | 41 |
| 4.3.5 Kadar <i>Volatile Solid</i> | 42 |
| 4.3.6 Kadar Lignin | 43 |
| 4.3.7 Suhu | 44 |
| 4.3.8 pH Kompos | 46 |
| 4.4 Analisis Data | 47 |
| 4.4.1 Uji Perbandingan Rata-rata Kadar Air Lapangan | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4.2 Suhu Kompos | 48 |
| 4.4.3 pH Kompos | 53 |
| 4.4.4 Penampakan Fisik dan Bau | 56 |
| 4.4.5 Laju Dekomposisi <i>Volatile Solid</i> | 57 |
| 4.4.6 Laju Dekomposisi Lignin..... | 61 |
| 4.4.7 Laju Dekomposisi Karbon | 65 |
| 4.4.8 Laju Dekomposisi Nitrogen | 68 |
| 4.4.9 Perbandingan C/N | 71 |
| 4.4.10 Hubungan Lignin dan <i>Volatile Solid</i> | 72 |
| 4.4.11 Pengaruh Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos | 73 |
| 4.4.12 Aplikasi Hasil Penelitian di Bidang Teknik Lingkungan | 75 |
| BAB 5 PENUTUP | 77 |
| 5.1 Kesimpulan | 77 |
| 5.2 Saran | 78 |
| DAFTAR PUSTAKA | 80 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Proses Pengomposan | 10 |
| Gambar 2.2. Grafik Perbandingan Suhu Dengan Tahap Pengomposan | 10 |
| Gambar 2.3. Suhu Kompos Dan pH Kompos Berdasarkan Waktu | 19 |
| Gambar 2.4. Diagram Alir Kerangka Berpikir..... | 24 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Kerangka Penelitian..... | 26 |
| Gambar 3.2. Diagram Alir Strategi Penelitian | 27 |
| Gambar 3.3. Tumpukan Kompos | 29 |
| Gambar 4.2. Grafik Suhu Tumpukan Kompos | 49 |
| Gambar 4.2. Grafik pH Pengomposan..... | 54 |
| Gambar 4.3. Kondisi Fisik Bahan Baku Kompos..... | 56 |
| Gambar 4.4. Penampakan Kompos Selama 60 Hari Pengomposan..... | 57 |
| Gambar 4.5. Grafik Laju Dekomposisi <i>Volatile Solid</i> Setiap Tumpukan..... | 59 |
| Gambar 4.6. Grafik Laju Dekomposisi Lignin | 62 |
| Gambar 4.7. Grafik Laju Dekomposisi Karbon | 65 |
| Gambar 4.8. Grafik Laju Dekomposisi Nitrogen..... | 68 |
| Gambar 4.9. Grafik Hubungan Lignin dan <i>Volatile Solid</i> | 72 |

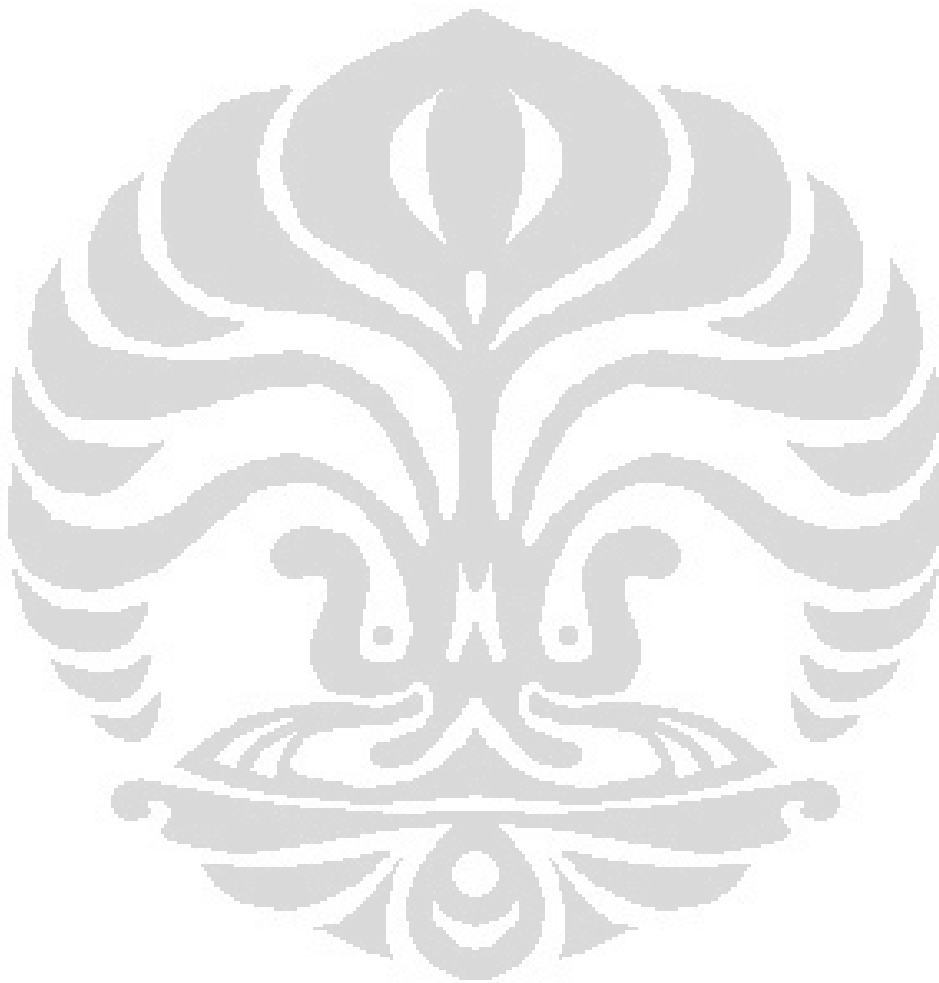


DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1 Ruang Lingkup Penelitian..... | 5 |
| Tabel 2.1 Cara Penanggulangan Masalah Pada Pengomposan..... | 12 |
| Tabel 2.2 Rasio C/N Material Organik..... | 17 |
| Tabel 2.3 Standar Kualitas Kompos SNI:19-7030-2004..... | 23 |
| Tabel 3.1 Hasil Pra-penelitian..... | 28 |
| Tabel 3.2 Perlakuan Proses Pengomposan..... | 30 |
| Tabel 3.3 Variasi <i>Volatile Solid</i> Pada Perbedaan Kadar Air Selama Pengomposan..... | 31 |
| Tabel 3.4 Pengukuran Data..... | 33 |
| Tabel 3.5 Jadwal Penelitian..... | 36 |
| Tabel 4.1 Metode dan Waktu Pemeriksaan Kualitas Kompos..... | 37 |
| Tabel 4.2 Kadar Air Kompos Selama Proses Pengomposan..... | 39 |
| Tabel 4.3 Data Pemeriksaan Kadar Karbon Organik (%)..... | 41 |
| Tabel 4.4 Data Pemeriksaan Kadar Nitrogen Total (%)..... | 41 |
| Tabel 4.5 Hasil Perhitungan C/N..... | 42 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan <i>Volatile Solids</i> (%)..... | 43 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Kadar Lignin..... | 44 |
| Tabel 4.8 Suhu Selama Proses Pengomposan..... | 45 |
| Tabel 4.9 pH Selama Proses Pengomposan..... | 46 |
| Tabel 4.10 Hasil Uji <i>Compare Mean</i> Kadar Air Lapangan..... | 47 |
| Tabel 4.11 Hasil Uji <i>Compare Mean</i> Suhu Setiap Tumpukan..... | 49 |
| Tabel 4.12 Tahapan Pengomposan Penelitian..... | 51 |
| Tabel 4.13 Tabel Hasil Uji <i>Compare Mean</i> Suhu Hari Ke-54 s.d Ke-60..... | 53 |
| Tabel 4.14 Tabel Hasil Uji <i>Compare Mean</i> pH..... | 54 |
| Tabel 4.15 Hasil Uji <i>Compare Mean</i> Kadar <i>Volatile Solid</i> Setiap Tumpukan..... | 58 |
| Tabel 4.16 Perbandingan Laju Dekomposisi <i>Volatile Solid</i> Setiap Perlakuan..... | 60 |
| Tabel 4.17 Hasil Uji <i>Compare Mean</i> Lignin Setiap Tumpukan..... | 62 |
| Tabel 4.18 Perbandingan Laju Dekomposisi Lignin Setiap Perlakuan..... | 63 |
| Tabel 4.19 Hasil Uji <i>Compare Mean</i> Karbon Setiap Tumpukan..... | 65 |
| Tabel 4.20 Perbandingan Laju Dekomposisi Karbon Setiap Perlakuan..... | 67 |
| Tabel 4.21 Hasil Uji <i>Compare Mean</i> Nitrogen Setiap Tumpukan..... | 69 |
| Tabel 4.22 Perbandingan Laju Dekomposisi Nitrogen Setiap Perlakuan..... | 70 |
| Tabel 4.23 Perbandingan C/N Setiap Perlakuan..... | 71 |
| Tabel 4.24 Persamaan Hubungan Lignin Dan <i>Volatile Solid</i> | 72 |
| Tabel 4.25 Perkiraan Kadar Lignin Berdasarkan Persamaan..... | 73 |
| Tabel 4.26 Ringkasan Pengaruh Kadar Air Terhadap Dekomposisi Kompos..... | 75 |

DAFTAR PERSAMAAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Persamaan eksponensial orde pertama..... | 35 |
| 4.1 Persamaan untuk menghitung kadar air | 38 |
| 4.2 Persamaan untuk menghitung kadar karbon | 40 |
| 4.3 Persamaan untuk menghitung kadar abu..... | 42 |
| 4.4 Persamaan untuk menghitung kadar <i>volatile solid</i> | 42 |
| 4.5 Persamaan untuk menghitung kadar lignin | 43 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-----|
| Lampiran 1 Penetapan Kadar Lignin | 90 |
| Lampiran 2 Penetapan Kadar Nitrogen | 93 |
| Lampiran 3 Penetapan Kadar Karbon | 95 |
| Lampiran 4 Uji Perbandingan Rerata SPSS | 97 |
| Lampiran 5 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi <i>Volatile Solid</i> | 105 |
| Lampiran 6 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi Lignin | 115 |
| Lampiran 7 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi Karbon | 122 |
| Lampiran 8 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi Nitrogen | 129 |
| Lampiran 9 Perhitungan Persamaan Hubungan Lignin dan <i>Volatile Solid</i> ... | 136 |



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG PERMASALAHAN

Perkembangan suatu kota memberikan pengaruh kepada perkembangan jumlah timbulan limbah padat. Salah satu kota yang sedang berkembang adalah Kota Depok. Depok merupakan kota dengan luas wilayah 200,29 km² yang mempunyai jumlah penduduk mencapai 1.503.677 jiwa dengan kepadatan penduduk 7.507,50 jiwa/km² dan mempunyai laju pertumbuhan penduduk sebesar 3,43 % (BAPPEDA Depok, 2010).

Jumlah dan laju pertumbuhan penduduk di kota Depok mempengaruhi jumlah timbulan limbah padat. Menurut Hartono et al., (2009), timbulan limbah padat di Kota Depok pada tahun 2007 dan 2008 sebesar 1,38 liter/orang/hari dan komposisi limbah padat terdiri dari 65,11 % organik dan 34,89% anorganik. Sedangkan menurut Pemerintah Kota Depok (2010), rata-rata timbulan sampah kota Depok adalah 2,5 liter/orang/hari, dimana sebanyak 1200 m³/hari yang masuk ke dalam TPA Cipayung. Jumlah timbulan limbah padat tersebut, mempengaruhi kapasitas TPA Cipayung. Pemerintah Kota Depok (2010), TPA Cipayung mempunyai periode pelayanan selama 10 tahun dari tahun 2002. Akan tetapi kapasitas TPA Cipayung sudah habis. Sedangkan menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), TPA Cipayung tidak mampu untuk menampung sampah karena kekurangan kapasitas.

Berdasarkan UU No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, pemerintah daerah Depok berkewajiban mengelola timbulan sampah. Sistem pengelolaan sampah di Kota Depok menggunakan system pengumpulan dari sumber penghasil sampah, pengumpulan dan pengelolaan pada Unit Pengolahan Sampah (UPS), dan berakhir pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Salah satu upaya pengelolaan sampah di Kota Depok adalah dengan proses pengomposan yang dilakukan di UPS.

Proses pengomposan yang diterapkan di UPS di Kota Depok adalah pengomposan aerobik. Menurut Gadjos (1992), pengomposan aerobik adalah proses dimana bahan organik terdegradasi melalui aktivitas yang terus menerus oleh kelompok mikroorganisme. Pengomposan tersebut merupakan metode yang ramah lingkungan untuk mengurangi limbah organik dan menghasilkan pupuk organik. Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi proses pengomposan adalah kadar air (*Ministry of Agriculture and Food, 1996*).

Menurut Tchobanoglous et al., (2002), kadar air memainkan peran penting dalam metabolisme mikroorganisme dan tidak langsung dalam pasokan oksigen. Mikroorganisme hanya dapat memanfaatkan molekul-molekul organik yang dilarutkan dalam air. Apabila kadar air berkisar 40 hingga 60 persen uap air tersedia cukup, maka tidak menghalangi terjadinya aerasi. Jika kadar air turun di bawah 40 persen, aktivitas bakteri akan melambat, dan akan berhenti seluruhnya di bawah 15 persen. Bila kadar air melebihi 60 persen, maka nutrisi akan habis, volume udara berkurang, bau akan dihasilkan (karena kondisi anaerobik), dan dekomposisi diperlambat (*Ministry of Agriculture and Food, 1996*).

Pentingnya kadar air sebagai faktor penting kematangan dan kualitas kompos tidak diperhatikan pada proses pengomposan di UPS di Kota Depok. Pada UPS tersebut, tidak terdapat kontrol terhadap kadar air seperti pemberian air secara berkala agar menjaga kadar air tumpukan kompos.

Berdasarkan permasalahan di atas dapat diteliti pentingnya kontrol kadar air pada tumpukan kompos di UPS kota Depok. Hal tersebut bertujuan untuk terciptanya kondisi yang optimal pada proses pengomposan dan menghasilkan produk kompos yang berkualitas sesuai standar.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Perumusan masalah ini bertujuan untuk membatasi penelitian yang telah ditetapkan, yang merupakan inti dari penelitian ini. Berdasarkan latar belakang

dari penelitian ini akan dilakukan identifikasi dan signifikansi permasalahan. Kemudian dapat dihasilkan rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini.

1.2.1 Identifikasi Masalah

Komposisi sampah organik di Indonesia pada umumnya lebih besar dari pada sampah non-organik. Khusus di kota Depok dari jumlah timbulan yang ada, sekitar 65,11 % merupakan sampah organik. Sampah organik tersebut merupakan potensi bahan baku kompos. Salah satu kontrol untuk menghasilkan produk kompos yang mempunyai kualitas sesuai standar, perlu dilakukan pengontrolan kadar air. Akan tetapi, proses pengomposan di UPS kota Depok tidak terdapat pengontrolan kadar air. Berdasarkan pemeriksaan laboratorium kadar air awal proses pengomposan di UPS Jalan Jawa, kadar air tersebut melebihi 60%. Sedangkan kadar air yang optimal adalah 45% s.d 55% (Hoitink, 2008). Kondisi tersebut dapat menciptakan kondisi yang tidak optimal untuk proses pengomposan serta mempengaruhi kualitas produk kompos.

1.2.2 Signifikansi Masalah

Penerapan kontrol kadar air belum dilakukan di UPS kota Depok. Hal tersebut dapat menyebabkan kelebihan atau kekurangan kadar air yang optimum untuk proses pengomposan. Padahal kadar air merupakan faktor penting aktivitas dekomposisi bakteri aerobik (Setyotini et al., 2006)

1.2.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Apakah terdapat perbedaan kadar air kompos akan menghasilkan perbedaan pada parameter suhu, *volatile solid*, lignin, karbon, nitrogen dan pH?
2. Berapa kadar air yang optimal untuk laju dekomposisi kompos?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan kadar air terhadap suhu kompos?
4. Bagaimana pengaruh perbedaan kadar air terhadap pH kompos?

5. Bagaimana pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi *volatile solid*?
6. Bagaimana pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi lignin?
7. Bagaimana pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi karbon?
8. Bagaimana pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi nitrogen?
9. Bagaimana hubungan antara *volatile solid* dan lignin?
10. Bagaimana ciri-ciri produk kompos yang dihasilkan pada penelitian ini?
11. Kapan dimulainya kematangan kompos setiap tumpukan?
12. Berapa C/N akhir pada proses pengomposan penelitian ini?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui apakah terdapat perbedaan kadar air kompos akan menghasilkan perbedaan pada parameter suhu, *volatile solid*, lignin, karbon, nitrogen dan pH.
2. Mengetahui berapa kadar air yang optimal untuk laju dekomposisi kompos.
3. Mengetahui pengaruh perbedaan kadar air terhadap suhu kompos.
4. Mengetahui pengaruh perbedaan kadar air terhadap pH kompos.
5. Mengetahui pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi *volatile solid*.
6. Mengetahui pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi lignin.
7. Mengetahui pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi karbon.
8. Mengetahui pengaruh perbedaan kadar air terhadap laju dekomposisi nitrogen.
9. Mengetahui hubungan antara *volatile solid* dan lignin.
10. Mengetahui ciri-ciri produk kompos yang dihasilkan pada penelitian ini.

11. Mengetahui kapan dimulainya kematangan kompos setiap tumpukan.
12. Mengetahui berapa C/N akhir pada proses pengomposan penelitian ini.

1.4 RUANG LINGKUP

Ruang lingkup penelitian ini menjadikan penelitian ini menjadi lebih fokus. Ruang lingkup penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1 Ruang Lingkup Penelitian

| No | Lingkup | Keterangan |
|----|---------------------------------------|---|
| 1 | Lokasi penelitian | UPS Jalan Jawa, Beji Depok |
| 2 | Metode pengomposan | <i>Open windrow</i> dengan pengadukan |
| 3 | Waktu pengomposan | 60 hari |
| 4 | Perlakuan proses pengomposan | Terdapat 4 tumpukan dengan masing-masing kadar air 40%, 50%, 60%, dan 70% |
| 5 | Parameter Pemeriksaan di lapangan | Suhu dan pH |
| 6 | Parameter Pemeriksaan di laboratorium | Kadar air, karbon, nitrogen, <i>volatile solids</i> , dan lignin |

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Berdasarkan tujuan penelitian, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Memberikan informasi pengaruh variasi kadar air terhadap laju dekomposisi proses pengomposan.
2. Memberikan petunjuk mengenai kadar air yang optimum agar menghasilkan laju dekomposisi yang cepat pada UPS di Kota Depok.
3. Mengetahui hubungan antara parameter pemeriksaan penelitian terhadap laju dekomposisi material organik kompos.

1.6 KEASLIAN PENELITIAN DAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Dalam melakukan penulisan tesis ini, penulis memaparkan hasil penelitian sendiri, apabila mengambil hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan, penulis akan mencantumkannya sebagai referensi. Selain itu untuk menghindari duplikasi penelitian terdahulu mengenai kompos di kota Depok, penulis mencantumkan penelitian tersebut. Maka berikut ini adalah penelitian yang bersangkutan.

- a) Skripsi Nindi Sekar Sari, mahasiswi Teknik Lingkungan UI pada tahun 2011. Penelitian dengan judul Pengaruh Frekuensi Pengadukan terhadap pengomposan *open windrow*: Studi kasus UPS Jalan Jawa Depok.
- b) Skripsi Nandia G, mahasiswi Teknik Lingkungan UI pada tahun 2011. Penelitian dengan judul Analisis Kualitas Udara Mikrobiologis di fasilitas pengomposan dan sekitarnya: Studi kasus UPS Jalan Jawa Depok.

Selain penelitian di atas, terdapat penelitian mengenai kadar air dan dekomposisi material organik yang menjadi pijakan penulisan. Penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

- a) Vargas et al., pada tahun 2005 dengan judul penelitian *Assesing the Stability and Maturity of Compost at Large-scale Plants*.
- b) Tuomela et al., pada tahun 2000 dengan judul penelitian *Biodegradation of Lignin in a Compost Environment: a review*.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan Tesis ini secara garis besar dibagi menjadi beberapa bab berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan penelitian.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Pembahasan mengenai teori-teori/literatur yang relevan dan digunakan sebagai acuan dalam penelitian.

BAB 3 Metodologi Penelitian

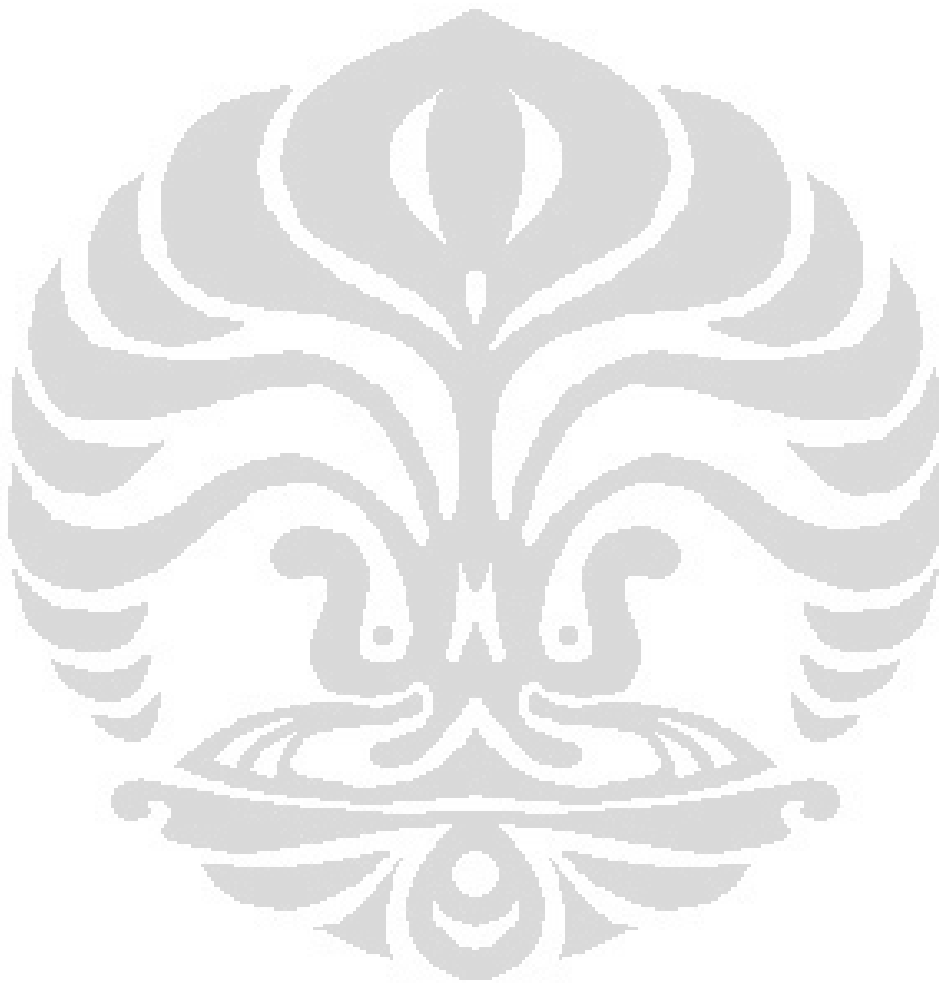
Pembahasan yang mencakup kerangka berpikir, model penelitian, metode penelitian, dalam pengumpulan data primer dan metode dalam pengolahan data untuk dianalisa.

BAB 4 Pengumpulan dan Analisa Data

Menganalisa hasil dari pengumpulan data yang dilakukan dengan metodologi penelitian yang dilakukan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil penelitian.



BAB 2

STUDI PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Pengomposan adalah salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk pengelolaan limbah padat perkotaan yang mempunyai kandungan organik yang tinggi (Budu et al., 2009). Menurut Gadjos (1992), pengomposan adalah suatu proses aerobik dimana bahan organik terdegradasi melalui aktivitas yang terus menerus oleh kelompok mikroorganisme, pengomposan merupakan metode yang ramah lingkungan untuk mengurangi limbah organik dan menghasilkan pupuk organik. Sedangkan menurut Pullicino (2006), pengomposan adalah transformasi biokimia dari bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam kondisi mudah larut dalam air. Produk dari proses pengomposan adalah kompos, menurut Tuomela (2000), sebagian besar produk kompos adalah lignin yang sudah tidak dapat dimineralisasi selama proses pengomposan. Sedangkan menurut Crawford (2003), kompos didefinisikan sebagai hasil dekomposisi parsial/tidak lengkap, dipercepat secara artifisial dari campuran bahan-bahan organik oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik. Untuk memperoleh kompos, diperlukan suatu langkah pengomposan. Proses dekomposisi tersebut melibatkan berbagai mikroorganisme seperti seperti bakteri, *actinomyces* dan jamur. Oleh karena itu definisi pengomposan adalah dekomposisi biologis fraksi organik *biodegradable* dalam kondisi yang terkendali dan keadaan yang cukup stabil untuk penyimpanan yang bebas gangguan dan penanganan serta aman untuk digunakan dalam aplikasi tanah.

Pada umumnya pengomposan merupakan pengendalian dekomposisi biologis dan konversi bahan organik padat menjadi substansi yang mirip humus (Cochran et al., 1996). Karena kemiripan kompos dengan humus, maka kompos juga mengandung hara-hara mineral yang penting bagi tanaman. Di lingkungan alami, proses pengomposan dapat terjadi dengan sendirinya. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor yaitu, mikroorganisme, cuaca, dan oksigen yang terdapat di alam. Oleh karena itu dengan sendirinya proses pengomposan terjadi pada dedaunan,

rumput, kotoran hewan serta sampah organik lainnya di lingkungan alam. Proses pengomposan yang dilakukan manusia adalah meniru proses pengomposan di alam dan dikondisikan dengan kondisi ideal agar mempercepat proses pengomposan.

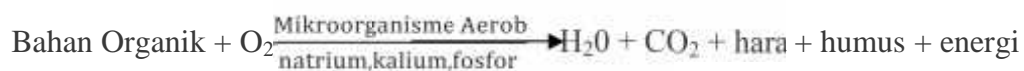
Pada bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang mendukung penelitian pengaruh kadar air terhadap laju dekomposisi kompos.

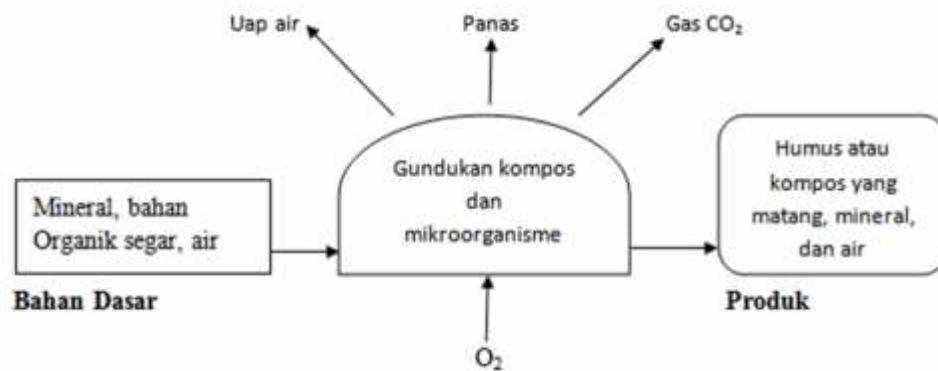
2.2 Bahan Baku Kompos

Material bahan baku kompos adalah limbah padat organik yang mempunyai sifat mudah dibiodegradasi, seperti sampah organik perkotaan, limbah peternakan, dan limbah pertanian (Benito et al., 2003). Menurut Himanen (2010), salah satu bahan baku kompos yang baik adalah sampah organik perkotaan (sisa makanan, sampah taman, dll). Akan tetapi limbah tersebut mempunyai sifat biodegradasi yang tidak stabil. Hal tersebut merupakan tantangan untuk proses pengomposan yang terkontrol. Limbah organik untuk pengomposan mempunyai kualitas dan stabilitas yang beragam, oleh karena itu terdapat banyak parameter yang perlu dikontrol (Bernal et al., 2009). Parameter utama bahan baku kompos yang dapat mempengaruhi proses pengomposan antara lain rasio C/N, pH, kadar air, dan suhu (Mylavarapu et al., 2008).

2.3 Proses Pengomposan

Proses pengomposan dimulai segera setelah bahan baku sampah organik bercampur. Pada tahap awal terjadi proses degradasi dengan mudah dan cepat yang dilakukan mikroorganisme dengan bantuan oksigen. Proses degradasi yang dilakukan oleh mikroorganisme tersebut menghasilkan panas. Naiknya temperatur dari gundukan sampah organik berhubungan secara langsung terhadap aktivitas mikroorganisme. Proses penguraian bahan organik secara aerob sebagai berikut:



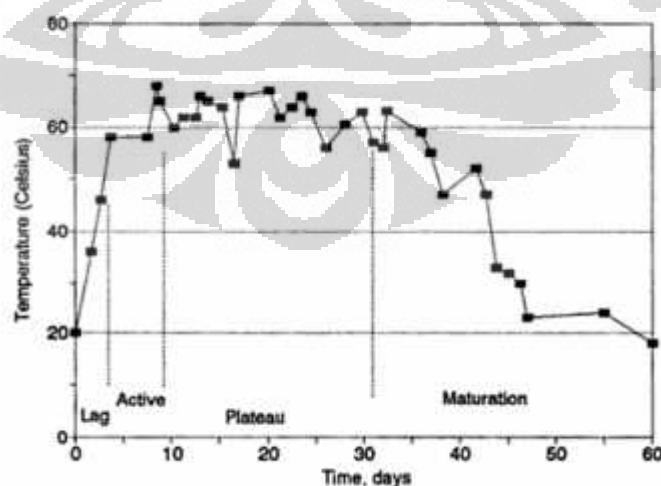


Gambar 2.1. Proses Pengomposan

(Pace et al., 1996)

Proses pengomposan dapat dibagi menjadi tiga tahap. Pada tahap awal adalah tahap dekomposisi intensif berlangsung. Sedangkan pada tahap pematangan utama dan pasca pematangan, bahan yang sukar terdekomposisi mulai terurai dan membentuk ikatan kompleks lempung humus. Selanjutnya akan dihasilkan produk kompos yang matang dengan ciri-ciri sebagai berikut: tidak berbau, remah, berwarna kehitaman, mengandung hara yang tersedia bagi tanaman, dan kemampuan mengikat air yang tinggi (Sutanto, 2002).

Sedangkan menurut Tchobanoglous et al., (2002), proses pengomposan dibagi dalam tiga tahap, yaitu *lag phase*, *active phase*, dan *curing phase* atau *maturation phase*. Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2. Grafik Perbandingan Suhu Dengan Tahap Pengomposan

(Tchobanoglous et al., 2002)

Tahap pertama adalah *lag phase*, tahap ini dimulai segera setelah kompos dibuat. Tahap tersebut merupakan tahap dimana mikroba yang terdapat dalam limbah padat/bahan baku kompos beradaptasi. Mikroba mulai berkembang biak, dengan menggunakan glukosa, pati, selulosa sederhana, dan asam amino yang terdapat dalam limbah padat.

Tahap Kedua adalah *active phase*, fase ini ditandai dengan peningkatan eksponensial dalam jumlah mikroba dan intensifikasi sesuai aktivitas mikroba. Tahap ini ditandai dengan kenaikan terjal suhu tumpukan kompos. Suhu akan terus meningkat sampai konsentrasi limbah padat yang mudah diuraikan sudah habis karena proses dekomposisi mikroba. Pada negara tertentu, suhu mencapai 70°C atau lebih tinggi.

Tahap ketiga adalah *curing phase* atau *maturity phase*, pada fase ini pasokan bahan yang mudah terurai sudah habis, dan tahap pematangan dimulai. Pada tahap pematangan, bahan organik dan mikroba mengalami penurunan jumlah dan suhu akan turun sampai mendekati suhu ruangan.

Pada prinsipnya proses pengomposan adalah menguraikan bahan organik sehingga perbandingan C/N bahan organik tersebut menjadi mirip dengan C/N tanah. Menurut Setyorini et al., (2006), perbandingan C/N pada tanah berkisar antara 10-12. Bila kompos mempunyai perbandingan C/N yang mirip atau mendekati tanah, maka kompos tersebut dapat digunakan tanaman untuk memenuhi proses pertumbuhannya. Pada umumnya bahan organik mempunyai C/N yang tinggi, misalnya jerami 50-70, dedaunan tanaman 50-60, kayu-kayuan >400, dan lain-lain. Oleh karena itu, pokok dari proses pengomposan adalah menurunkan perbandingan C/N bahan organik sehingga menjadi mirip atau mendekati perbandingan C/N tanah.

Apabila proses dekomposisi tidak berlangsung dengan baik maka kompos berbau, tidak remah, tidak berwarna hitam. Pada halaman berikut terdapat tabel mengenai cara penganggulangan masalah pada pengomposan.

Tabel 2.1 Cara Penanggulangan Masalah Pada Pengomposan

| No | Permasalahan | Penyebab | Cara menaggulangi |
|----|---|--|---|
| 1 | Bahan baku terlalu kering, proses dekomposisi berhenti | <ul style="list-style-type: none"> - Kadar air turun dibawah batas ambang yang dibutuhkan mikroorganism karena suhu meningkat. - Bahan dasar kompos terlalu kering | <ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala - Menambah bahan kompos segar - Menutup timbunan kompos untuk mengurangi penguapan |
| 2 | Bahan baku terlalu basah, warna kehitaman, kekurangan oksigen | <ul style="list-style-type: none"> - Curah hujan terlalu tinggi - Bahan campuran mengandung air tinggi, namun kandungan nitrogen rendah | <ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala, bagian dasar diberi alas kering berupa potongan kayu atau ranting - Menambah tanah, bebatuan yang dihaluskan atau kapur |
| 3 | Dekomposisi berjalan lambat | <ul style="list-style-type: none"> - Prosentase kandungan lignin terlalu tinggi sehingga rasio C/N tinggi - Terlalu kering atau basah | <ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala - Menambah bahan yang kaya nitrogen (kotoran ternak, limbah dapur/rumah tangga) |

Sumber: Setyorini et al., (2006)

2.4 Dekomposisi Material Organik

Prinsip pengomposan adalah menghasilkan produk kompos yang mengandung material organik yang stabil, hal tersebut mengindikasikan bahwa kompos sudah matang (Bernal et al., 1998). Menurut Tuomela (2000), komponen utama dari material organik adalah karbon, protein, lipid, dan lignin. Komponen yang sulit didekomposisi oleh mikroorganism adalah karbon dan lignin, sehingga dua komponen tersebut dapat mewakili apakah proses dekomposisi kompos berjalan optimal atau tidak. Menurut Epstein (1997), material organik pada proses pengomposan dapat direpresentasikan dari kandungan *volatile solids* (VS). Menurut Chennai (2003), kandungan VS bahan baku kompos dari sampah organik perkotaan rata-rata adalah 80% ketika sampel tersebut dipanggang pada suhu 550⁰C selama 1 jam di oven. Salah satu indikasi proses dekomposisi VS adalah panas tumpukan kompos karena pada saat proses dekomposisi akan menghasilkan gas CO₂. Sehingga terdapat hubungan antara kandungan VS dengan kandungan

karbon kompos. Menurut Vargas et al., (2005), VS selama proses pengomposan mengalami reduksi sebesar 28% ketika kompos sudah matang atau selama 8 minggu proses pengomposan dimana terdapat suhu yang optimal. Sedangkan menurut Epstein (1997), VS selama proses pengomposan dapat tereduksi sebesar 30% dalam waktu 3 minggu (waktu kematangan kompos). Akan tetapi laporan penelitian Lemus dan Lau (2002), degradasi volatile solid hanya mencapai 20%.

Menurut Haug (1993), proses dekomposisi material organik pada proses pengomposan memiliki hubungan dengan kandungan lignin. Karena mikroorganisme menguraikan lignin tersebut. Menurut Argyropoulos dan Menachem (1997), lignin adalah bagian integral dari dinding sel tanaman yang memberikan kekuatan dan melindungi dari dekomposisi mikrobiologi. Di alam, lignin terdapat dalam senyawa *lignocellulose* yang banyak pada kayu. Rata-rata kandungan *lignocellulose* pada tanaman adalah sebesar 20 s.d 30% (Sjostrom, 1993 dalam Novaes et al., 2010). Menurut Chandler et al., (1980), lignin maksimum yang mungkin terdekomposisi adalah sebesar 83%. Hal tersebut didapat dari pengomposan anaerobic dengan melihat hubungan antara lignin dan *volatile solid*. Berdasarkan penelitian Waksman (1993), lignin terdegradasi mencapai 40% selama 50 hari pada saat kompos matang. Sedangkan menurut Tomati et al., (1995), 70% lignin terdegradasi pada saat pengomposan selama 35 hari pada suhu 50⁰C dan pada saat kompos sudah matang, degradasi lignin dapat diabaikan.

Degradasi lignin tersebut merupakan hasil proses dekomposisi mikroorganisme. Menurut penelitian Hatakka (1994), bakteri yang biasa terdapat di kompos (*Streptomyces* spp.) dapat memineralsasi lignin sebanyak 3%, sedangkan bakteri lainnya hanya dapat mendekomposisi lignin kurang dari 10%. Peran *soft-root* fungi (*Xylariaceous actinomycetes*) lebih besar dibandingkan bakteri, yang mana dapat mendegradasikan lignin sampai 77%. Dimana dapat berkembang optimal pada suhu 40⁰C s.d 50⁰C (Beffa, 2002). Berdasarkan penelitian Tuomela et al.,(2000), dekomposisi lignin akan berjalan dengan baik apabila suhu tumpukan kompos dijaga berkisar 50⁰C. Hal tersebut terjadi karena organisme yang paling

efisien untuk mendegradasikan lignin, fungi berjenis *basidiomycetous* tidak dapat bertahan dalam kondisi termofilik. Laju dekomposisi tersebut dapat ditunjukkan dengan persamaan garis linier.

Terdapat hubungan antara *volatile solid* dan lignin. Berdasarkan laporan penelitian Komilis dan Ham (2004), terdapat hubungan berbanding terbalik antara lignin dan *volatile solid*, dimana semakin besar kandungan lignin akan semakin sulit *volatile solid* terdekomposisi dalam kondisi aerobik. Sedangkan menurut Chandler et al., (1980), dalam Haug (1993) terdapat hubungan linier antara lignin dan *volatile solid*. Dimana berdasarkan persamaan tersebut, kadar lignin yang mungkin tersisa apabila kadar *volatile solid* habis adalah 29,64%

2.5 Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan

Menurut Som et al., (2009) salah satu faktor kunci yang menunjukkan pengomposan berjalan dengan cepat adalah kadar air. Sedangkan menurut Lua et al., (2007), kadar air mempunyai peran yang kritis dalam rekayasa pengomposan karena dekomposisi material organik bergantung pada ketersediaan kandungan air. Kadar air menjadi kunci penting pada proses pengomposan. Hal tersebut terjadi apabila kandungan air terlalu rendah atau tinggi akan mengurangi efisiensi proses pengomposan (Luo dan Chen., 2007). Kadar air yang optimal adalah 45% s.d 55% (Hoitink, 2008). Apabila kadar air melebihi 60% maka volume udara berkurang, bau akan dihasilkan (karena kondisi anaerobik), dan dekomposisi diperlambat. Sedangkan menurut penelitian Singh et al., (2004) terdapat perbedaan signifikan parameter suhu, dan *volatile solid* dalam keadaan kadar air 40%, 50%, 60%, dan 70%. Salah satu permasalahan kadar air kompos adalah berkurangnya kadar air tumpukan kompos selama proses pengomposan, oleh karena itu perlu dilakukan penambahan air dan pengadukan (Suehara et al.,1999). Apabila tumpukan terlalu kering, air dapat ditambahkan. Bahan-bahan tertentu akan mengeluarkan air atau menyerap air hanya pada permukaan mereka. Serbuk gergaji, jerami, jerami dan sayuran harus secara bertahap dibasahi sampai mereka basah.

Berdasarkan British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), beberapa faktor penting yang menunjukkan proses dekomposisi kompos adalah:

- Perbandingan karbon (C) dengan nitrogen (N).
- Aerasi dan Porositas
- Suhu
- pH

Penjelasan lebih detail dicantumkan pada subbab berikut.

2.5.1 Perbandingan Karbon terhadap Nitrogen (C/N)

Rasio C/N merupakan parameter yang banyak berkorelasi dengan karakteristik kimia material selama proses pengomposan. Sehingga parameter rasio C/N adalah parameter utama yang dapat menggambarkan kematangan dan stabilitas kompos. Rasio C/N menggambarkan mikroorganisme dalam kompos mengoksidasi karbon sebagai sumber energi, dan memakan nitrogen untuk sintesis protein (Bernal et al., 1998).

Berdasarkan British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), proporsi C/N bahan baku kompos berdasarkan perkiraan harus 30 bagian untuk karbon terhadap 1 bagian untuk nitrogen berdasarkan berat. C/N dalam rentang dari 25/1 ke 40/1 menghasilkan proses yang efisien. Serutan kayu, serbuk gergaji dan jerami adalah sumber karbon yang baik, sumber karbon lainnya adalah limbah perkotaan dan parutan kertas atau karton, sumber-sumber tersebut mudah ditemukan di sekitar masyarakat. Sedangkan pupuk kandang adalah sumber nitrogen. Pendapat lain menurut Bernal et al., (2009), rasio C/N pada awal proses pengomposan sebesar 40-44 masih menghasilkan proses efisien yang dapat mereduksi C/N mencapai 54%. Reduksi tersebut disebabkan oleh dekomposisi karbon dan nitrogen.

Karbon merupakan sumber energi dekomposisi mikroba. Dekomposisi karbon yang terjadi dekomposisi *water soluble organic carbon* yang dilakukan oleh

mikroorganisme yang mana *water soluble organic carbon* hanyalah sebagian kecil dari karbon organik dan terjadi pada kondisi kadar air yang cukup (Sparling et al., 1998). Sedangkan nitrogen digunakan mikroba sebagai nutrisi untuk mensintesis material sel, asam amino, dan protein. Sintesis tersebut membutuhkan lingkungan yang berkadar air tertentu untuk mentransportasikan nutrisi dan sebagai media untuk reaksi kimia (Dougherty., 1999).

Sumber karbon untuk proses pengomposan didapatkan dari material organik. Menurut Diaz et al., (1977) dalam Tchobanoglous et al., (2002), sumber karbon bagi kompos adalah material kayu, daun-daun kering, dan ranting, sedangkan sumber nitrogen bagi kompos adalah kotoran hewan, pupuk kimia, daun-daun hijau, sayuran hijau, dan sisa makanan. Mikroorganisme dapat menguraikan bahan organik dengan cepat apabila C/N rasio stabil dalam perbandingan 30/1. Ketika C/N terlalu tinggi dekomposisi yang terjadi berjalan lambat. Ketika C/N ratio terlalu rendah, akibat dari terlalu banyak kandungan nitrogen dan memungkinkan nitrogen hilang ke atmosfer dalam bentuk gas NH_3 sehingga menyebabkan masalah bau.

Pada umumnya bahan-bahan yang tersedia untuk pengomposan tidak sesuai rasio 30/1, jadi bahan yang berbeda harus dicampur untuk memenuhi rasio tersebut. Secara umum. Material organik kasar dan kering berisi sangat sedikit nitrogen. Sebagai contoh, bahan kayu sangat tinggi karbon. Namun, limbah hijau, seperti dedaunan dan pupuk, mengandung proporsi yang relatif tinggi pada bagian nitrogen. Campuran karbon dan nitrogen yang tepat membantu memastikan bahwa suhu kompos akan cukup tinggi untuk proses untuk bekerja secara efisien. Pada halaman berikut terdapat tabel 2.2 yang dapat membantu pencampuran material untuk proses pengomposan.

Tabel 2.2 Rasio C/N Material Organik

| No | Material | C/N |
|----|----------------------------------|-----------|
| 1 | Pupuk kandang unggas | 13-18:1 |
| 2 | Sampah sayuran | 12-20:1 |
| 3 | Kotoran padat sapi | 15-25:1 |
| 4 | Kotoran perternakan susu | 20:1 |
| 5 | Serpihan kayu dan serbuk gergaji | 100-500:1 |
| 6 | Kertas | 150-200:1 |
| 7 | Jerami | 40-100:1 |
| 8 | Dedaunan (hijau) | 30-80:1 |
| 9 | Limbah rumah tangga | 10-16:1 |
| 10 | Kulit biji kopi | 8:1 |

Sumber: FAO (1987) dalam British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food*(1996)

2.5.2 Aerasi dan Porositas

Aerasi menggantikan kekurangan oksigen yang di tengah tumpukan kompos dengan udara segar. Berdasarkan British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), dekomposisi aerobik yang cepat hanya dapat terjadi dalam kondisi oksigen yang cukup. Aerasi terjadi secara alamiah saat udara hangat oleh kompos naik melalui tumpukan, lalu udara segar dari sekitarnya masuk kedalam tumpukan. Angin juga membantu aerasi dimana gerakan udara melalui tumpukan kompos tersebut memasok oksigen. Gerakan udara dipengaruhi oleh porositas dan kadar air. Pengadukan tumpukan kompos secara rutin dapat meningkatkan aerasi dalam tumpukan kompos. Proses aerasi dapat terganggu apabila kandungan kadar air terlalu tinggi dan mengakibatkan kondisi anaerobik sehingga menurunkan laju dekomposisi serta menimbulkan bau (Golueke, 1991). Sedangkan menurut Haug (1993), metabolisme anaerobik dalam pengomposan dapat menyebabkan terbentuknya senyawa kimia yang bau seperti amonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S), *volatile organic acid*, *mercaptan*, dan metil sulfida.

Berdasarkan British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), kadar air juga mempengaruhi porositas yang mengacu pada ruang antara partikel dalam tumpukan kompos, dan dihitung dengan mengambil volume ruang atau pori-pori, serta membaginya dengan volume total dari tumpukan. Jika bahan tidak jenuh dengan air, ruang-ruang ini sebagian dipenuhi dengan udara yang dapat pasokan oksigen untuk mikroba dan memberikan jalan bagi sirkulasi udara.

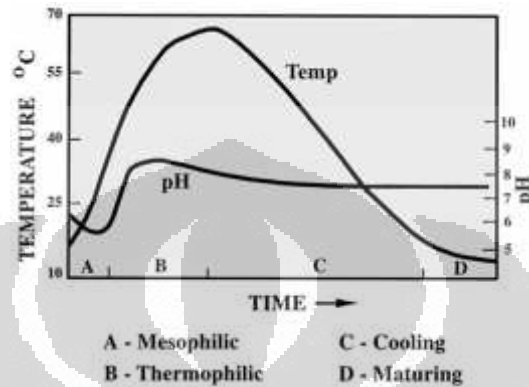
Menurut Chica et al., (2003), porositas yang ideal untuk pengomposan yang cepat adalah lebih dari 60%. Hal yang perlu dilakukan untuk mendapatkan porositas yang ideal adalah dengan memberikan perlakuan pengadukan berkala. Selain itu, tinggi tumpukan kompos tidak boleh lebih dari 2,3 meter. Hal tersebut dilakukan agar tidak terjadi pemadatan berlebih akibat berat tumpukan kompos sendiri.

2.5.3 Suhu

Menurut Haug (1993), panas dihasilkan akibat dari proses kimia. Panas dihasilkan oleh proses kimia yang dilakukan mikroorganisme, karena mikroorganisme tersebut menguraikan bahan organik sehingga meningkatkan suhu tumpukan kompos. Ada hubungan langsung antara suhu dan laju konsumsi oksigen. Semakin tinggi suhu, semakin besar penyerapan oksigen dan semakin cepat laju dekomposisi. Suhu meningkat, dihasilkan dari aktivitas mikroba, dapat terlihat dalam beberapa jam membentuk tumpukan. Menurut British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), suhu tumpukan kompos antara 32-60°C menunjukkan pengomposan cepat. Temperatur lebih besar dari 60°C mengurangi aktivitas dari organisme aktif. Oleh karena itu, kisaran suhu optimal antara 32°C dan 60°C. Sedangkan menurut Rynk (1992), suhu optimal untuk pengomposan cepat adalah diatas 55°C, suhu tersebut sangat baik untuk perkembangan mikroorganisme termofilik. Selain itu suhu tumpukan kompos diatas 55°C merupakan suhu yang cukup untuk menghilangkan bakteri bakteri patogen seperti *Fecal coliform*, virus tipus, dan telur cacing *ascaris* (Farrel, 1989). Berdasarkan laporan penelitian Nelson (2006), bahwa kadar air optimum untuk pengomposan cepat dan mempunyai kemampuan membunuh bakteri patogen adalah 40% dan 50%. Karena apabila kadar air kurang atau lebih dari kondisi tersebut akan terjadi mengganggu laju dekomposisi dan aerasi serta tidak mencapai suhu optimal.

Selain itu, volume yang besar menyediakan bahan organik yang memungkinkan temperatur akan naik menjadi 55°C untuk 60°C dalam beberapa hari permulaan pengomposan. Karakteristik suhu bahan kompos mengikuti pola peningkatan pesat dari 55°C menjadi 60°C dan tetap berada dalam kondisi *thermophilic*

selama beberapa minggu. Suhu secara bertahap turun ke 38⁰C dan akhirnya menuju ke suhu udara ambien. Karakteristik pola perubahan suhu ini dari waktu ke waktu mencerminkan jenis dekomposisi dan stabilisasi sebagai pengomposan berlangsung, dan ditunjukkan pada gambar 2.3 pada halaman berikut.



Gambar 2.3.Suhu Kompos Dan pH Kompos Berdasarkan Waktu
(British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food*,1996)

Sedangkan menurut Raabe (2007), panas sangat penting dalam pengomposan cepat, panas dihasilkan oleh proses respirasi oleh aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan material organik. Untuk mencegah kehilangan panas, volume tumpukan kompos yang direkomendasikan adalah 36" x 36" x 36" (0,9144 m x 0,9144 m x 0,9144 m). Apabila kurang dari 32" (0,8128 m), pengomposan cepat tidak akan terjadi. Tumpukan kompos yang tertutup lebih baik daripada tumpukan kompos yang terbuka, sehingga pengomposan cepat lebih efektif dalam tumpukan yang tertutup. Suhu yang efektif bagi mikroorganisme untuk proses pengomposan cepat adalah sekitar 160 °F (71,11 °C).

2.5.4 pH

Pengomposan dapat berjalan efektif pada rentang pH yang optimum. Berdasarkan British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), pH optimum bagi mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan terletak antara 6,5 dan 7,5. Sedangkan menurut Golueke (1972) dalam Xueling (2006), pH optimum bagi bakteri yang terlibat dalam pengomposan terletak antara 6,0 dan 7,5. Sedangkan pH optimum bagi fungi yang terlibat dalam pengomposan terletak antara 5,5 dan

8,5. Kompos itu sendiri menyebabkan perubahan besar dalam material dan pH. Misalnya, pelepasan asam organik, untuk sementara atau secara lokal, membuat pH menjadi rendah (peningkatan keasaman), dan produksi amonia dari senyawa-senyawa nitrogen dapat meningkatkan pH (meningkatkan alkalinitas) selama tahap-tahap awal pengomposan. Pada umumnya pada awal proses dekomposisi kompos akan selalu menghasilkan produk akhir dengan pH mendekati netral dan stabil. Sedangkan menurut Tchobanoglous et al., (2002), pada saat awal pengomposan mikroorganisme akan menguraikan polisakarida dan selulosa menjadi asam organik sehingga pH menjadi 4,5 atau 5. Sedangkan menurut Xueling (2006), pH awal berkisar 5,0 s.d 5,5 selama awal pengomposan menandakan kandungan nitrogen yang stabil pada tumpukan kompos. Selanjutnya pH akan meningkat sampai setinggi 8,0 ke 9,0 yang disebabkan perkembangan populasi mikroba dimana asam organik berfungsi sebagai substrat dan pembentukan amonia. Peningkatan tersebut menandakan dekomposisi nitrogen oleh bakteri untuk menghasilkan amonia. Akan tetapi menurut penelitian Somjai dan Sapudom (2011), di mana tidak terdapat perbedaan pH signifikan diantara kadar air 60% s.d 75%. Menurut Kuo et al., (1997), pH dipengaruhi oleh kandungan nitrogen organik dan inorganik hasil sintesa protein oleh mikroorganisme. Dimana kandungan senyawa tersebut dipengaruhi oleh kadar air.

2.6 Komposisi Hara Bahan Baku Kompos

Kandungan hara bahan baku kompos sangat penting bagi proses pengomposan karena berhubungan langsung terhadap laju pengomposan. Oleh karena itu pemilihan bahan baku kompos menjadi sangat penting untuk keberlanjutan proses pengomposan. Kandungan hara yang penting dalam proses pengomposan adalah karbon dan nitrogen.

Karbon merupakan salah satu parameter penentu kematangan kompos yang mana ketersediaan kadar karbon dibutuhkan untuk proses dekomposisi (Mehl, 2008). Kandungan karbon bergantung pada kadar selulosa. Pada selulosa tersebut mengandung lignin. Dimana di dalam lignin terdapat kadar karbon sebanyak 61 s.d 64% (Dyer, 2000). Proses dekomposisi karbon yang terjadi dekomposisi *water soluble organic carbon* yang dilakukan oleh mikroorganisme yang mana *water*

soluble organic carbon hanyalah sebagian kecil dari karbon organik. (Sparling et al., 1998). Menurut laporan penelitian Lu et al.,(2009), kadar air dan kadar karbon organik mempunyai hubungan berbanding negatif. Dimana kadar air meningkat, maka kandungan karbon organik menurun.

Unsur hara penting lainnya adalah nitrogen. Senyawa tersebut mempunyai peran penting dalam menunjang kehidupan sel untuk mikroorganisme. Pentingnya nitrogen untuk membangun sitoplasma, dinding sel, klorofil, enzim, dan metabolisme sel (Himanen, 2010). Berdasarkan penelitian, nitrogen didekomposisi oleh mikroorganisme dalam kadar air dan suhu yang optimal sebanyak 8,0 s.d 77,4% (Barrington et al., 2002). Kehilangan nitrogen tersebut bergantung pada bahan baku kompos dan diakibatkan oleh metabolisme mikroba yang merombak nitrogen menjadi NH_3 , N_2O , N_2 , NO_x , dan VOC (Körner et al., 1999).

Laju dekomposisi karbon dan nitrogen pada proses pengomposan mempunyai persamaan logaritma Atallah et al., (1995). Pada penelitian tersebut dapat mengidentifikasi degradasi karbon sebesar 17% dan 26,4%. Penelitian tersebut juga mengidentifikasi pengurangan nitrogen selama pengomposan sebesar 25% dan 32,7%.

2.7 Kematangan Kompos

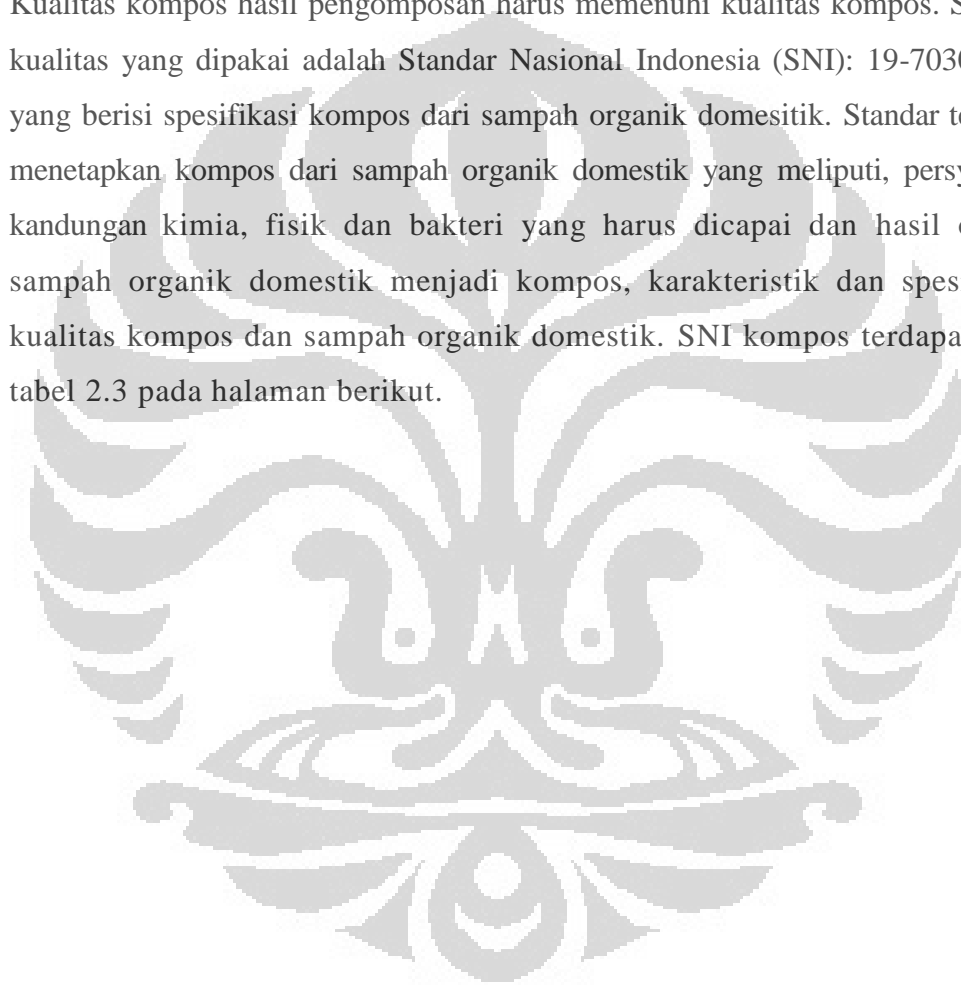
Menurut Sulistyawati et al., (2007), kematangan kompos mulai terlihat pada hari ke-30. Hal tersebut dilihat dari perubahan suhu, pH, kadar air dan penampakan secara fisik. Suhu tumpukan pada awalnya cukup berfluktuatif namun terlihat mulai stabil hari ke 26 hingga hari ke 30 pada suhu 28-30°C. pH pada seluruh perlakuan juga telah menunjukkan nilai netral pada hari ke 30. Hal ini mengindikasikan bahwa kompos sudah matang.

Sedangkan menurut Budiharjo (2006), kematangan kompos setelah mengalami proses pengomposan ± 4 minggu yang ditandai dengan suhu rata-rata tumpukan yang semakin menurun dan stabil, mendekati suhu

kamar ($27-30^{\circ}$ C). Kompos yang telah matang memiliki kenampakan fisik berwarna coklat kehitaman dan bentuk remah/menyerupai tanah. Sedangkan menurut Koivula et al., (2000), rasio C/N dibawah 12 menandakan kematangan kompos dan kompos tersebut memiliki sifat yang mirip dengan tanah.

2.8 Standar Kualitas Kompos di Indonesia

Kualitas kompos hasil pengomposan harus memenuhi kualitas kompos. Standar kualitas yang dipakai adalah Standar Nasional Indonesia (SNI): 19-7030-2004 yang berisi spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Standar tersebut menetapkan kompos dari sampah organik domestik yang meliputi, persyaratan kandungan kimia, fisik dan bakteri yang harus dicapai dan hasil olahan sampah organik domestik menjadi kompos, karakteristik dan spesifikasi kualitas kompos dan sampah organik domestik. SNI kompos terdapat pada tabel 2.3 pada halaman berikut.

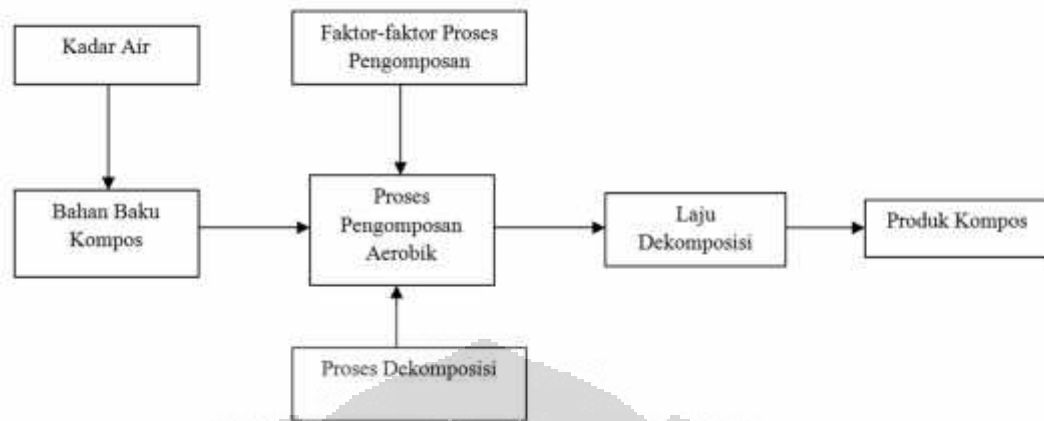


Tabel 2.3 Standar Kualitas Kompos SNI:19-7030-2004

| No | Parameter | Satuan | Minimum | Maksimum | No | Parameter | Satuan | Minimum | Maksimum |
|----|---|--------|---------|----------------|----|----------------|----------|---------|----------|
| 1 | Kadar Air | % | | 50 | 17 | Cobal (Co) | mg/kg | | 34 |
| 2 | Temperatur | | | suhu air tanah | 18 | Chromium (Cr) | mg/kg | | 210 |
| 3 | Wama | | | kehitaman | 19 | Tembaga (Cu) | mg/kg | | 100 |
| 4 | Bau | | | berbau tanah | 20 | Mercuri (Hg) | mg/kg | | 0:8 |
| 5 | Ukuran partikel | Mm | 0,55 | 25 | 21 | Nikel (Ni) | mg/kg | | 62 |
| 6 | Kemampuan ikat air | % | 58 | | 22 | Timbal (Pb) | mg/kg | | 150 |
| 7 | pH | | 6.80 | 7.49 | 23 | Selenium (Se) | mg/kg | | 2 |
| 8 | Bahan asing | % | | 1.5 | 24 | Seng (Zn) | mg/kg | | 500 |
| | Unsur makro | | | | | Unsur lain | | | |
| 9 | Bahan organik | % | 27 | 58 | 25 | Calsium | % | | 25,50 |
| 10 | Nitrogen | % | 0,40 | | 26 | Magnesium (Mg) | % | | 0,60 |
| 11 | Karbon | % | 9,80 | 32 | 27 | Besi (Fe) | % | | 2,00 |
| 12 | Fosfor (P ₂ O ₅) | % | 0,10 | | 28 | Aluminium (Al) | % | | 2,20 |
| 13 | C/Nrasio | | 10 | 20 | 29 | Mangan (Mn) | % | | 0,1 0 |
| 14 | Kalium (K ₂ O) | % | 0,20 | | | Bakteri | | | |
| | Unsur mikro | | | | 30 | Fecal Coli | MPN/gr | | 1000 |
| 15 | Arsen | mg/kg | | 13 | 31 | Salmonella sp. | MPN/4 gr | | 3 |
| 16 | Cadmium (Cd) | mg/kg | | 3 | | | | | |

Keterangan : * Bernilai lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum
 Sumber:Badan Standardisasi Nasional (2005)

2.9 Diagram Alir Kerangka Berpikir



Gambar 2.4 Diagram Alir Kerangka Berpikir

2.10 Hipotesis

Variasi kadar air dapat mempengaruhi laju dekomposisi kompos sampah organik di kota Depok. Laju dekomposisi kompos yang dipengaruhi adalah *volatile solid*, kadar lignin, dan karbon serta parameter pengomposan aerobik dan nutrisi (suhu, pH, nitrogen dan C/N)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang metode penelitian untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat. Menurut Munir (2006), istilah metode berasal dari kata Latin, yaitu *methodus*, yang berasal dari kata *meta* (dengan) dan *hodos* (jalan). Sedangkan Kaplan (1964) dalam Munir (2006), mengatakan bahwa *methods* adalah :

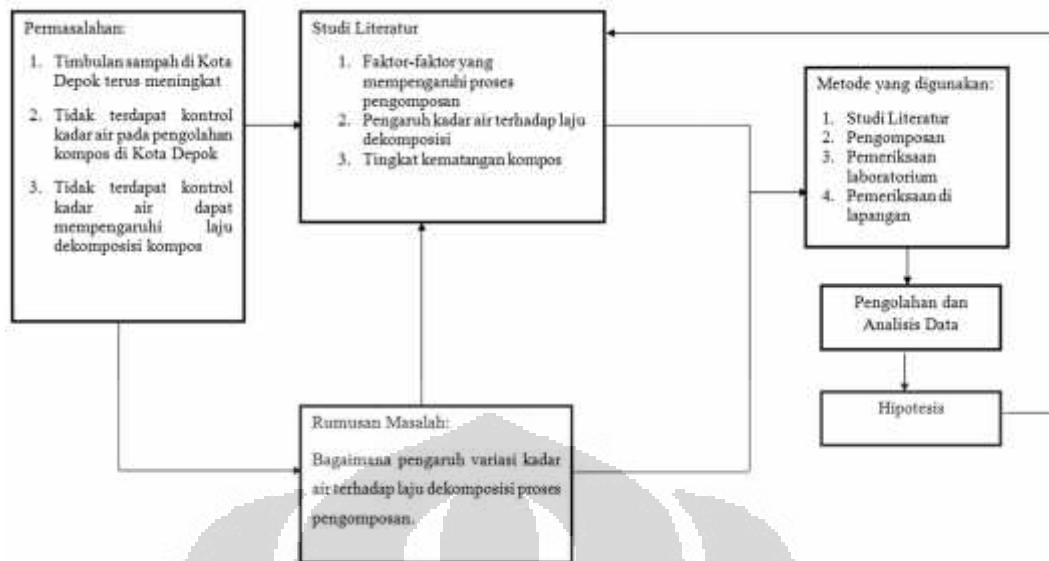
- a) Teknik-teknik yang cukup umum dapat berlaku untuk semua ilmu atau segolongan ilmu; atau
- b) Prinsip-prinsip logika atau filsafat yang cukup spesifik untuk berkaitan secara khusus dengan ilmu, yang dibedakan dengan segala upaya maupun minat yang lain dari manusia.

3.2 KERANGKA BERPIKIR DAN PERTANYAAN PENELITIAN

Kerangka pemikiran merupakan miniatur dari proses penelitian secara keseluruhan. Dimana kerangka pemikiran sangat diperlukan, karena dapat memberikan gambaran arah atau alur dan yang akan dilakukan dalam penelitian, sehingga memudahkan dalam memahami proses dan tujuan dari penelitian. Disamping itu dengan adanya kerangka berpikir maka akan timbul suatu pertanyaan yang akan dijawab melalui penelitian yang dilakukan. Adapun kerangka berpikir dan pertanyaan akan dijelaskan pada subbab berikut.

3.2.1 Kerangka Berpikir

Seluruh kegiatan penelitian, sejak dari perencanaan, pelaksanaan sampai dengan penyelesaiannya merupakan satu kesatuan kerangka pemikiran yang utuh, menuju kepada satu tujuan yang tunggal. Tujuan tersebut harus memberikan jawaban atas pertanyaan pertanyaan yang diajukan dalam perumusan masalah. Berdasarkan data pada kajian pustaka di bab 2, maka dapat dibuat suatu kerangka pemikiran dari penelitian ini.



Gambar 3.1. Diagram Alir Kerangka Penelitian

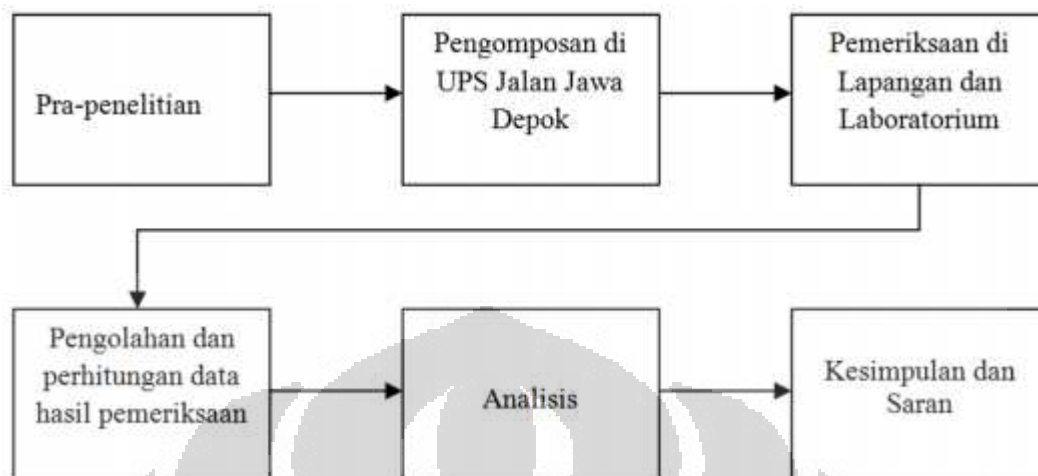
3.2.2 Pertanyaan Penelitian

1. Berapa persentase kadar air yang optimum untuk laju dekomposisi kompos (suhu, *volatile solid*, kadar lignin, pH, dan C/N)?
2. Berapa laju dekomposisi kompos selama 60 hari?
3. Bagaimana hubungan parameter yang diteliti dengan laju dekomposisi kompos?
4. Bagaimana ciri-ciri mulainya kematangan kompos?

3.3 PEMILIHAN STRATEGI PENELITIAN

Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang muncul dalam penelitian ini, maka dikembangkan suatu metode penelitian yang sesuai. Untuk mencapai tujuan penelitian ini, maka akan digunakan suatu penelitian yang menerapkan strategi ekeperimen dan studi kasus. Penelitian akan mengambil data langsung pada lapangan yaitu UPS Jalan Jawa Beji di Kota Depok dan memeriksa data yang sudah diambil dari lapangan. Penelitian laboratorium juga disebut uji klinis, penelitian di mana peneliti berupaya untuk mengontrol kondisi dan variabel untuk menentukan apakah sebuah intervensi klinis menghasilkan efek yang diinginkan

atau jika faktor-faktor lain bertanggung jawab untuk efek yang dikehendaki. Pada halaman terdapat diagram alir strategi penelitian.



Gambar 3.2. Diagram Alir Strategi Penelitian

3.4 PROSES PENELITIAN

3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel yang terdapat pada penelitian ini mengacu pada Mylavarapu et al., (2008), parameter utama bahan baku kompos yang dapat mempengaruhi proses pengomposan antara lain rasio C/N, pH, kadar air, dan suhu. Pada penelitian ini terdapat dua jenis variabel penelitian. Pertama adalah variabel independen sebagai obyek yang difokuskan. Dalam penelitian ini variabel independen adalah pengaruh kadar air terhadap parameter laju dekomposisi kompos (karbon, *volatile solids*, dan lignin) dan parameter proses pengomposan aerobik dan nutrisi (suhu, pH, nitrogen, dan C/N). Kedua adalah variabel dependen berupa perbedaan perlakuan. Perbedaan tersebut adalah presentase kadar air tumpukan kompos.

3.4.2 Instrument Penelitian

Secara umum yang dimaksud dengan instrumen adalah suatu alat yang karena memenuhi persyaratan akademis maka dapat dipergunakan sebagai alat untuk mengukur suatu objek ukur atau mengumpulkan data mengenai suatu variabel. Dalam bidang penelitian, instrumen diartikan sebagai alat untuk mengumpulkan data mengenai variabel-variabel penelitian untuk kebutuhan penelitian. Instrumen

penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji laboratorium. Instrumen yang digunakan antara lain:

- Spektrofotometer untuk pemeriksaan nitrogen dan karbon.
- pH meter untuk pemeriksaan pH.
- Termometer untuk pemeriksaan suhu
- Metode Gravimetri menggunakan timbangan untuk pengukuran berat basah, *volatile solids*, kadar lignin dan kadar air.
- Alat pendukung laboratorium lainnya seperti gelas ukur, timbangan, *furnace*, dan lain-lain.

3.4.3 Prosedur Penelitian

3.4.3.1 Pra-penelitian

Pra-penelitian bertujuan untuk mendapatkan data awal mengenai kondisi bahan baku kompos di UPS Jalan Jawa Depok. Data yang diambil adalah suhu, pH, kadar air, dan rasio C/N sampah organik. Hasil pengolahan data pra-penelitian digunakan sebagai bahan pertimbangan penelitian selanjutnya. Hasil dari pra-penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Hasil Pra-penelitian

| Parameter | Nilai |
|-----------|-------------------|
| Suhu | 38 ⁰ C |
| pH | 5,16 |
| Kadar air | 61,38% |
| C/N | 15,71 |

Sumber: Olahan Peneliti (2012)

3.4.3.2 Proses Pengomposan

Proses pengomposan yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengomposan aerob agar terjadi proses dekomposisi yang terus menerus Gadjos (1992) dan kondisi tersebut merupakan salah satu kondisi lingkungan yang tepat untuk proses dekomposisi yang cepat oleh mikroba (Crawford, 2003). Proses aerobik tersebut akan menghasilkan H₂O, CO₂, unsur hara, humus, dan energi. Pengomposan

Universitas Indonesia

dilakukan di Lokasi UPS Jalan Jawa yang merupakan salah satu UPS di Kota Depok. Alasan pemilihan lokasi di perkotaan adalah limbah padat perkotaan yang mempunyai kandungan organik yang tinggi (Budu et al., 2009). Sumber sampah organik berasal dari hasil pengolahan sampah di UPS tersebut. Penggunaan sampah organik perkotaan menyebabkan mudahnya proses biodegradasi (Benito et al., 2003). Dimana kandungan sampah organik tersebut sisa makanan yang mempunyai sifat biodegradasi yang tidak stabil (Himanen, 2010). Oleh karena itu dilakukan pencacahan sampah organik sebelum proses pengomposan dimulai dan dilakukan kontrol kadar air tumpukan.

Pada penelitian ini menggunakan metode kompos *open windrow*. Metode tersebut merupakan metode yang sederhana dan murah yang dapat diterapkan di UPS Jalan Jawa Depok. Pada proses pengomposan *open windrow* akan dilakukan pengadukan dengan sekop. Menurut Coberband (2002), hal yang harus diperhatikan dalam pengomposan *open windrow* adalah pengadukan secara berkala. Hal tersebut bertujuan agar koloni mikroorganisme dapat kontak langsung dengan oksigen, menjaga porositas dan pemerataan panas. Bentuk tumpukan kompos pada penelitian ini adalah trapesium. Tumpukan tersebut mempunyai volume 3 m^3 . Hal tersebut dilakukan melebihi volume minimal untuk proses pengomposan adalah 1 m^3 (Raabe, 2007). Berikut ini gambar tumpukan kompos.



Gambar 3.3 Tumpukan Kompos
(Sumber: Olahan Peneliti 2012)

Pada penelitian ini tinggi tumpukan tidak boleh lebih dari 2,3 meter, yaitu sebesar 0,8 m. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan porositas yang ideal untuk pengomposan cepat (Chica et al.,2003)

Penelitian ini memeriksa empat macam perlakuan proses pengomposan aerobik. Perlakuan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.2 Perlakuan Proses Pengomposan

| Tumpukan | Perlakuan |
|----------|---------------|
| 1 | Kadar air 40% |
| 2 | Kadar air 50% |
| 3 | Kadar air 60% |
| 4 | Kadar air 70% |

Pada penelitian ini, terdapat pengontrolan kadar air secara berkala pada setiap tumpukan. Hal tersebut dilakukan agar kadar air sesuai dengan perlakuan yang ditentukan.

Perbedaan perlakuan kadar air tersebut dipilih berdasarkan British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), apabila kadar air berkisar 40 hingga 60 persen uap air tersedia cukup, maka tidak menghalangi terjadinya aerasi. Sedangkan menurut Diaz et al., (2004), proses pengomposan yang efisien terjadi pada kadar air 45-50%. Penelitian ini memberikan perlakuan kondisi pengomposan pada kadar air rendah, optimal, dan berlebihan.

Berdasarkan penelitian Nelson et al., (2006), tumpukan kompos yang memiliki kadar air 60 % dan 70 % tidak dapat mencapai suhu 55⁰C. Sedangkan tumpukan kompos yang memiliki kadar air 40 % dan 50 % dapat melebihi suhu 55⁰C. Sedangkan menurut penelitian Singh et al., (2004), kadar *volatile solid* pada suhu 550⁰C untuk setiap kadar air berbanding lurus dengan kadar air. Pada halaman berikut terdapat tabel hasil penelitian Singh et al., (2004).

Tabel 3.3 Variasi *Volatile Solid* Pada Perbedaan Kadar Air

Universitas Indonesia

Selama Pengomposan

| Hari | Kadar Air (%) | | | |
|------|---------------|------|------|------|
| | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 0 | 86,8 | 86,8 | 86,8 | 86,8 |
| 3 | 86,2 | 86,2 | 86,1 | 86 |
| 6 | 85,3 | 85,3 | 85,1 | 84,9 |
| 9 | 83,8 | 83,2 | 82,4 | 82,3 |
| 12 | 81,5 | 81,3 | 80,6 | 80,2 |
| 15 | 80,2 | 79,7 | 77,9 | 77,3 |
| 18 | 78,7 | 77,6 | 75,1 | 73,8 |
| 21 | 76,8 | 75,4 | 72,2 | 70,2 |
| 24 | 75 | 71,2 | 69,4 | 66,5 |
| 27 | 73,2 | 72,7 | 66,2 | 63,3 |
| 30 | 71,8 | 70,3 | 65,1 | 59,8 |
| 35 | 69,9 | 68,1 | 61,6 | 55,9 |
| 40 | 66,9 | 65,1 | 56,4 | 50,4 |
| 45 | 62,9 | 60,8 | 51,3 | 48,8 |

Sumber: Singh et al., (2004)

Proses pengomposan yang diperiksa berlangsung selama 2 bulan atau 60 hari. Waktu pengomposan tersebut mengacu pada Sulistyawati et al., (2007), kematangan kompos mulai terlihat pada hari ke-30. Hal tersebut dilihat dari perubahan suhu, pH, kadar air dan penampakan secara fisik. Suhu tumpukan pada awalnya cukup berfluktuatif namun terlihat mulai stabil hari ke 26 hingga hari ke 30 pada suhu 28-30°C. pH pada seluruh perlakuan juga telah menunjukkan nilai netral pada hari ke 30. Hal ini mengindikasikan bahwa kompos sudah matang. Sedangkan menurut Budiharjo (2006), kematangan kompos setelah mengalami proses pengomposan \pm 4 minggu yang ditandai dengan suhu rata-rata tumpukan yang semakin menurun dan stabil, mendekati suhu kamar (27–30⁰ C). Selain itu, pada pengomposan dilakukan pengadukan berkala, yaitu seminggu 3 kali. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari kondisi anaerobik (Suehara et al.,1999).

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat disusun prosedur pengomposan seperti berikut.

- Sampah organik segar sebesar 3m^3 setiap tumpukan disiapkan dan dilakukan pencacahan.
- Bahan organik kering yang berasal dari serbuk kayu disiapkan.
- Untuk tumpukan ke-1 dan ke-2 diberikan tambahan serbuk kayu agar mencapai kadar air yang ditentukan. Untuk tumpukan ke-1 (kadar air 40%) diberikan serbuk kayu 1 m^3 . Sedangkan untuk tumpukan ke-2 (kadar air 50%) diberikan serbuk kayu $0,7\text{ m}^3$.
- Campuran sampah organik dipisahkan menjadi 4 tumpukan berdasarkan perbedaan perlakuan kadar air. Masing-masing tumpukan memiliki volume 3 m^3 .
- Setiap tumpukan dilakukan pengkondisian kadar air berdasarkan perbedaan perlakuan. Apabila kondisi campuran sampah sangat basah, maka akan dikeringkan terlebih dahulu dengan serbuk kayu. Sedangkan apabila kondisi tersebut terlalu kering, maka akan ditambahkan air.
- Tumpukan kompos diaduk tiga kali seminggu agar menjaga kadar air dan meningkatkan kontak dengan oksigen.
- Kandungan air setiap kompos dijaga agar selalu sesuai dengan perbedaan presentasi kadar air yang sudah ditetapkan. Pengecekan kadar air dilakukan pengambilan sampel satu minggu 3 kali dengan metode pemeriksaan gravimetri di laboratorium dengan panduan Tchobanoglous (2002).

3.4.4 Pengukuran Data

Proses pengukuran adalah pusat penelitian kuantitatif karena menyediakan hubungan fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan kuantitatif. Peranan pengukuran dalam penelitian kuantitatif juga sering dianggap sebagai sarana pengamatan yang disajikan secara numerik untuk menyelidiki hubungan kausal atau asosiasi. Dalam penelitian eksperimental,

Universitas Indonesia

pengukuran dilakukan dengan pengujian/percobaan di laboratorium dengan perlakuan-perlakuan tertentu dari variabel bebas. Setiap pengukuran dilakukan secara duplo. Berikut ini pengukuran data pada penelitian ini.

Tabel 3.4 Pengukuran Data

| No | Parameter | Periode Pengukuran (Hari) | Metode | Acuan |
|----|----------------|---|--------------------|-------------------------------|
| 1 | Karbon | 1,30, dan 60 | Spektrofotometri | SNI 06-6989.28-2005 |
| 2 | Nitrogen | 1,30, dan 60 | Spektrofotometri | Standard Method, (1980) |
| 3 | Volatile solid | 1,4,8,11,15,18,22,25,29,31,36,43,46,50,53,57,60 | Gravimetri | Standard Method, (1980) |
| 4 | Lignin | 1,30, dan 60 | Gravimetri | SNI 0492:2008 : Metode Klason |
| 5 | Suhu | Satu Minggu 3 Kali | Termometer Digital | Tchobanoglous et al., (2002) |
| 6 | pH | 1,4,8,11,15,18,22,25,29,31,36,43,46,50,53,57,60 | pH-meter digital | Standard Method, (1980) |

Parameter pengukuran data tersebut dilakukan karena menurut Tuomela et al., (1999) dan Tchobanoglous et al., (2002), kandungan karbon dan nitrogen (C/N), suhu, dan pH merupakan faktor penting dalam proses pengomposan. Dimana kandungan tersebut dapat menunjukkan laju dekomposisi kompos. Sedangkan menurut Epstein (1997), *volatile solids* menunjukkan kandungan organik yang terdekomposisi selama proses pengomposan. Selanjutnya, menurut Haug (1993), proses dekomposisi material organik pada proses pengomposan memiliki hubungan dengan kandungan lignin. Karena mikroorganisme menguraikan lignin tersebut. Sedangkan salah satu metode pengujian kandungan lignin adalah metode *Klason*. Menurut Dence (1992), metode Klason merupakan metode yang paling banyak digunakan karena cepat, mudah, dan cukup mewakili kandungan lignin yang sebenarnya.

3.4.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.4.5.1 Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang bersifat kuantitatif yang didapat dari pemeriksaan laboratorium dan lapangan. Selain itu penelitian ini juga mendapatkan data sekunder kualitas kompos penelitian terdahulu sebagai pembanding dan data lain yang terkait.

Parameter yang diukur dalam menentukan kualitas kompos mengacu pada SNI: 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik dan sesuai dengan Bab 2. Studi Pustaka.

3.4.5.2 Pengolahan Data

Setelah semua data-data penelitian di dapatkan maka dilakukan proses pengolahan data. Pengolahan data dilakukan untuk mentransformasi data -data penelitian menjadi bentuk yang mudah untuk diamati dan dianalisis. Pengolahan data dilakukan dengan perhitungan dan menampilkan dalam bentuk tabel atau grafik. Pada penelitian ini akan menghubungkan setiap parameter yang diperiksa. Hal tersebut dilakukan untuk mencari tahu apakah parameter tersebut mempunyai pengaruh terhadap laju dekomposisi kompos.

Hubungan tersebut dilakukan dengan membuat persamaan garis untuk melihat korelasi antara dua variabel yang ditunjukkan oleh koefisien determinasi (r^2). Menurut Brown (2003), koefisien determinasi menyatakan proporsi keragaman total nilai-nilai peubah terhadap nilai peubah lain. Koefisien tersebut mempunyai nilai antara 0 dan 1. Hubungan dua variabel dianggap signifikan apabila mempunyai $r^2 = 0,8$. Hal tersebut menyatakan bahwa kedua variabel tersebut saling mempengaruhi sebanyak 80% dan dipengaruhi oleh faktor lain sebanyak 20%.

Selain pengolahan data grafik, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian perbandingan rata-rata. Uji perbandingan rata-rata digunakan untuk

membandingkan rata-rata antara dua atau lebih kelompok sampel data. Uji Perbandingan rata-rata (*compare mean*) digunakan untuk menguji persamaan atau perbedaan dari dua atau lebih variabel yang mana harus ditafsirkan secara substansial (Park, 2003). Uji tersebut sebenarnya merupakan analisis deskriptif yang terdiri dari rata-rata dan standar deviasi dari tiap kelompok data (Yamin, 2009). Pada umumnya uji ini mempunyai hipotesis awal tidak terdapat perbedaan signifikan dari kelompok data. Akan tetapi hal tersebut tergantung dari tingkat kepercayaan. Pada penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan sebesar 95%.

Selanjutnya laju dekomposisi ditentukan setelah pengamatan selama 60 hari pada berat *volatile solids*. Laju dekomposisi tersebut menurut Mason (2005), dinyatakan dalam persamaan eksponensial orde pertama yaitu;

$$C = C_0 e^{-kt} \quad (3.1)$$

C_0 = massa substrat awal

C = massa substrat akhir

k = koefisien laju dekomposisi (1/hari)

t = waktu (hari)

3.5 ANALISIS DATA

Data yang diperoleh akan dianalisa dengan merujuk kepada studi pustaka yang didapat pada bab 2 dan penelitian terdahulu. Untuk kualitas kompos yang dihasilkan merujuk kepada adalah Standar Nasional Indonesia (SNI): 19-7030-2004 yang berisi spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Sedangkan hasil pengolahan data akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel dengan menggunakan software *spreadsheet*.

BAB 4

PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan pelaksanaan penelitian yang terdiri dari pemeriksaan laboratorium, pengolahan data penelitian, dan analisis data. Tahapan-tahapan tersebut dimulai dari penjelasan tentang bagaimana cara mendapatkan data dan dari mana data tersebut didapat serta penjabaran mengenai analisis data penelitian.

4.2 Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan laboratorium dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa kegiatan pemeriksaan. Pemeriksaan tersebut akan dijelaskan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Metode dan Waktu Pemeriksaan Kualitas Kompos

| No | Parameter | Periode Pengukuran (Hari) | Metode | Acuan |
|----|----------------|---|--------------------|-------------------------------|
| 1 | Kadar air | Satu Minggu 2 Kali (18 kali pengukuran) | Gravimetri | Standard Method, (1980) |
| 2 | Karbon | 1,30, dan 60 | Titrimetri | SNI 06-6989.28-2005 |
| 3 | Nitrogen | 1,30, dan 60 | Spektrofotometri | Standard Method, (1980) |
| 4 | Volatile solid | 1,4,8,11,15,18,22,25,29,31,36 43,46,50,53,57,60 | Gravimetri | Standard Method, (1980) |
| 5 | Lignin | 1,30, dan 60 | Gravimetri | SNI 0492:2008 : Metode klason |
| 6 | Suhu | 46 kali pengukuran | Termometer Digital | Tchobanoglous et al., (2002) |
| 7 | pH | 1,4,8,11,15,18,22,25,29,31,36 ,43,46,50,53,57,60 | pH-meter digital | Standard Method, (1980) |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Terdapat beberapa perbedaan cara kerja untuk masing-masing pemeriksaan. Pemeriksaan kadar air dilakukan dengan metode gravimetri sesuai dengan Standard Method, (1980) . Dimana sampel tersebut dipanggang pada suhu 105⁰C

sebelum ditimbang. Untuk pemeriksaan kadar karbon digunakan metode titrimetri sesuai dengan SNI 06-6989.28-2005. Untuk pemeriksaan kadar nitrogen digunakan metode gravimetri sesuai dengan Standard Method, (1980). Untuk hasil C:N dengan membandingkan hasil perhitungan kadar karbon organik dengan nitrogen total. Untuk pemeriksaan *volatile solid* digunakan metode gravimetri sesuai dengan Standard Method, (1980). Dimana sampel tersebut dipanggang pada suhu 550⁰C sebelum ditimbang. Untuk pemeriksaan kadar lignin digunakan metode gravimetri sesuai dengan SNI 0492:2008. Untuk pemeriksaan suhu tumpukan kompos digunakan termometer. Sedangkan untuk pemeriksaan pH digunakan pH meter sesuai dengan Standard Method, (1980).

4.3 Pengolahan Data Dan Hasil Pengolahan Data

Data yang diolah dalam penelitian ini adalah kadar air, kadar karbon, kadar nitrogen, *volatile solid*, kadar lignin, dan pH. Hasil pengolahan data disajikan dalam gambar dan tabel pada sub-bab dibawah ini.

4.3.1 Kadar Air

Pemeriksaan kadar air menggunakan metode gravimetri berdasarkan Standard Method, (1980). Pemeriksaan tersebut dilakukan secara duplo dengan berat sampel sebanyak ± 10 gram yang dipanaskan pada suhu 105⁰C. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung kadar air.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir})}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Keterangan:

Berat Awal = Berat awal sampel sebanyak ± 10 gram

Berat Akhir = Berat akhir setelah dipanggang pada suhu 105⁰C.

Berikut ini adalah contoh perhitungan pada kadar air rencana 40% pada hari ke-1.

Rerata berat awal = 11,366 gram

Rerata berat akhir = 4,706 gram

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(11,366 \text{ gram} - 4,706 \text{ gram})}{(11,366 \text{ gram})} \times 100\%$$

Kadar Air (%) = 41,44%

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas, maka akan didapat data kadar air untuk seluruh sampel pada penelitian. Berikut ini terdapat tabel hasil perhitungan kadar air.

Tabel 4.2 Kadar Air Kompos Selama Proses Pengomposan

| Hari | Tumpukan 1 (Kadar Air 40%) | Tumpukan 2 (Kadar Air 60%) | Tumpukan 3 (Kadar Air 60%) | Tumpukan 4 (Kadar Air 70%) |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 41,44 | 48,95 | 61,38 | 71,54 |
| 4 | 40,41 | 51,68 | 60,78 | 68,73 |
| 8 | 39,58 | 50,38 | 64,55 | 73,55 |
| 11 | 40,53 | 51,55 | 62,45 | 70,65 |
| 15 | 40,36 | 49,48 | 61,64 | 70,32 |
| 18 | 38,81 | 49,58 | 59,38 | 70,44 |
| 22 | 40,15 | 50,38 | 58,56 | 71,86 |
| 25 | 40,41 | 51,44 | 60,83 | 68,92 |
| 29 | 42,36 | 48,55 | 63,47 | 73,55 |
| 31 | 41,65 | 51,44 | 61,44 | 70,75 |
| 36 | 42,31 | 50,36 | 59,86 | 69,53 |
| 39 | 39,44 | 49,88 | 59,85 | 70,43 |
| 43 | 38,85 | 50,55 | 60,61 | 70,12 |
| 46 | 40,65 | 50,49 | 60,55 | 69,54 |
| 50 | 40,12 | 51,12 | 60,15 | 70,53 |
| 53 | 40,55 | 50,34 | 60,35 | 70,94 |
| 57 | 40,11 | 50,98 | 61,53 | 72,64 |
| 60 | 41,73 | 52,13 | 60,18 | 70,54 |
| Rerata | 40,53 | 50,52 | 60,98 | 70,81 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada tabel diatas terdapat data kadar air lapangan untuk setiap perlakuan tumpukan kompos. Terdapat perbedaan kadar air rencana dengan kadar air lapangan. Akan tetapi rerata kadar air lapangan mendekati kadar air rencana.

4.3.2 Kadar Karbon Organik (C)

Pengukuran kadar karbon organik (C) menggunakan metode titrimetri. Berdasarkan SNI: 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik, kadar karbon dalam satuan persen (%). Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan konsentrasi karbon dalam satuan persen (%). Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung kadar karbon.

$$C (\%) = \frac{(V_a - V_b) \times N_{KMnO_4} \times f \times bst_{Cx} \times 100\%}{berat_{sampel}} \quad (4.2)$$

Keterangan:

- V_a = Volume titrasi $KMnO_4$ yang dibutuhkan oleh sampel (ml)
 V_b = Volume titrasi $KMnO_4$ yang dibutuhkan oleh aquades (ml)
 N_{KmnO_4} = 0,1 N
 f = faktor pengenceran
 bst_{Karbon} = Berat Standar karbon (3)
 $berat_{sampel}$ = berat sampel dalam satuan mg

Hasil pengujian kadar karbon organik terdiri atas kompos hasil penelitian pada hari ke-1, hari ke-30, dan hari ke-60 secara duplo.

Berikut ini adalah contoh perhitungan yang dilakukan pada tumpukan 1 (kadar air 40%) pada hari ke-1.

- V_a rerata = 17,5 ml
 V_b = 0,8 ml
 N_{KmnO_4} = 0,1 N
 f = 32
 bst_{Karbon} = 3
 $berat_{sampel}$ = 1007 mg

$$C (\%) = \frac{(17,5 - 0,8) \times 0,1 \times 32 \times 3 \times 100}{1007}$$

$$C = 17,4 \%$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas, maka akan didapat data kadar karbon organik untuk seluruh sampel pada penelitian. Berikut ini terdapat tabel hasil perhitungan kadar karbon organik.

Tabel 4.3 Data Pemeriksaan Kadar Karbon Organik (%)

| Nama | Hari | | |
|-------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 30 | 60 |
| Tumpukkan 1 | 17,4 | 13,73 | 13,56 |
| Tumpukkan 2 | 16,63 | 13,34 | 13,31 |
| Tumpukkan 3 | 15,47 | 11,27 | 10,52 |
| Tumpukkan 4 | 15,98 | 10,5 | 10,15 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

4.3.3 Kadar Nitrogen Total (N)

Pemeriksaan kadar nitrogen total (N) menggunakan alat spektrofotometer DR 2000. Alat DR 2000 menghasilkan data kadar nitrogendalam satuan mg/l, akan tetapi berdasarkan SNI: 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik, kadar nitrogen dalam satuan persen (%).

Tabel 4.4 Data Pemeriksaan Kadar Nitrogen Total (%)

| Nama | Hari | | |
|-------------|------|------|------|
| | 1 | 30 | 60 |
| Tumpukkan 1 | 1 | 0,74 | 0,71 |
| Tumpukkan 2 | 0,98 | 0,76 | 0,74 |
| Tumpukkan 3 | 1,03 | 0,88 | 0,85 |
| Tumpukkan 4 | 0,98 | 0,92 | 0,9 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

4.3.4 Perbandingan Karbon-nitrogen (C:N)

Data perbandingan karbon-nitrogen (C:N) didapat dari hasil pembagian kadar karbon (C) dengan nitrogen (N). Seperti data karbon dan nitrogen, data C:N pada penelitian ini terdiri hasil penelitian hari ke-1. Hari ke-30, dan hari ke-60. Berikut ini terdapat tabel hasil perhitungan C:N penelitian.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan C/N

| Nama | Hari | | |
|-------------|------|------|------|
| | 1 | 30 | 60 |
| Tumpukkan 1 | 17,4 | 18,6 | 19,1 |
| Tumpukkan 2 | 17,0 | 17,6 | 18,0 |
| Tumpukkan 3 | 15,0 | 12,8 | 12,4 |
| Tumpukkan 4 | 16,3 | 11,4 | 11,3 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

4.3.5 Kadar *Volatile Solid*

Untuk pemeriksaan *volatile solid* digunakan metode gravimetri sesuai dengan Standard Method, (1980) secara duplo. Dimana sampel tersebut dipanggang pada suhu 550⁰C sebelum ditimbang. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung *volatile solid*.

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (4.3)$$

Keterangan:

A = berat kering sampel yang sudah dipanggang pada suhu 550⁰C

B = berat awal sampel ± 10 g

$$\text{Kadar Volatile Solid (\%)} = 100\% - \text{kadar abu} \quad (4.4)$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan yang dilakukan pada tumpukan 1 (kadar air 40%) pada hari ke-1.

$$A = 2,2831 \text{ g}$$

$$B = 11,2357 \text{ g}$$

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{2,2831}{11,2357} \times 100\% = 20,32 \%$$

$$\text{Kadar Volatile Solid (\%)} = 100\% - 20,32\% = 79,68 \%$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas, maka akan didapat data kadar abu dan *volatile solid* untuk seluruh sampel pada penelitian. Pada halaman berikut terdapat tabel hasil perhitungan kadar abu dan *volatile solid*.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan *Volatile Solids* (%)

| Hari | Tumpukkan 1 (Kadar Air 40 %) | Tumpukkan 2 (Kadar Air 50 %) | Tumpukkan 3 (Kadar Air 60 %) | Tumpukkan 4 (Kadar Air 70 %) |
|------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 79,68 | 79,81 | 80,66 | 80,78 |
| 4 | 72,33 | 73,11 | 75,63 | 76,79 |
| 8 | 71,67 | 72,35 | 72,54 | 73,83 |
| 11 | 71,59 | 71,47 | 70,77 | 71,54 |
| 15 | 70,89 | 70,66 | 68,54 | 70,76 |
| 18 | 68,34 | 69,28 | 66,13 | 68,63 |
| 22 | 67,87 | 68,12 | 64,59 | 65,33 |
| 25 | 67,13 | 68,14 | 63,37 | 64,75 |
| 29 | 67,14 | 67,26 | 62,41 | 64,11 |
| 31 | 66,23 | 67,81 | 61,13 | 64,12 |
| 36 | 66,86 | 67,53 | 61,43 | 63,76 |
| 39 | 65,53 | 65,48 | 60,78 | 62,33 |
| 43 | 65,13 | 65,17 | 60,75 | 62,57 |
| 46 | 64,81 | 65,31 | 59,83 | 61,71 |
| 50 | 64,84 | 63,13 | 59,36 | 60,58 |
| 53 | 64,75 | 63,57 | 58,35 | 57,48 |
| 57 | 64,48 | 63,47 | 58,31 | 57,48 |
| 60 | 64,15 | 63,38 | 58,46 | 57,43 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

4.3.6 Kadar Lignin

Pemeriksaan kadar lignin menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 0492:2008: Cara Uji Kadar Lignin-Metode Klason. Pemeriksaan tersebut dilakukan secara simplo dengan berat sampel kering sebanyak ± 2 gram yang diendapkan dalam larutan asam sulfat, alkohol, dan benzena. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung kadar lignin.

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (4.5)$$

Keterangan:

A = berat endapan lignin dalam larutan asam

B = berat kering lignin yang sudah dioven pada suhu 105⁰C

Berikut ini adalah contoh perhitungan yang dilakukan pada tumpukan 1 (kadar air 40%) pada hari ke-1.

A = 325,62 mg

B = 1005 mg

Lignin (%) = $\frac{325,62}{1005} \times 100\% = 32,4 \%$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas, maka akan didapat data kadar lignin untuk seluruh sampel pada penelitian. Berikut ini terdapat tabel hasil perhitungan kadar karbon organik.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Kadar Lignin

| Nama | Hari | | |
|-------------|------|------|------|
| | 1 | 30 | 60 |
| Tumpukkan 1 | 32,4 | 31,8 | 30,7 |
| Tumpukkan 2 | 31,1 | 30,9 | 30,5 |
| Tumpukkan 3 | 29,9 | 29,6 | 29,2 |
| Tumpukkan 4 | 29,5 | 29,4 | 29,1 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

4.3.7 Suhu

Data Suhu dalam penelitian kompos ini ditampilkan dalam satuan derajat celsius (⁰C). Pengukuran kompos dilakukan dengan memasukkan termometer sedalam setengah bagian tinggi kompos. Data suhu kompos untuk setiap perlakuan dan berdasarkan hari terdapat pada lampiran. Sedangkan hasil pemeriksaan suhu pengomposan dapat dilihat pada tabel 4.8 di halaman berikut.

Tabel 4.8 Suhu Selama Proses Pengomposan

| No | Hari | Tumpukan 1 | Tumpukan 2 | Tumpukan 3 | Tumpukan 4 |
|----|------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | 40 | 41 | 38 | 38 |
| 2 | 2 | 48 | 45 | 38 | 35 |
| 3 | 3 | 47 | 46 | 37 | 39 |
| 4 | 4 | 52 | 48 | 39 | 41 |
| 5 | 5 | 56 | 51 | 42 | 42 |
| 6 | 8 | 58 | 55 | 44 | 42 |
| 7 | 9 | 55 | 59 | 47 | 41 |
| 8 | 10 | 59 | 58 | 46 | 44 |
| 9 | 11 | 56 | 63 | 42 | 44 |
| 10 | 12 | 71 | 70 | 48 | 45 |
| 11 | 13 | 73 | 69 | 49 | 46 |
| 12 | 15 | 75 | 71 | 51 | 46 |
| 13 | 16 | 79 | 77 | 46 | 47 |
| 14 | 17 | 83 | 83 | 49 | 44 |
| 15 | 18 | 85 | 84 | 51 | 49 |
| 16 | 19 | 83 | 75 | 51 | 46 |
| 17 | 20 | 78 | 76 | 50 | 50 |
| 18 | 22 | 80 | 77 | 52 | 51 |
| 19 | 23 | 76 | 77 | 51 | 49 |
| 20 | 25 | 75 | 74 | 48 | 51 |
| 21 | 26 | 70 | 70 | 47 | 49 |
| 22 | 27 | 65 | 66 | 47 | 47 |
| 23 | 29 | 61 | 61 | 44 | 46 |
| 24 | 30 | 56 | 58 | 43 | 47 |
| 25 | 31 | 55 | 58 | 44 | 46 |
| 26 | 32 | 54 | 53 | 38 | 45 |
| 27 | 33 | 55 | 54 | 39 | 41 |
| 28 | 36 | 56 | 57 | 45 | 41 |
| 29 | 37 | 40 | 47 | 39 | 39 |
| 30 | 39 | 39 | 44 | 38 | 37 |
| 31 | 40 | 34 | 41 | 35 | 34 |
| 32 | 41 | 36 | 35 | 36 | 35 |
| 33 | 43 | 34 | 36 | 36 | 35 |
| 34 | 44 | 32 | 35 | 31 | 31 |
| 35 | 46 | 34 | 35 | 32 | 33 |
| 36 | 47 | 32 | 30 | 30 | 31 |
| 37 | 48 | 31 | 31 | 31 | 32 |
| 38 | 50 | 31 | 32 | 31 | 30 |
| 39 | 51 | 29 | 31 | 30 | 29 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Tabel 4.8 Suhu Selama Proses Pengomposan(Lanjutan)

| No | Hari | Tumpukan 1 | Tumpukan 2 | Tumpukan 3 | Tumpukan 4 |
|----|------|------------|------------|------------|------------|
| 40 | 52 | 29 | 30 | 31 | 30 |
| 41 | 53 | 30 | 31 | 31 | 30 |
| 42 | 54 | 27 | 27 | 28 | 29 |
| 43 | 55 | 27 | 27 | 29 | 28 |
| 44 | 57 | 28 | 28 | 29 | 30 |
| 45 | 58 | 28 | 28 | 29 | 29 |
| 46 | 60 | 28 | 29 | 30 | 29 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

4.3.8 pH Kompos

Hasil pemeriksaan pH dilakukan dengan pH meter. Pemeriksaan dilakukan pada kompos hasil penelitian pada hari ke-1, hari ke-30, dan hari ke-60. Berikut ini terdapat grafik yang berisi data pH pada proses pengomposan penelitian.

Tabel 4.9 pH Selama Proses Pengomposan

| Hari | Tumpukkan 1 (Kadar Air 40 %) | Tumpukkan 2 (Kadar Air 50 %) | Tumpukkan 3 (Kadar Air 60 %) | Tumpukkan 4 (Kadar Air 70 %) |
|------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 5,13 | 5,11 | 5,56 | 5,55 |
| 4 | 5,76 | 5,71 | 6,74 | 6,51 |
| 8 | 5,55 | 5,93 | 6,71 | 6,78 |
| 11 | 5,98 | 5,81 | 6,66 | 6,71 |
| 15 | 5,23 | 5,21 | 5,42 | 5,43 |
| 18 | 5,21 | 5,25 | 5,42 | 5,45 |
| 22 | 6,52 | 6,65 | 6,82 | 7,13 |
| 25 | 6,75 | 6,84 | 7,01 | 7,25 |
| 29 | 7,11 | 7,15 | 8,11 | 7,91 |
| 31 | 7,11 | 7,16 | 7,65 | 8,51 |
| 36 | 7,15 | 7,16 | 7,31 | 7,36 |
| 39 | 7,07 | 7,11 | 7,13 | 7,13 |
| 43 | 7,11 | 7,11 | 7,14 | 7,15 |
| 46 | 7,13 | 7,12 | 7,14 | 7,21 |
| 50 | 7,09 | 7,11 | 7,13 | 7,22 |
| 53 | 7,11 | 7,11 | 7,14 | 7,21 |
| 57 | 7,1 | 7,11 | 7,14 | 7,19 |
| 60 | 7,15 | 7,17 | 7,13 | 7,2 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

4.4 Analisis Data

Data yang dianalisis pada penelitian ini adalah kadar air dan parameter yang diduga dipengaruhi kadar air seperti suhu kompos, pH, penampakan fisik dan bau, laju dekomposisi volatile solid, laju dekomposisi lignin, karbon, nitrogen, perbandingan C/N, serta hubungan lignin dengan *volatile solid*.

4.4.1 Uji Perbandingan Rata-rata Kadar Air Lapangan

Uji Perbandingan rata-rata (*compare mean*) digunakan untuk menguji persamaan atau perbedaan dari dua atau lebih variabel yang mana harus ditafsirkan secara substansial (Park, 2003). Uji tersebut dapat membuktikan apakah perlakuan setiap kadar air pada keempat tumpukan mempunyai perbedaan signifikan. Berikut ini terdapat tabel 4.10 yang menampilkan hasil uji *compare mean* kadar air lapangan.

Tabel 4.10 Hasil Uji *Compare Mean* Kadar Air Lapangan

| Rencana Kadar Air Rencana | Rata-Rata Kadar Air Lapangan | <i>P-value</i> |
|------------------------------|---------------------------------|----------------|
| 40% | 40,43 | 0,000 |
| 50% | 50,63 | |
| 60% | 60,87 | |
| 70% | 70,87 | |
| total | 55,70 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Dari tabel 4.10 dapat dilihat nilai rata-rata kadar air lapangan selama 19 kali pengukuran dalam kurun waktu 60 hari. Dari empat perlakuan yang dilakukan, yaitu merencanakan kadar air 40% - 70% ternyata telah berhasil. Hal tersebut dilihat dari nilai rata-rata kadar air yang mendekati rencana yang ditetapkan di awal. Untuk membuktikan apakah keempat perlakuan kadar air tersebut terdapat perbedaan, maka dilakukan pengukuran melalui uji beda rata-rata dengan tingkat kepercayaan 95%.

Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* kadar air lapangan.

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata kadar air lapangan

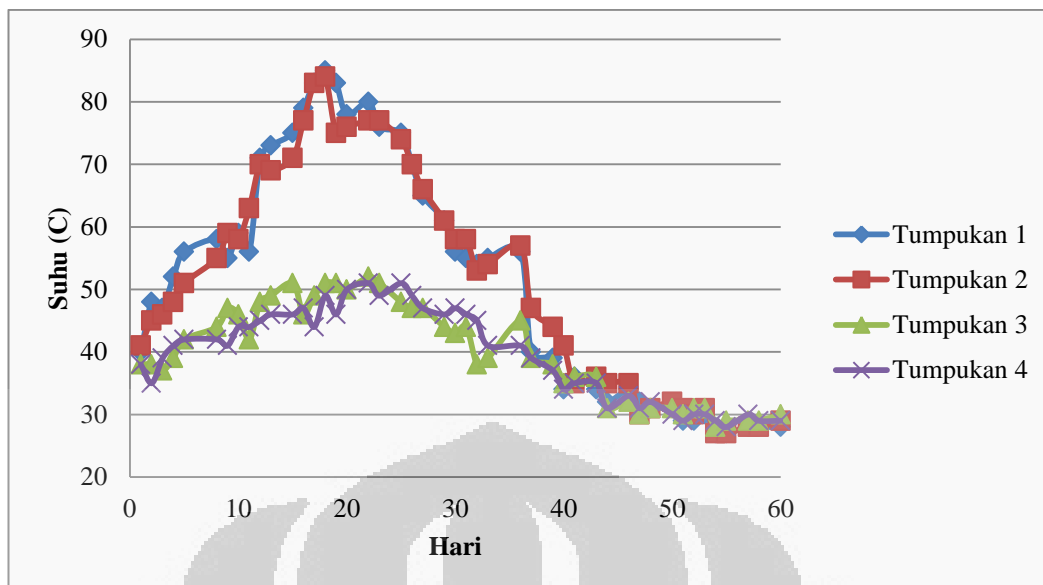
Kriteria : $P\text{-Value} < 0,05$ maka H_0 ditolak ($0,05$ adalah α dari tingkat kepercayaan 95%)

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.10 mempunyai *p-value* sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$) maka H_0 ditolak. Dengan demikian, pada tingkat kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa terdapat perbedaan rata-rata kadar air yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel. Sehingga setiap perbedaan kadar air memungkinkan menghasilkan pengaruh yang berbeda pula. Hal tersebut sudah diteliti oleh Singh et al., (2004), dimana terdapat perbedaan kadar air pada dekomposisi *volatile solid*. Sedangkan pengaruh kadar air terhadap parameter lain, akan dibahas pada bagian lain di bab 4.

4.4. 2 Suhu Kompos

Suhu merupakan salah satu faktor kunci yang menunjukkan pengomposan berjalan dengan cepat (Som et al., 2009). Pengamatan suhu pada penelitian ini untuk melihat apakah terdapat perbedaan kecepatan pengomposan terhadap perbedaan kadar air.

Pengamatan suhu tumpukan kompos dilakukan selama 60 hari dengan 46 kali pengukuran yang dapat dilihat pada tabel 4.8. Berdasarkan suhu tersebut dapat menggambarkan tahapan pengomposan dan kematangan kompos yang berdasarkan aktivitas mikroorganisme (Tchobanoglous et al., 2002). Pada halaman berikut terdapat gambar grafik suhu tumpukan kompos selama penelitian.



Gambar 4.1 Grafik Suhu Tumpukan Kompos

(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Dari gambar 4.1 dapat dilihat perbedaan suhu setiap perlakuan. Dari empat perlakuan yang direncanakan menghasilkan rata-rata suhu yang berbeda pada setiap perlakuan. Untuk membuktikan apakah keempat perlakuan perbedaan kadar air ini menghasilkan suhu yang memang berbeda, maka dilakukan pengukuran melalui uji beda rata-rata, dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut ini terdapat tabel yang menampilkan hasil uji *compare mean* suhu setiap tumpukan.

Tabel 4.11 Hasil Uji *Compare Mean* Suhu Setiap Tumpukan

| Rencana Kadar Air | Rata-Rata | <i>p-value</i> |
|-------------------|-----------|----------------|
| 40% | 51,52 | 0,000 |
| 50% | 51,59 | |
| 60% | 40,04 | |
| 70% | 39,59 | |
| total | 45,68 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* suhu setiap tumpukan.

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata suhu setiap tumpukan.

Kriteria : $P\text{-Value} < 0,05$ maka H_0 ditolak ($0,05$ adalah α dari tingkat kepercayaan 95%).

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.11 mempunyai $p\text{-value}$ sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$) maka H_0 ditolak. Dengan demikian, pada tingkat kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa terdapat perbedaan rata-rata suhu yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel. Hal tersebut mempunyai persamaan dengan laporan penelitian Nelson et al., (2006), dimana terdapat perbedaan suhu setiap tumpukan kompos untuk kadar air 40%, 50%, 60%, dan 70%.

Menurut British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), apabila kelembaban berkisar 40 hingga 60 persen uap air tersedia cukup, maka tidak menghalangi terjadinya aerasi. Jika kadar air turun di bawah 40 persen, aktivitas bakteri akan melambat. Bila kadar air melebihi 60 persen, maka nutrisi akan habis, volume udara berkurang, bau akan dihasilkan (karena kondisi anaerobik), dan dekomposisi diperlambat.

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa suhu kompos berkisar diantara 28-85⁰C. Padahal menurut laporan dari British Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), suhu tumpukan kompos antara 32-60⁰C menunjukkan pengomposan cepat. Suhu pada tumpukan 1 dan 2 melebihi 60⁰C bahkan mencapai 85⁰C. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya perkembangan mikroorganisme sehingga meningkatkan suhu pada tumpukan (Tchobanoglous et al., 2002). Akan tetapi tingginya suhu tumpukan 1 dan 2 dapat menyebabkan kondisi yang tidak optimal untuk mikroba dan fungi. Dimana mikroba dan fungi dapat berkembang optimal pada suhu 40⁰C s.d 50⁰C (Beffa, 2002).

Selanjutnya terdapat pembahasan mengenai tahapan pengomposan. Pada halaman berikut ini adalah tabel tahapan pengomposan penelitian.

4.12 Tahapan Pengomposan Penelitian

| Tahapan | Tumpukan 1 | | Tumpukan 2 | | Tumpukan 3 | | Tumpukan 4 | |
|-------------------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| | Periode Hari | Suhu (°C) | Periode Hari | Suhu | Periode Hari | Suhu | Periode Hari | Suhu |
| <i>Lag phase</i> | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Active phase</i> | 1 s.d 18 (18 hari) | 40 s.d 85 | 1 s.d 18 (18 hari) | 41 s.d 84 | 1 s.d 15 (15 hari) | 38 s.d 51 | 1 s.d 16 (16 hari) | 38 s.d 47 |
| <i>Maturation phase</i> | 19 s.d 54 (36 hari) | 83 s.d 27 | 19 s.d 54 (36 hari) | 75 s.d 27 | 16 s.d 54 (37 hari) | 46 s.d 29 | 17 s.d 54 (38 hari) | 38 s.d 29 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Menurut Tchobanoglous et al., (2002), tahap pengomposan adalah *lag phase*, *active phase*, dan *curing phase* atau *maturation phase*. Berdasarkan data suhu proses pengomposan penelitian ini, sulit ditentukan jangka waktu tahap *lag phase*. Hal tersebut dikarenakan pada saat pengukuran suhu, tercatat suhu awal sebesar 40°C untuk tumpukan 1, 41°C untuk tumpukan 2, 38°C untuk tumpukan 3 dan 4.

Tahap kedua adalah tahap *active phase*, untuk tumpukan 1 tahapan tersebut dimulai pada hari pertama dengan suhu 40°C hingga hari ke-18 dengan suhu 85°C. Lalu untuk tumpukan 2 tahapan tersebut dimulai pada hari pertama dengan suhu 41°C hingga hari ke-18 dengan suhu 84°C. Selanjutnya untuk tumpukan 3 tahap *active phase* dimulai pada hari pertama dengan suhu 38°C hingga hari ke-15 dengan suhu 51°C. Terakhir adalah tumpukan 4 di mana pada hari pertama dengan suhu 38°C hingga hari ke-16 dengan suhu 47°C.

Selanjutnya adalah tahap *maturation phase*, untuk tumpukan 1 dimulai pada hari ke-19 dengan suhu 83°C sampai dengan hari ke-54 dengan suhu 27°C. Lalu untuk tumpukan 2 tahapan tersebut dimulai pada hari ke-19 dengan suhu 75°C hingga hari ke-54 dengan suhu 27°C. Selanjutnya untuk tumpukan 3 tahap *maturation phase* dimulai pada hari ke-16 dengan suhu 46°C hingga hari ke-54 dengan suhu 29°C. Terakhir adalah tumpukan 4 di mana pada hari ke-17 dengan suhu 38°C hingga hari ke-54 dengan suhu 29°C.

Tumpukan kompos yang mempunyai suhu tertinggi adalah tumpukan 1 dan tumpukan 2. Pada tumpukan 1 suhu mencapai 85°C sedangkan tumpukan 2 mencapai 84°C. Pada tumpukan 3 dan tumpukan 4 memiliki suhu puncak berkisar

50⁰C, yaitu tumpukan 3 sebesar 52⁰C dan tumpukan 4 sebesar 51⁰C. Selanjutnya suhu terendah yaitu pada saat kematangan kompos sebesar 28-30⁰C mendekati suhu ruangan.

Menurut Rynk (1992), suhu optimal untuk pengomposan cepat adalah diatas 55⁰C, suhu tersebut sangat baik untuk perkembangan mikroorganisme termofilik. Selain itu suhu tumpukan kompos diatas 55⁰C merupakan suhu yang cukup untuk menghilangkan bakteri bakteri patogen seperti *Fecal coliform*, virus tipus, dan telur cacing *ascaris* (Farrel, 1989).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air 40% dan 50% pada tumpukan 1 dan 2 memiliki suhu yang cukup untuk pengomposan cepat dan dapat menghilangkan bakteri patogen. Di mana tumpukan 1 mempunyai durasi termofilik selama 31 hari (hari ke-5 s.d ke-36) dan tumpukan 2 berdurasi selama 28 hari (hari ke-8 s.d 36). Sedangkan kadar air 60% dan 70% tidak mempunyai suhu termofilik. Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan penelitian Nelson (2006), bahwa kadar air optimal untuk pengomposan cepat dan mempunyai kemampuan bakteri patogen adalah 40% dan 50%. Karena apabila kadar air kurang atau lebih dari kondisi tersebut akan terjadi mengganggu laju dekomposisi dan aerasi.

Parameter suhu dapat memberikan gambaran mengenai kematangan kompos. Menurut Sulistyawati et al., (2007), suhu tumpukan pada awalnya cukup berfluktuatif namun terlihat mulai stabil dalam rentang suhu 28-30⁰C. Pada penelitian ini suhu mulai stabil pada hari ke-54. Oleh karena itu perlu dibuktikan apakah suhu setiap perlakuan mempunyai perbedaan atau tidak. Oleh karena itu dapat dilakukan uji beda rata-rata, dengan tingkat kepercayaan 95%. Pada halaman berikut terdapat tabel yang menampilkan hasil uji *compare mean* suhu setiap tumpukan.

4.13 Tabel Hasil Uji *Compare Mean* Suhu Hari Ke-54 s.d Ke-60

| Rencana Kadar Air | Rata-Rata | p-value |
|-------------------|-----------|---------|
| 40% | 27,6 | 0,112 |
| 50% | 27,8 | |
| 60% | 29 | |
| 70% | 29 | |
| total | 28,35 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* suhu setiap tumpukan.

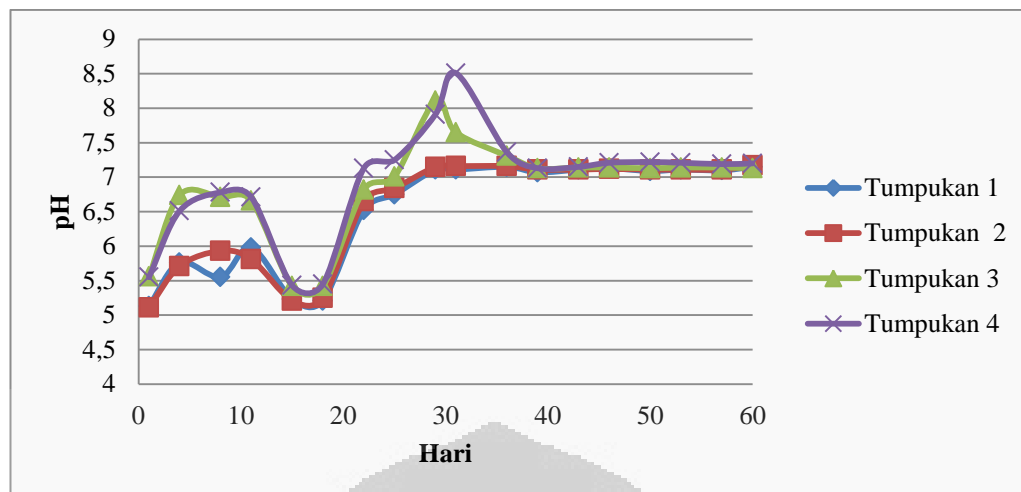
H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata suhu setiap tumpukan.

Kriteria : *P-Value* < 0,05 maka H_0 ditolak (0,05 adalah α dari tingkat kepercayaan 95%).

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.13 mempunyai *p-value* sebesar 0,112 ($0,065 > 0,05$) maka H_0 diterima. Dengan demikian, pada tingkat kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata suhu yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel pada hari ke-54 s.d ke-60. Sehingga dapat disimpulkan bahwa periode dekomposisi kompos berakhir pada hari ke-54.

4.4.3 pH Kompos

Pengamatan pH tumpukan kompos dilakukan selama 60 hari. Berdasarkan pH tersebut dapat menggambarkan tahapan pengomposan dan kematangan kompos. Pada halaman berikut terdapat gambar grafik pH tumpukan kompos selama penelitian.



Gambar 4.2 Grafik pH Pengomposan
(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Pada penelitian ini perlu dibuktikan apakah pH setiap perlakuan mempunyai perbedaan atau tidak. Oleh karena itu dapat dilakukan uji beda rata-rata, dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut ini terdapat tabel yang menampilkan hasil uji *compare mean* pH setiap tumpukan.

4.14 Tabel Hasil Uji *Compare Mean* pH

| Rencana Kadar Air | Rata-Rata | <i>p-value</i> |
|-------------------|-----------|----------------|
| 40% | 6,55 | 0,065 |
| 50% | 6,58 | |
| 60% | 6,90 | |
| 70% | 6,99 | |
| total | 6,75 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* suhu setiap tumpukan.

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata spH setiap tumpukan.

Kriteria : *P-Value* < 0,05 maka H_0 ditolak (0,05 adalah α dari tingkat kepercayaan 95%).

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.14 mempunyai *p-value* sebesar 0,065 (0,065 > 0,05) maka H_0 diterima. Dengan demikian, pada tingkat

kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata pH yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan perbedaan kelembaban terhadap pH. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Somjai dan Sapudom (2011), di mana tidak terdapat perbedaan pH signifikan diantara kadar air 40% s.d 75%. Akan tetapi menurut Kuo et al., (1997), pH dipengaruhi oleh kandungan nitrogen organik dan inorganik hasil sintesa protein oleh mikroorganisme. Nilai pH selalu mengalami perubahan selama pengomposan sesuai dengan perubahan komposisi kimia organik.

Pengomposan dapat berjalan efektif pada rentang pH yang optimal. Berdasarkan Golueke (1972) dalam Xueling (2006), pH optimal bagi bakteri yang terlibat dalam pengomposan terletak antara 6,0 dan 7,5. Sedangkan pH optimal bagi fungi yang terlibat dalam pengomposan terletak antara 5,5 dan 8,5.

Pada penelitian ini pH berkisar antara 5,11-8,51. Kondisi pH seperti itu tidak bermasalah kepada laju dekomposisi kompos karena sesuai dalam rentang pH optimal untuk pengomposan.

pH awal pada penelitian ini berkisar 5,13 s.d 5,56. Hal tersebut mendekati hasil penelitian Xueling (2006), pH awal berkisar 5,0 s.d 5,5 selama awal pengomposan menandakan kandungan nitrogen yang stabil pada tumpukan kompos. Apabila sudah terjadi pembentukan amonia, maka pH akan meningkat menjadi 8,0 s.d 9,0. Sedangkan Tchobanoglous et al., (2002), pada saat awal pengomposan mikroorganisme akan menguraikan polisakarida dan selulosa menjadi asam organik sehingga pH menjadi 4,5 atau 5,0. Pada penelitian ini terjadi peningkatan nilai pH, hal tersebut menandakan dekomposisi nitrogen oleh bakteri untuk menghasilkan amonia.

Pada penelitian ini pH menjadi netral dimulai pada hari ke-29. Hal tersebut menandakan bahwa dekomposisi nitrogen sudah berkurang. Columbia, *Ministry of Agriculture and Food* (1996), pH mendekati netral dan stabil merupakan produk akhir dari proses pengomposan

4.4.4 Penampakan Fisik dan Bau

Perubahan penampakan fisik tumpukan kompos dimulai pada minggu pertama proses pengomposan. Pada awal pengomposan, kondisi fisik tumpukan masih sama dengan sumber material organik kompos, yaitu sampah kota. Warna hitam-kecoklatan serta tekstur yang lebih halus dimulai pada hari ke-45 untuk semua perlakuan. Hal tersebut telah menunjukkan kematangan kompos di mana menurut Budihardjo (2006), kompos yang telah matang memiliki kenampakan fisik berwarna coklat kehitaman dan bentuk remah/menyerupai tanah. Berikut ini terdapat gambar bahan baku kompos dan kompos yang sudah matang.



Gambar 4.3 Kondisi Fisik Bahan Baku Kompos
(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Terlihat pada gambar 4.3 bahwa kondisi fisik bahan baku kompos berwarna kecoklatan dan bertekstur kasar. Hal tersebut terjadi karena sebagian besar tumpukan tersebut terdiri dari sampah organik perkotaan. Sampah tersebut terdiri dari sampah sayuran, sisa makanan rumah tangga, dan sisa buah-buahan. Sedangkan selama proses pengomposan dalam kurun waktu 60 hari, warna dan teksur tumpukan akan berubah, seperti gambar 4.4 pada halaman berikut.



Gambar 4.4 Penampakan Kompos Selama 60 Hari Pengomposan

(Kiri-kanan: tumpukan 1 s.d 4)

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Gambar 4.4 menunjukkan kondisi fisik kompos selama 60 hari. Terlihat warna semua tumpukan kompos berwarna kehitaman. Hal tersebut sesuai dengan Koivula et al., (2000) dan Cochran et al., (1996), kompos yang matang memiliki sifat yang mirip dengan tanah dan humus yaitu kehitaman dan bentuk remah. Akan tetapi untuk tumpukan 1 dan 2 terdapat sedikit warna kecoklatan. Hal tersebut terjadi karena serbuk kayu yang ditambahkan sulit terdekomposisi selama proses pengomposan. Pada dasarnya, penelitian ini berhasil membuat produk kompos yang matang dengan ciri-ciri sebagai berikut: tidak berbau, remah, berwarna kehitaman (Sutanto, 2002).

Bau terjadi pada setiap tumpukan kompos. Bau dapat terjadi apabila terdapat kondisi anaerobik (Golueke, 1991). Menurut Haug (1993), bau pada proses pengomposan terjadi karena pembentukan amonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S), *volatile organic acid*, *mercaptan*, dan metil sulfida dalam kondisi anaerobik. Bau kompos pada penelitian diukur dengan menggunakan indera penciuman. Pada awal pengomposan, bau yang terdeteksi adalah bau sampah. Bau busuk mulai tercium pada hari ke-3 sampai dengan 15 untuk tumpukan 1 dan 2. Sedangkan bau busuk pada tumpukan 3 dan 4 terjadi pada hari ke-3 sampai dengan ke-25. Untuk tumpukan 3 dan 4 yang berkadar air tinggi telah terjadi kondisi anaerobik.

4.4.5 Laju Dekomposisi *Volatile Solid*

Perbedaan perlakuan kadar air pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengaruh pada kadar *volatile solid* yang berbeda pada setiap perlakuan. Tetapi

apakah keempat perlakuan perbedaan kadar air ini bisa dikatakan memang menghasilkan volatile solid yang memang berbeda, maka dilakukan pengukuran melalui uji beda rata-rata, dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut ini terdapat tabel yang menampilkan hasil uji *compare mean* volatile solid setiap tumpukan.

Tabel 4.15 Hasil Uji *Compare Mean* Kadar *Volatile Solid* Setiap Tumpukan

| Rencana Kadar Air | Rata-Rata | <i>P-value</i> |
|-------------------|-----------|----------------|
| 40% | 67,35 | 0,000 |
| 50% | 68,38 | |
| 60% | 69,35 | |
| 70% | 71,32 | |
| total | 69,10 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

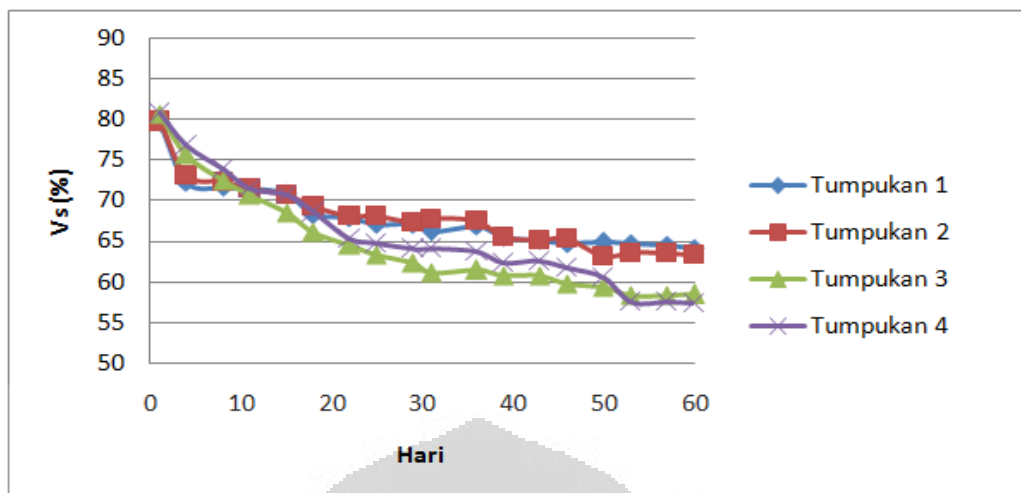
Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* volatile solid setiap tumpukan.

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata volatile solid setiap tumpukan.

Kriteria : *P-Value* < 0,05 maka H_0 ditolak (0,05 adalah α dari tingkat kepercayaan 95%).

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.15 mempunyai *p-value* sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$) maka H_0 ditolak. Dengan demikian, pada tingkat kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa terdapat perbedaan rata-rata volatile solid yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel.

Keempat perlakuan kadar air tersebut mempunyai laju dekomposisi *volatile solid* yang berbeda. Pada halaman berikut terdapat gambar grafik laju dekomposisi *volatile solid* setiap tumpukan



Gambar 4.5 Grafik Laju Dekomposisi *Volatile Solid* Setiap Tumpukan
(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Terlihat pada grafik di atas bahwa kandungan *volatile solid* semakin berkurang berdasarkan hari. Laju dekomposisi tersebut membentuk persamaan eksponensial orde pertama (Mason, 2005). Perhitungan mengenai laju dekomposisi dan persamaan *volatile solid* dapat dilihat pada lampiran 5.

Tumpukan 1 mempunyai persamaan $VS(\%) = 74,71e^{-0,003(\text{hari})}$. Kandungan *volatile solid* (%) yang terbesar adalah 78,28 % pada hari pertama. Sedangkan kandungan terkecil adalah sebesar 60,93%. Sehingga selama pengomposan 60 hari sebanyak 17,35% atau 0,289%/hari.

Selanjutnya laju dekomposisi *volatile solid* untuk tumpukan 2 (kadar air 50%). Laju dekomposisi tersebut membentuk persamaan eksponensial orde pertama dengan persamaan $VS(\%) = 75,56e^{-0,003(\text{hari})}$. Kandungan *volatile solid* (%) yang terbesar adalah 78,88 % pada hari pertama. Sedangkan kandungan terkecil adalah sebesar 62,22%. Sehingga selama pengomposan 60 hari sebanyak 16,66 % atau 0,277 %/hari.

Selanjutnya adalah laju dekomposisi *volatile solid* untuk tumpukan 3 (kadar air 60%). Berikut ini adalah gambar grafik laju dekomposisi tersebut. Laju dekomposisi tersebut membentuk persamaan eksponensial orde pertama dengan persamaan $VS(\%) = 76,32e^{-0,003(\text{hari})}$. Kandungan *volatile solid* (%) yang terbesar adalah 80,33 % pada hari pertama. Sedangkan kandungan terkecil adalah sebesar

63,12%. Sehingga selama pengomposan 60 hari sebanyak 17,21 % atau 0,287%/hari.

Selanjutnya adalah laju dekomposisi *volatile solid* untuk tumpukan 4 (kadar air 80%). Laju dekomposisi tersebut membentuk persamaan eksponensial orde pertama dengan persamaan $VS(\%) = 78,19e^{-0,003(\text{hari})}$. Kandungan *volatile solid* (%) yang terbesar adalah 81,66 % pada hari pertama. Sedangkan kandungan terkecil adalah sebesar 65,12%. Sehingga selama pengomposan 60 hari sebanyak 16,54 % atau 0,277%/hari.

Laju dekomposisi masing-masing perlakuan cukup berbeda. Berikut ini terdapat tabel perbandingan laju dekomposisi.

Tabel 4.16 Perbandingan Laju Dekomposisi *Volatile Solid* Setiap Perlakuan

| Perlakuan | Persamaan Laju Dekomposisi <i>Volatile Solid</i> | R ² | VS(%) Awal | VS(%) Akhir | Selisih VS(%) | Laju Dekomposisi (%/hari) |
|------------|--|----------------|------------|-------------|---------------|---------------------------|
| Tumpukan 1 | $VS_1(\%) = 74,71e^{-0,003(\text{hari})}$ | 0,945 | 78,28 | 60,93 | 17,35 | 0,289 |
| Tumpukan 2 | $VS_2(\%) = 75,56e^{-0,003(\text{hari})}$ | 0,951 | 78,88 | 62,22 | 16,66 | 0,277 |
| Tumpukan 3 | $VS_3(\%) = 76,32e^{-0,003(\text{hari})}$ | 0,921 | 80,33 | 63,12 | 17,21 | 0,287 |
| Tumpukan 4 | $VS_4(\%) = 78,19e^{-0,003(\text{hari})}$ | 0,931 | 81,66 | 65,12 | 16,54 | 0,277 |
| Rata-rata | | | 79,79 | 62,85 | 16,94 | 0,282 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada tabel dan grafik sebelumnya dapat dilihat kandungan *volatile solid* mengalami pengurangan menurut waktu. Laju peluruhan orde kedua *volatile solid* ditunjukkan dengan nilai k sebesar 0,003%/hari untuk semua tumpukan. Sedangkan laju dekomposisi rata-rata semua perlakuan adalah 0,282%/hari, dimana laju dekomposisi terbesar terjadi pada tumpukan 1 sebanyak 0,289%/hari. Dekomposisi tersebut terjadi karena pada proses pengomposan menurut Pullicino (2006), pengomposan adalah transformasi biokimia dari bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Bahan organik tersebut akan mengalami pengurangan akibat proses tersebut. Menurut Epstein (1997), material organik yang dapat terdekomposisi pada proses pengomposan dapat direpresentasikan dari kandungan *volatile solids* (VS).

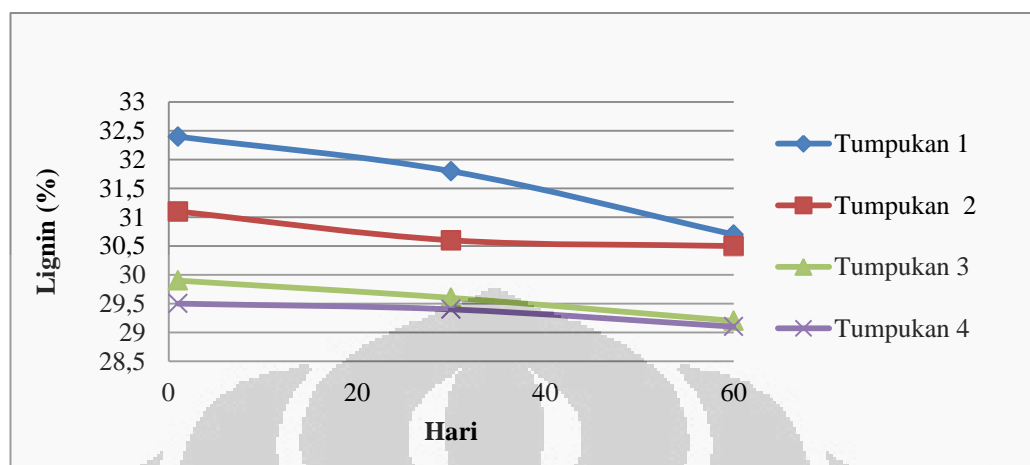
Kandungan volatile solid awal yang merupakan bahan baku kompos pada penelitian ini rata-rata sebanyak 79,79%. Hal tersebut mendekati pendapat Chennai (2003) Kandungan VS bahan baku kompos yang berasal dari sampah organik perkotaan rata-rata adalah 80%. Hal tersebut terjadi karena komposisi material organik yang dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme maksimal sebesar 83% yang terdiri dari hasil pernapasan aerobik.

Dari tabel 4.16 dapat dilihat bahwa laju dekomposisi *volatile solid* dalam 60 hari paling besar adalah tumpukan 1 sebesar 0,289%/hari, selanjutnya diikuti oleh tumpukan 3 sebesar 0,287%/hari, tumpukan 2 sebesar 0,278%/hari, dan tumpukan 4 sebesar 0,276%/hari. Rata-rata Selisih volatile solid pada penelitian ini adalah sebesar 16,94%. Sedangkan rata-rata persentase dekomposisi keseluruhan adalah 0,282%/hari. Rata-rata Selisih tersebut tidak sesuai dengan penelitian Vargas et al., (2005), *volatile solid* selama proses pengomposan mengalami reduksi sebesar 28% ketika kompos sudah matang atau selama 8 minggu proses pengomposan dimana terdapat suhu yang optimal. Akan tetapi laporan penelitian Lemus dan Lau (2002), degradasi *volatile solid* hanya mencapai 20%. Faktor utama yang menghambat dekomposisi *volatile solid* dan substrat lain adalah kandungan lignin. (Chandler,1980). Berdasarkan laporan penelitian Komilis dan Ham (2004), terdapat hubungan berbanding terbalik antara lignin dan *volatile solid*, dimana semakin besar kandungan lignin akan semakin sulit volatile solid terdekomposisi dalam kondisi aerobik. Pada penelitian tersebut tertera kandungan lignin sebesar 33,8 % menghasilkan kandungan *volatile solid* sebesar 63,3%. Sedangkan pada penelitian ini kandungan akhir *volatile solid* rata-rata 62,85% menghasilkan kandungan akhir lignin rata-rata 29,9%.

4.4.6 Laju Dekomposisi Lignin

Lignin merupakan salah satu parameter dekomposisi kompos karena lignin memberikan kekuatan dan melindungi sel tanaman dari dekomposisi mikrobiologi (Argyropoulos dan Menachem 1997). Sehingga lignin merupakan senyawa yang sulit didekomposisikan oleh mikroorganisme. Sedangkan menurut Tuomela (2000), sebagian besar produk kompos adalah lignin yang sudah tidak dapat

dimineralisasi selama proses pengomposan. Berikut ini terdapat gambar grafik laju dekomposisi lignin.



Gambar 4.6 Grafik Laju Dekomposisi Lignin

(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Terlihat pada gambar 4.9 terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar lignin setiap perlakuan kadar air. Tetapi Apakah keempat perlakuan perbedaan kadar air ini bisa dikatakan memang menghasilkan kadar lignin yang signifikan, maka dilakukan pengukuran melalui uji beda rata-rata, dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut ini terdapat tabel *Compare Mean* untuk kadar lignin.

Tabel 4.17 Hasil Uji *Compare Mean* Lignin Setiap Tumpukan

| Rencana Kadar Air | Rata-Rata | <i>P-value</i> |
|-------------------|-----------|----------------|
| 40% | 31,63 | 0,000 |
| 50% | 30,83 | |
| 60% | 29,57 | |
| 70% | 29,33 | |
| total | 30,34 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* lignin setiap tumpukan.

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata lignin setiap tumpukan.

Kriteria : *P-Value* < 0,05 maka H_0 ditolak (0,05 adalah α dari tingkat kepercayaan 95%).

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.17 mempunyai *p-value* sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$) maka H_0 ditolak. Dengan demikian, pada tingkat kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa terdapat perbedaan rata-rata lignin yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel.

Untuk mengetahui laju dekomposisi lignin pada kompos, maka dapat dibuat persamaan. Menurut Tuomela et al.,(2000), persamaan yang paling memungkinkan adalah persamaan linier. Keputusan tersebut diambil berdasarkan nilai R^2 rata-rata tertinggi dari keseluruhan perlakuan. Perhitungan laju dekomposisi lignin yang lebih rinci dapat dilihat pada lampiran 6. Berikut ini terdapat tabel ringkasan dari dekomposisi lignin.

4.18 Perbandingan Laju Dekomposisi Lignin Setiap Perlakuan

| Perlakuan | Persamaan Laju Dekomposisi | R^2 | Lignin (%) Awal | Lignin (%) Akhir | Selisih Lignin (%) | Laju Dekomposisi (%/hari) |
|------------|----------------------------|-------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| Tumpukan 1 | $y_1 = -0,028x + 32,50$ | 0,975 | 32,4 | 30,7 | 1,7 | 0,028 |
| Tumpukan 2 | $y_2 = -0,010x + 31,14$ | 0,967 | 31,1 | 30,5 | 0,6 | 0,010 |
| Tumpukan 3 | $y_3 = -0,011x + 29,92$ | 0,994 | 29,9 | 29,2 | 0,7 | 0,012 |
| Tumpukan 4 | $y_4 = -0,006x + 29,54$ | 0,928 | 29,5 | 29,1 | 0,4 | 0,007 |
| Rata-rata | | | 30,73 | 29,9 | 0,85 | 0,014 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Terlihat pada tabel 4.18 terdapat perbedaan laju dekomposisi diantara perlakuan. Rata-rata kadar lignin awal untuk keseluruhan perlakuan adalah sebesar 30,73%. Hasil tersebut mendekati hasil penelitian Sjostrom (1993), kadar lignin pada tanaman adalah sebesar 20 s.d 30%. Selanjutnya adalah rata-rata kadar lignin akhir sebesar 29,875 %. Sedangkan laju dekomposisi lignin tidak terlalu besar, yaitu dengan rata-rata 0,014%/hari. Laju dekomposisi yang cukup besar diatas rata-rata adalah pada tumpukan 1 yaitu sebesar 0,028%/hari. Hal tersebut terjadi karena pada tumpukan 1 berkadar air yang optimal dan mencapai suhu termofilik

yang baik untuk proses dekomposisi. Sedangkan pada penelitian ini laju dekomposisi tumpukan 2 lebih rendah dibandingkan tumpukan 3, meskipun tidak terlalu berbeda (0,010%/hari untuk tumpukan 2 dan 0,012%/hari untuk tumpukan 3). Hal tersebut terjadi karena pada tumpukan 2 dan 3 sudah terjadi kondisi kadar yang tidak optimal untuk dekomposisi lignin. Tumpukan 2 lebih rendah dari pada tumpukan 3 karena pada tumpukan 2 ditambahkan serbuk kayu sehingga lebih sulit didekomposisi. Berdasarkan hasil tersebut peranan suhu yang terlalu tinggi pada tumpukan 2 tidak mempengaruhi dekomposisi lignin, karena mendekati hasil pada tumpukan 3. Sehingga dekomposisi lignin lebih cenderung dipengaruhi oleh kadar air, dimana kadar air 40% adalah yang optimal.

Hasil pemeriksaan rata-rata presentase dekomposisi lignin pada penelitian ini hanya sebesar 2,72% (0,85% dari 30,73%). Hal tersebut sangat kecil dibandingkan laporan penelitian Chandler et al., (1980) lignin maksimum yang terdekomposisi mencapai 83%. Sedangkan penelitian Waksman (1993), lignin terdegradasi mencapai 40% selama 50 hari dan menurut Tomati et al., (1995), 70% lignin terdegradasi pada saat pengomposan selama 35 hari pada suhu 50⁰C. Perbedaan tersebut disebabkan pada pengomposan penelitian ini hanya melibatkan bakteri untuk mendekomposisikan lignin. Menurut penelitian Hatakka (1994), bakteri yang biasa terdapat di kompos (*Streptomyces* spp.) hanya dapat memineralsasi lignin sebanyak 3%, sedangkan bakteri lainnya hanya dapat mendekomposisi lignin kurang dari 10%. Sedangkan peran *soft-root* fungi (*Xylariaceous actinomycetes*) dapat mendegradasikan lignin sampai 77%.

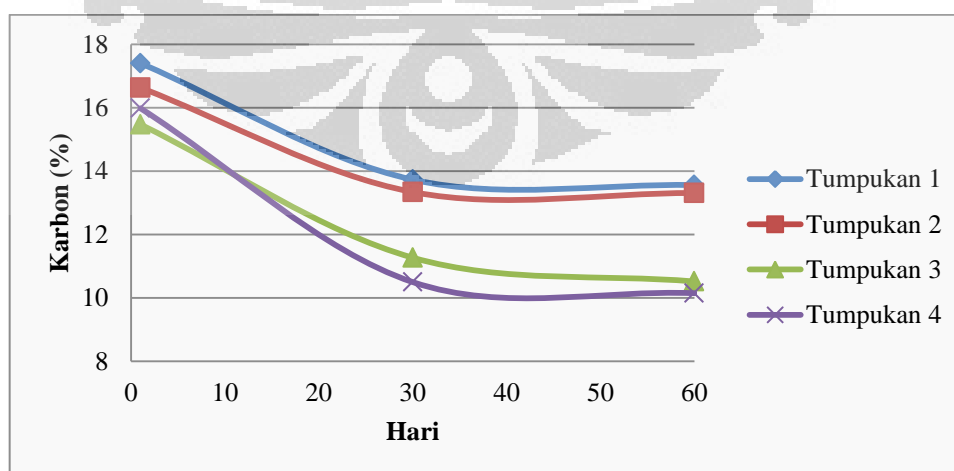
Suhu yang terlalu tinggi yang terjadi pada tumpukan 1 dan 2 dapat menjadi penghambat pertumbuhan fungi *actinomycetes* dan *basidiomycetous* yang berlangsung optimal pada suhu 40⁰C s.d 50⁰C (Beffa, 2002). Sedangkan untuk tumpukan 3 dan 4 terjadi kelebihan kadar air. Kadar air yang optimal adalah 45% s.d 55% (Hoitink, 2008). Apabila kadar air melebihi 60% maka volume udara berkurang, bau akan dihasilkan (karena kondisi anaerobik), dan dekomposisi diperlambat.

Berdasarkan penelitian Tuomela et al.,(2000), dekomposisi lignin akan berjalan dengan baik apabila suhu tumpukan kompos dijaga berkisar 50⁰C. Hal tersebut

terjadi karena organisme yang paling efisien untuk mendegradasi lignin, fungi berjenis *basidiomycetous* tidak dapat bertahan dalam kondisi termofilik. Sedangkan pada penelitian ini suhu tumpukan melebihi 50°C. Hal tersebut menyebabkan *basidiomycetous* tidak dapat bertahan. Kemungkinan lain kecilnya dekomposisi lignin adalah metode pemeriksaan yang digunakan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode klason. Metode tersebut menurut Dence (1992) dalam Tuomela et al.,(2000), memiliki kelebihan mudah diaplikasikan dan dapat digunakan untuk beragam sampel. Akan tetapi metode tersebut tidak dapat mengidentifikasi lignin sebenarnya. Metode tersebut hanya mengidentifikasi senyawa yang mempunyai karakteristik seperti lignin.

4.4.7 Laju Dekomposisi Karbon

Karbon merupakan bagian penting dari material organik (Diaz et al., 1977 dalam Tchobanoglous et al., 2002). Sehingga karbon merupakan parameter yang penting dalam proses dekomposisi kompos. Selain itu, karbon merupakan salah satu parameter penentu kematangan kompos yang mana ketersediaan kadar karbon dibutuhkan untuk proses dekomposisi (Mehl, 2008). Menurut Pace et al., (1996), karbon diemisikan pada pengomposan dalam bentuk CO₂ bersamaan dengan uap air serta energi panas. Pada penelitian ini terdapat perbedaan hasil dari pemeriksaan kadar karbon selama 60 hari proses pengomposan. Kadar karbon pada setiap tumpukan kompos mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme. Berikut ini terdapat grafik dekomposisi karbon selama 60 hari pengomposan.



Gambar 4.7 Grafik Laju Dekomposisi Karbon

(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Terlihat pada gambar 4.7 terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar karbon setiap perlakuan kadar air. Tetapi Apakah keempat perlakuan perbedaan kadar air ini bisa dikatakan memang menghasilkan kadar karbon yang signifikan, maka dilakukan pengukuran melalui uji beda rata-rata, dengan tingkat kepercayaan 95%. Pada halaman berikut terdapat tabel *Compare Mean* untuk kadar karbon.

Tabel 4.19 Hasil Uji *Compare Mean* Karbon Setiap Tumpukan

| Rencana Kadar Air | Rata-Rata | <i>P-value</i> |
|-------------------|-----------|----------------|
| 40% | 14,90 | 0,000 |
| 50% | 14,43 | |
| 60% | 12,42 | |
| 70% | 12,21 | |
| total | 13,49 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* karbon setiap tumpukan.

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata karbon setiap tumpukan.

Kriteria : *P-Value* < 0,05 maka H_0 ditolak (0,05 adalah α dari tingkat kepercayaan 95%).

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.19 mempunyai *p-value* sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$) maka H_0 ditolak. Dengan demikian, pada tingkat kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa terdapat perbedaan rata-rata karbon yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel.

Untuk mengetahui laju dekomposisi karbon pada kompos, maka dapat dibuat persamaan. Persamaan yang paling memungkinkan adalah persamaan logaritma. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Atallah et al., (1995). Keputusan tersebut diambil berdasarkan nilai R^2 rata-rata tertinggi dari keseluruhan perlakuan. Perhitungan lebih rinci mengenai laju dekomposisi karbon dapat dilihat pada lampiran 7. Berikut ini terdapat tabel ringkasan dari dekomposisi karbon.

4.20 Perbandingan Laju Dekomposisi Karbon Setiap Perlakuan

| Perlakuan | Persamaan Laju Dekomposisi | R ² | C (%) Awal | C (%) Akhir | Selisih C (%) | Laju Dekomposisi (%/hari) |
|------------|-----------------------------|----------------|------------|-------------|---------------|---------------------------|
| Tumpukan 1 | $y_1 = -0,98\ln(x) + 17,35$ | 0,985 | 17,40 | 13,56 | 3,84 | 0,064 |
| Tumpukan 2 | $y_2 = -0,86\ln(x) + 16,57$ | 0,977 | 16,63 | 13,31 | 3,32 | 0,055 |
| Tumpukan 3 | $y_3 = -1,21\ln(x) + 15,46$ | 0,999 | 15,47 | 10,52 | 4,95 | 0,083 |
| Tumpukan 4 | $y_4 = -1,48\ln(x) + 15,91$ | 0,989 | 15,98 | 10,15 | 5,83 | 0,097 |
| Rata-rata | | | 16,37 | 11,89 | 4,49 | 0,075 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Terlihat pada tabel 4.20 terdapat perbedaan laju dekomposisi diantara perlakuan. Rata-rata kadar karbon awal untuk keseluruhan perlakuan adalah sebesar 16,37%. Sedangkan rata-rata kadar karbon akhir adalah sebesar 11,89%. Perlakuan yang mempunyai kadar air yang tinggi (60% dan 70%) mempunyai persentase dekomposisi karbon yang besar dibanding kadar air yang rendah (40% dan 50%). Pada tabel diatas laju dekomposisi terbesar dimiliki oleh tumpukan 4 yaitu sebesar 0,097%/hari. Sedangkan presentase dekomposisi terkecil dimiliki oleh tumpukan 2 yaitu sebesar 0,055%/hari. Pada tabel tersebut juga terlihat bahwa kadar karbon semua perlakuan memenuhi standar minimal karbon (9,80 %) SNI:19-7030-2004 tentang kualitas kompos.

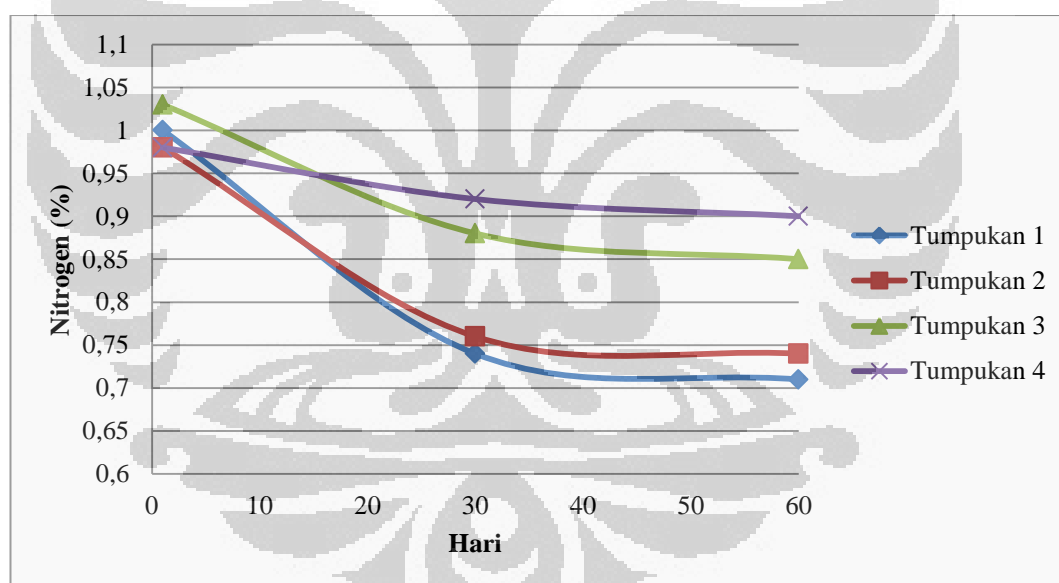
Dekomposisi karbon yang terjadi dekomposisi *water soluble organic carbon* yang dilakukan oleh mikroorganisme yang mana *water soluble organic carbon* hanyalah sebagian kecil dari karbon organik dan terjadi pada kondisi kadar air yang cukup. (Sparling et al., 1998).

Berdasarkan tabel 4.20 persentase dekomposisi karbon organik tumpukan kompos sebanding positif dengan kadar air. Dimana kadar air meningkat, maka kadar karbon organik juga meningkat. Padahal menurut laporan penelitian Lu et al.,(2009), kadar air dan kadar karbon organik mempunyai hubungan berbanding negatif. Dimana kadar air meningkat, maka kandungan karbon organik menurun. Selain itu kondisi kadar air dan suhu tumpukan 1 dan 2 yang lebih rendah dari

pada tumpukan 3 dan 4 seharusnya dapat mempercepat dekomposisi karbon organik. Perbedaan tersebut terjadi karena pada tumpukan 1 dan 2 lebih banyak kandungan lignin karena ditambahkan serbuk kayu. Lignin tersebut sulit didekomposisi oleh mikroorganisme meskipun di dalam lignin terdapat kadar karbon sebanyak 61 s.d 64% (Dyer, 2000).

4.4.8 Laju Dekomposisi Nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu parameter penentu kematangan kompos. Pentingnya nitrogen untuk membangun sitoplasma, dinding sel, klorofil, enzim, dan metabolisme sel (Himanen, 2010). Pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan hasil signifikan dari pemeriksaan kadar nitrogen selama 60 hari proses pengomposan. Kadar nitrogen pada setiap tumpukan kompos mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme. Berikut ini terdapat grafik dekomposisi nitrogen selama 60 hari pengomposan.



Gambar 4.8 Grafik Laju Dekomposisi Nitrogen

(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Terlihat pada gambar 4.8 terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar nitrogen setiap perlakuan kadar air. Tetapi Apakah keempat perlakuan perbedaan kadar air ini bisa dikatakan memang menghasilkan kadar nitrogen yang signifikan, maka dilakukan pengukuran melalui uji beda rata-rata, dengan tingkat kepercayaan 95%. Berikut ini terdapat tabel *Compare Mean* untuk kadar nitrogen.

Tabel 4.21 Hasil Uji *Compare Mean* Nitrogen Setiap Tumpukan

| Rencana Kadar Air | Rata-Rata | <i>P-value</i> |
|-------------------|-----------|----------------|
| 40% | 0,82 | 0,560 |
| 50% | 0,83 | |
| 60% | 0,92 | |
| 70% | 0,93 | |
| total | 0,87 | |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada pengujian ini terdapat Hipotesis awal (H_0). Dibawah ini adalah H_0 yang digunakan untuk uji *compare mean* nitrogen setiap tumpukan.

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata nitrogen setiap tumpukan.

Kriteria : *P-Value* < 0,05 maka H_0 ditolak (0,05 adalah α dari tingkat kepercayaan 95%).

Hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.21 mempunyai *p-value* sebesar 0,560 ($0,560 > 0,05$) maka H_0 diterima. Dengan demikian, pada tingkat kepercayaan 95%, peneliti dapat yakin dan menyatakan bahwa telah cukup bukti bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata nitrogen yang signifikan pada keempat perlakuan yang dilakukan pada sampel.

Perbedaan yang tidak signifikan pada penelitian ini disebabkan oleh karakteristik bahan organik bahan baku kompos yang tidak terlalu berbeda. Dimana tidak terdapat perbedaan perlakuan nitrogen dan sedikit unsur nitrogen pada bahan baku.

Untuk mengetahui laju dekomposisi nitrogen pada kompos, maka dapat dibuat persamaan. Persamaan yang paling memungkinkan adalah persamaan logaritma. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Atallah et al., (1995). Keputusan tersebut diambil berdasarkan nilai R^2 rata-rata tertinggi dari keseluruhan perlakuan. Perhitungan laju dekomposisi nitrogen yang lebih rinci dapat dilihat pada lampiran 8. Berikut ini terdapat tabel ringkasan dari dekomposisi nitrogen.

Tabel 4.22 Perbandingan Laju Dekomposisi Nitrogen Setiap Perlakuan

| Perlakuan | Persamaan Laju Dekomposisi | R ² | N (%) Awal | N (%) Akhir | Selisih N (%) | Laju Dekomposisi (%/hari) |
|------------|-----------------------------|----------------|------------|-------------|---------------|---------------------------|
| Tumpukan 1 | $y_1 = -0,07\ln(x) + 0,998$ | 0,995 | 1,00 | 0,71 | 0,29 | 0,005 |
| Tumpukan 2 | $y_2 = -0,06\ln(x) + 0,978$ | 0,993 | 0,98 | 0,74 | 0,24 | 0,004 |
| Tumpukan 3 | $y_3 = -0,04\ln(x) + 1,03$ | 1 | 1,03 | 0,85 | 0,18 | 0,003 |
| Tumpukan 4 | $y_4 = -0,001x + 0,974$ | 0,917 | 0,98 | 0,90 | 0,08 | 0,001 |
| Rata-rata | | | 1,00 | 0,80 | 0,20 | 0,003 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Terlihat pada tabel 4.22 terdapat perbedaan laju dekomposisi diantara perlakuan. Rata-rata kadar nitrogen awal untuk keseluruhan perlakuan adalah sebesar 1 %. Sedangkan rata-rata kadar nitrogen akhir adalah sebesar 0,8 %. Lalu dekomposisi nitrogen dalam rentang 0,002%/hari s.d 0,005 %/hari dengan rata-rata 0,003%/hari. Dengan rata-rata perbandingan presentase selisih dekomposisi dengan nilai awal sebesar 20% (0,20% banding 1,00%). Hasil pada penelitian ini masih dalam rentang penelitian Barrington et al., (2002), nitrogen didekomposisi oleh mikroorganisme dalam kadar air dan suhu yang optimal sebanyak 8,0 s.d 77,4%. Dekomposisi tersebut akibat dari kegiatan mikroorganisme mikroba yang merombak nitrogen menjadi NH₃, N₂O, N₂, NO_x, dan VOC (Körner et al., 1999).

Perlakuan yang mempunyai kadar air yang tinggi (60% dan 70%) mempunyai presentase dekomposisi nitrogen yang lebih kecil dibanding kadar air yang rendah (40% dan 50%). Pada tabel diatas presentase dekomposisi terbesar dimiliki oleh tumpukan 1 yaitu sebesar 0,005%/hari. Sedangkan presentase dekomposisi terkecil dimiliki oleh tumpukan 4 yaitu sebesar 0,001%/hari. Sehingga dekomposisi nitrogen berbanding negatif dengan kadar air. Hal tersebut disebabkan oleh tumpukan 1 dan 2 mempunyai kondisi suhu dan kadar air yang optimal untuk mikroorganisme pengurai nitrogen dibanding perlakuan lainnya. Pada tabel tersebut juga terlihat bahwa kadar nitrogen semua perlakuan memenuhi standar minimal nitrogen (0,40 %) SNI:19-7030-2004 tentang kualitas kompos.

4.4.9 Perbandingan C/N

C/N mempunyai peran penting dalam proses dekomposisi kompos. C/N menggambarkan mikroorganisme dalam kompos mengoksidasi karbon sebagai sumber energi, dan memakan nitrogen untuk sintesis protein (Bernal et al., 1998). Berikut ini terdapat tabel perbandingan C/N untuk setiap perlakuan.

Tabel 4.23 Perbandingan C/N Setiap Perlakuan

| Perlakuan | C/N Awal | C/N Akhir | Selisih C/N (%) |
|------------|----------|-----------|-----------------|
| Tumpukan 1 | 17,40 | 19,10 | -1,70 |
| Tumpukan 2 | 16,97 | 17,99 | -1,02 |
| Tumpukan 3 | 15,02 | 12,38 | 2,64 |
| Tumpukan 4 | 16,31 | 11,28 | 5,03 |
| Rata-rata | 16,42 | 15,18 | 1,24 |

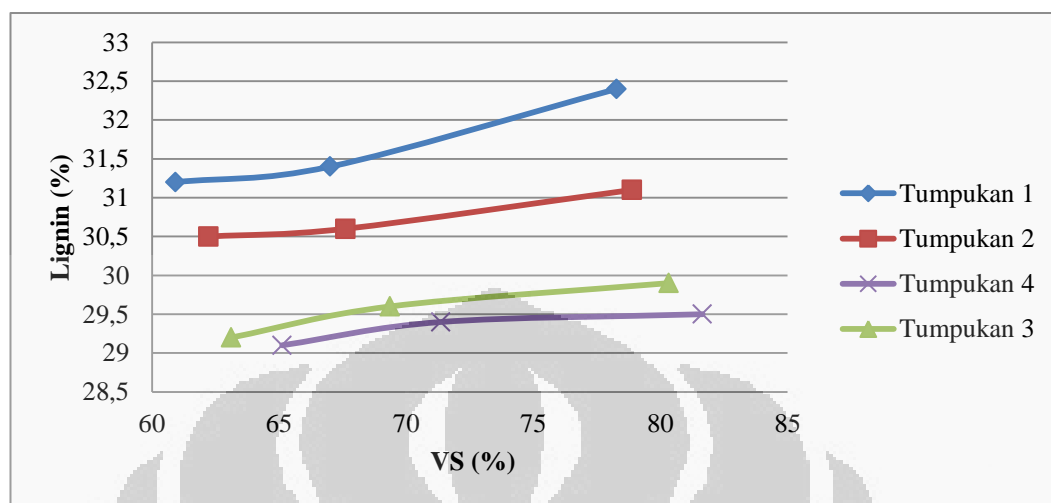
Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Persamaan hubungan C/N dengan hari tidak dapat disimpulkan karena tidak memiliki kesamaan *trendline* antar perlakuan. Sehingga hanya dibahas mengenai perbedaan C/N awal dan akhir. Berdasarkan pemeriksaan, rata-rata C/N awal adalah 16,42%. Dimana tumpukan 1 adalah yang terbesar yaitu 17,40 % sedangkan tumpukan 3 adalah yang terkecil yaitu 15,02%. Lalu rata-rata C/N akhir adalah 15,18%. Dimana tumpukan 1 adalah yang terbesar yaitu 19,10 % dan tumpukan 4 adalah yang terkecil yaitu 11,28 %. Terlihat pada tabel diatas bahwa kadar air yang kering (40% dan 50%) yaitu tumpukan 1 dan 2 mengalami peningkatan C/N selama proses pengomposan 60 hari. Sedangkan tumpukan 3 dan 4 (kadar air 60% dan 70%) mengalami penurunan C/N selama proses pengomposan 60 hari. Hal tersebut terjadi karena kandungan karbon pada tumpukan 1 dan 2 sulit didekomposisi oleh mikroorganisme. Pada tabel tersebut juga terlihat bahwa C/N semua perlakuan memenuhi standar C/N (10 s.d 20) SNI:19-7030-2004 tentang kualitas kompos.

4.4.10 Hubungan Lignin dan *Volatile Solid*

Lignin dan volatile solid merupakan faktor dekomposisi kompos yang utama. Chandler et al., (1980), dalam Haug (1993) terdapat hubungan linier antara lignin dan *volatile solid*. Perhitungan lebih rinci mengenai hubungan lignin dan *volatile*

solid dapat dilihat pada lampiran 9. Berikut ini terdapat grafik hubungan parameter lignin dan volatile solid dalam kurun waktu 60 hari pengomposan.



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Lignin dan Volatile Solid

(Sumber: Olahan Peneliti, 2012)

Terlihat pada gambar 4.9 bahwa terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan. Selanjutnya untuk mengetahui hubungan parameter lignin dan *volatile solid* pada kompos, maka dapat dibuat persamaan. Persamaan yang paling memungkinkan adalah persamaan linier. Keputusan tersebut diambil berdasarkan nilai R^2 rata-rata tertinggi dari keseluruhan perlakuan. Berikut ini terdapat persamaan hubungan lignin dan volatile solid.

Tabel 4.24 Persamaan Hubungan Lignin Dan *Volatile Solid*

| Perlakuan | Persamaan Hubungan Hubungan Lignin Dan <i>Volatile Solid</i> | R^2 |
|------------|--|-------|
| Tumpukan 1 | $y_1 = 0,071x + 26,74$ | 0,961 |
| Tumpukan 2 | $y_2 = 0,037x + 28,13$ | 0,972 |
| Tumpukan 3 | $y_3 = 0,039x + 26,78$ | 0,944 |
| Tumpukan 4 | $y_4 = 0,022x + 27,67$ | 0,832 |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Terlihat pada tabel diatas bahwa semua perlakuan mempunyai hubungan yang sebanding dan positif. Apabila *volatile solid* meningkat, maka lignin juga akan meningkat. Selanjutnya pada tumpukan 4 mempunyai R^2 dibawah 0,9 yaitu

sebesar 0,832. Pada persamaan pada tabel 4.24 juga menunjukkan perbedaan sisa kadar lignin yang paling mungkin apabila tidak terdapat kadar *volatile solid* di tumpukan kompos. Berikut ini terdapat tabel presentase sisa lignin apabila *volatile solid* habis.

Tabel 4.25 Perkiraan Kadar Lignin Berdasarkan Persamaan

| Perlakuan | Presentase Sisa Lignin Apabila VS Habis (%) | Presentase Lignin Akhir Eksisting (%) | Selisih (Potensi Lignin yang belum terdekomposisi, %) |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|
| Tumpukan 1 | 26,74 | 30,7 | 3,96 |
| Tumpukan 2 | 28,13 | 30,5 | 2,37 |
| Tumpukan 3 | 26,78 | 29,2 | 2,42 |
| Tumpukan 4 | 27,67 | 29,1 | 1,43 |
| Chandler et al.,(1980). | 29,64 | - | - |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Pada tabel diatas terdapat kemiripan kadar lignin hasil persamaan pada percobaan dengan Chandler et al., (1980). Tabel di atas juga menunjukkan masih terdapat senyawa lignin yang berpotensi masih dapat di dekomposisikan oleh mikroorganisme. Perlakuan pada tumpukan 1 memiliki potensi tersebut yang paling besar yaitu 3,96%. Sedangkan tumpukan 4 memiliki potensi tersebut yang terkecil yaitu 1,43 %.

4.4.11 Pengaruh Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan tinjauan pustaka yang tercantum pada bab 2. Analisis dilakukan dengan membandingkan penelitian terdahulu dan mencari dasar pustaka dari hasil yang didapatkan pada penelitian. Pada penelitian ini pengaruh kadar air terhadap laju dekomposisi kompos dibatasi oleh beberapa hal. Antara lain, kondisi aerobik pada tumpukan kompos, volume tumpukan kompos awal sebesar 3m³, bahan baku sampah rumah tangga, dan tumpukan kompos berjenis *open windrow*. Pada halaman berikut terdapat tabel yang berisi ringkasan semua parameter yang diduga dipengaruhi oleh kadar air.

Hasil penelitian ini terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian terdahulu. Salah satu yang membuat perbedaan adalah faktor penghambat antara lain terjadi kondisi anaerobik. Meskipun pada penelitian ini dilakukan pengadukan sebanyak 3 kali setiap minggu, masih terdapat bau busuk dan penurunan pH. Hal tersebut membuktikan bahwa telah terjadi kondisi anaerobik. Padahal laju dekomposisi kompos berjalan optimal dalam kondisi aerobik. Oleh karena itu perlu dilakukan kontrol aerasi agar menghasilkan kondisi aerobik sehingga data penelitian lebih akurat. Faktor penghambat lainnya adalah perbedaan karakteristik material bahan baku organik. Penelitian ini mengambil bahan baku organik yang diolah di UPS Jalan Jawa Depok. Bahan baku organik tersebut berasal dari berbagai daerah sekitar UPS tersebut. Padahal kondisi karakteristik bahan baku kompos mempengaruhi kandungan nutrisi seperti karbon dan nitrogen. Seharusnya agar penelitian lebih akurat, harus dilakukan spesifikasi daerah mana yang dapat dijadikan bahan baku kompos, sehingga karakteristik bahan baku kompos cenderung homogen. Faktor penghambat lainnya adalah penambahan serbuk kayu pada tumpukan 1 dan 2. Penambahan tersebut bertujuan untuk mendapatkan kondisi kadar air 40% dan 50%. Akan tetapi penambahan serbuk kayu itu mengakibatkan perbedaan kondisi awal kadar lignin pada pengomposan dan mengurangi tumpukan bahan organik. Seharusnya tidak diberikan penambahan serbuk kayu sehingga terdapat perbandingan yang baik diantara setiap tumpukan. Oleh karena itu, diperlukan metode pengeringan kadar air tanpa penambahan serbuk kayu atau material lain sehingga data yang akan didapat lebih akurat.

Selain faktor penghambat, terdapat faktor lain yang tidak diteliti pada penelitian ini. Menurut Tuomela et al.,(2000) dan Tchobanoglous (2002) faktor yang mempengaruhi pengomposan antara lain kadar air, suhu, pH, karbon, nitrogen, lignin, oksigen, kalium, nitrogen, fosfor, jenis mikroba dan fungi. Oleh karena itu terdapat parameter lain yang mempengaruhi pengomposan selain parameter yang diteliti pada penelitian ini. Pada halaman berikut terdapat tabel ringkasan pengaruh kadar air terhadap laju dekomposisi kompos.

Tabel 4.26 Ringkasan Pengaruh Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos

| Perlakuan | Suhu Maksimal | pH Rata-Rata | Laju Dekomposisi Selama Pengomposan | | | Kualitas Produk Kompos | | |
|------------|----------------------|--------------|-------------------------------------|-----------------|------------|------------------------|-------|------------------|
| | | | VS (%/hari) | Lignin (%/hari) | C (%/hari) | N(%) | C/N | Warna |
| Tumpukan 1 | 85 (⁰ C) | 6,55 | 0,289 | 0,028 | 0,064 | 0,71 | 19,10 | Coklat Kehitaman |
| Tumpukan 2 | 84 (⁰ C) | 6,58 | 0,277 | 0,010 | 0,055 | 0,74 | 17,99 | Coklat Kehitaman |
| Tumpukan 3 | 51 (⁰ C) | 6,90 | 0,287 | 0,012 | 0,083 | 0,85 | 12,38 | Kehitaman |
| Tumpukan 4 | 47 (⁰ C) | 6,99 | 0,277 | 0,007 | 0,097 | 0,90 | 11,28 | Kehitaman |

Sumber: Olahan Peneliti, (2012)

Parameter yang dapat mewakili laju dekomposisi kompos adalah lignin, karbon, dan *volatile solid* (Tuomela, 2000 dan Epstein, 1997). Sedangkan parameter lain menunjukkan proses pengomposan aerobik dan kualitas kompos. Pada tabel 4.26 terlihat bahwa tumpukan 1 dan 2 mempunyai kondisi yang memungkinkan pengomposan cepat berdasarkan suhu yang melebihi 55 (⁰C). Sedangkan tumpukan 1 mempunyai laju dekomposisi yang lebih besar dibandingkan perlakuan lain. Untuk kualitas produk kompos dan pH, semua perlakuan memenuhi standar SNI:19-7030-2004 tentang kualitas kompos. Berdasarkan penelitian ini, membuktikan bahwa kadar air mempengaruhi laju dekomposisi kompos dan parameter suhu kecuali untuk pH dan kadar nitrogen. Kadar air mempengaruhi laju dekomposisi kompos dan suhu disebabkan oleh mikroorganisme membutuhkan kadar air yang optimal untuk menguraikan material organik. Sedangkan pH dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen dan kondisi anaerobik. Selanjutnya nitrogen lebih dipengaruhi oleh kondisi bahan baku kompos.

4.4.12 Aplikasi Hasil Penelitian di Bidang Teknik Lingkungan.

Penelitian ini membuktikan bahwa kadar air yang optimal yang mencapai suhu termofilik adalah 40% dan 50% pada volume tumpukan awal 3m³. Sehingga dalam aplikasi pengomposan di UPS, perlu dilakukan kontrol kadar air berkisar 40 s.d 50% dengan volume 3m³. Akan tetapi pada penelitian ini terjadi kondisi

anaerobik yang disebabkan pengadukan kompos hanya 3 kali seminggu. Sehingga perlu dilakukan kontrol aerasi dengan pengadukan lebih sering.

Penelitian ini juga memperlihatkan bahwa kadar lignin sulit untuk didekomposisi oleh mikroorganisme. Sehingga perlu dilakukan pemisahan material yang mengandung kadar lignin yang tinggi seperti kayu, serbuk gergaji, dan kertas sebelum proses pengomposan dilakukan. Apabila terdapat kadar lignin yang tinggi dapat menggunakan metode pengomposan aerobik yang melibatkan fungi. Selain itu, terdapat persamaan linier hubungan antara lignin dan *volatile solid*. Sehingga untuk mengetahui kadar lignin pada kompos, dapat dilakukan pengukuran *volatile solid* yang lebih mudah dari pada mengukur kadar lignin.



BAB5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perbedaan kadar air mempengaruhi parameter suhu, *volatile solid*, lignin, dan karbon. Akan tetapi tidak mempengaruhi parameter pH dan nitrogen.
2. Kadar air yang optimal untuk laju dekomposisi adalah 40% dan 50%. Karena pada kondisi tersebut telah mencapai suhu 55⁰C.
3. Rentang suhu pada pengomposan adal 27 s.d 85⁰C. Suhu tertinggi dicapai oleh kadar air 40% dan 50%, yakni menyentuh 80⁰C. Hal tersebut menunjukkan pengomposan cepat dan dapat membunuh bakteri patogen. Akan tetapi suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan populasi fungi berkurang.
4. Pada penelitian ini pH berkisar antara 5,11-8,51. Kondisi pH seperti itu tidak bermasalah kepada laju dekomposisi kompos karena sesuai dalam rentang pH optimal untuk pengomposan.
5. Rata-rata laju dekomposisi *volatile solid* adalah 0,283%/hari. Laju dekomposisi terbesar terjadi pada tumpukan 1 sebesar 0,289%/hari. Faktor utama yang menghambat dekomposisi *volatile solid* dan substrat lain adalah kandungan lignin.
6. Rata-rata laju Dekomposisi lignin semua perlakuan sangat lambat dengan rata-rata 0,014%/hari. Laju dekomposisi terbesar terjadi pada tumpukan 1 sebesar 0,028%/hari Rendahnya laju dekomposisi tersebut disebabkan oleh suhu tumpukan 1 dan 2 yang terlalu tinggi dan kadar air pada tumpukan 3 dan 4 yang terlalu tinggi.
7. Rata-rata laju dekomposisi karbon pada penelitian ini adalah 0,075%/hari. Dimana pada tumpukan 4 adalah yang terbesar, yaitu 0,097%/hari. Faktor yang sangat mempengaruhi dekomposisi karbon adalah kadar air, sehingga kadar air semakin tinggi, maka akan mudah bagi organisme untuk mendekomposisi karbon.

8. Rata-rata Laju dekomposisi nitrogen pada penelitian ini adalah 0,003%/hari. Laju dekomposisi nitrogen terbesar terjadi pada tumpukan 1 yaitu sebesar 0,005%/hari. Laju dekomposisi nitrogen dipengaruhi oleh kondisi kadar air dan suhu yang optimal bagi mikroorganisme.
9. *Volatile solid* dan lignin mempunyai hubungan linear.
10. Penelitian ini berhasil membuat produk kompos dengan ciri-ciri sebagai tidak berbau, remah, berwarna kehitaman
11. Kematangan kompos dimulai pada hari ke-54. Kematangan tersebut ditandai dengan turunnya suhu tumpukan kompos mendekati suhu ruangan (28-30°C), kenampakan fisik berwarna coklat kehitaman dan bentuk remah/menyerupai tanah serta bau seperti humus, dan sudah tidak terdapat bau yang tidak sedap, dan pH menjadi netral.
12. C/N akhir pada penelitian ini yang terbesar adalah 17,40%, pada tumpukan 1 sedangkan tumpukan 3 adalah yang terkecil yaitu 15,02%. Lalu rata-rata C/N akhir adalah 15,18%. Semua perlakuan memenuhi standar C/N (10 s.d 20) SNI:19-7030-2004 tentang kualitas kompos.

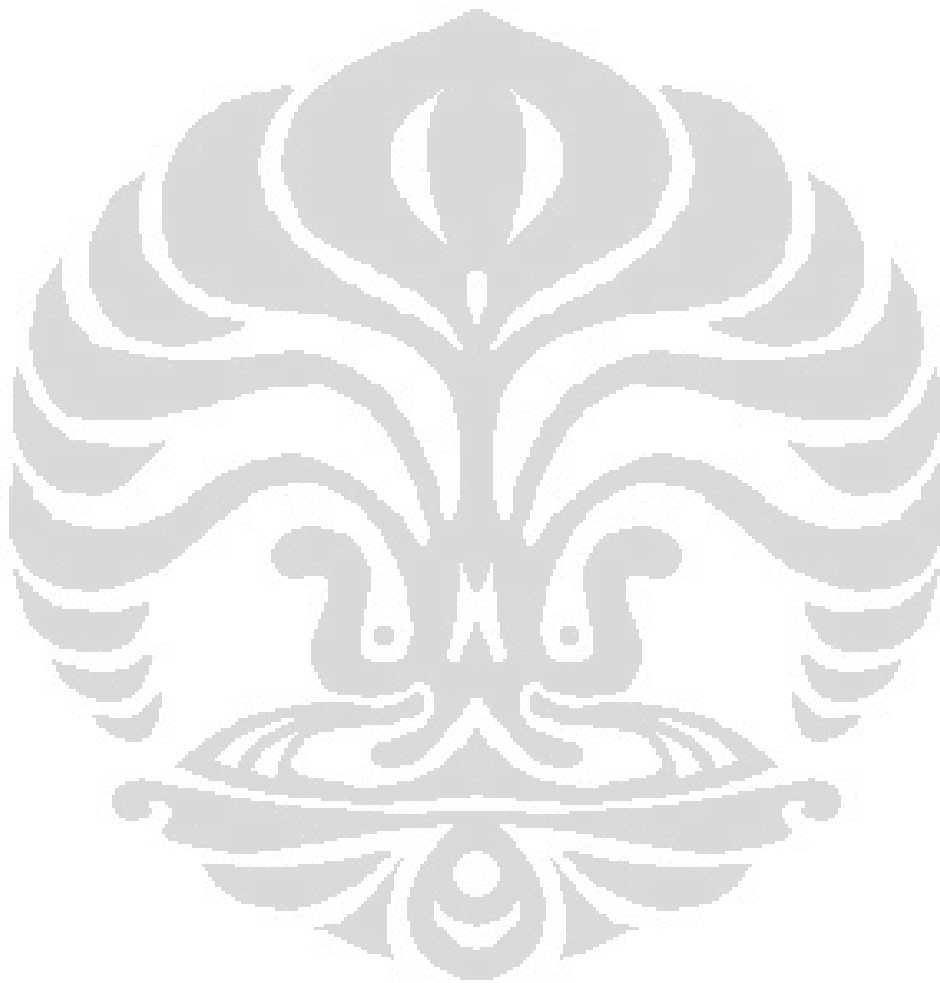
5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh mikroba dan fungi terhadap dekomposisi kadar lignin pada pengomposan aerobik dengan metode *open windrow*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan parameter lignin dengan parameter pengomposan yang lain seperti karbon, pH, suhu, dan nutrisi pada kompos. Dimana melibatkan pemeriksaan lignin yang lebih intensif dengan berbagai metode pemeriksaan sebagai perbandingan.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai penerapan kadar air 40% dan 50% dengan volume bahan baku lebih kecil untuk skala perumahan.
4. Perlu dilakukan penelitian untuk menentukan metode praktis untuk mengontrol kadar air di lapangan khususnya di UPS Kota Depok. Pada penelitian ini, kontrol kadari air 40% dan 50% dengan menambahkan serbuk

kayu. Hal tersebut dapat memperbanyak kandungan lignin yang sulit didekomposisi.

5. Penerapan kontrol kadar air 40% dan 50% sangat dianjurkan dengan volume awal tumpukan 3m^3 . Akan tetapi perlu dilakukan kontrol suhu agar tidak melebihi 60°C agar tercapai suhu yang optimal untuk mikroba dan fungi.



DAFTAR PUSTAKA

- Atallah, Therese et al., (1995). *Effect of storage and composting on the properties and degradability of cattle manure. Science Direct.*
- Argyropoulos, D.S., Menachem, S.B., (1997). *Advances in Biochemical Engineering Biotechnology. Springerlink.*
- Badan Standardisasi Nasional (2004). *Standar Kualitas Kompos SNI:19-7030-2004.* Diakses 28 Mei 2010, dari Badan Standardisasi Nasional.
http://websitesni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/6923
- Badan Standardisasi Nasional (2005). *Cara Uji Karbon Organik Total SNI 06-6989.28-2005.* Diakses 28 Mei 2010, dari Badan Standardisasi Nasional.
http://websitesni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/7179
- Badan Standardisasi Nasional (2008). *Cara Uji Kadar Lignin Metode Klason SNI 0492:2008.* Diakses 11 Desember 2011, dari Badan Standardisasi Nasional.
http://websitesni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/1179
- BAPPEDA DEPOK (2010). *Depok Dalam Angka 2010.* BPPS Indonesia.
- Barrington, S., D. Choiniere, M. Trigui, W. Knight. (2002). *Effect of carbon source on compost nitrogen and carbon losses. Science Direct.*
- Beffa, Trello, (2002). *The Composting Biotechnology: A Microbial Aerobic Solid Substrate Fermentation Complex Process. Compag Technologies International.*
- Benito, M., et al.,(2003). *Chemical and microbiological parameters for the characterization of the stability and maturity of pruning waste compost. Science Direct.*

- Bernal, M.P et al., (1998). *Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. Science Direct.*
- Bernal, M.P et al., (2009). *Composting of animal manures and chemical criteria of compost maturity assessment. Science Direct.*
- British Columbia, Ministry of Agriculture and Food, (1996). *The Composting Process. Ministry of Agriculture and Food of British Columbia.*
- Budiharjdo, M. Arief (2006). *Studi Potensi Pengomposan Sampah Kota Sebagai Salah Satu Alternatif Pengelolaan Sampah Di TPA Dengan Menggunakan Aktivator EM4.* Diakses 11 Nopember 2009, dari Universitas Diponegoro eprints.undip.ac.id/hal_25-30.pdf
- Budu, G.K Ofori et al.,(2009). *Harmonizing procedures for the evaluation of compost maturity in two compost types in Ghana. Science Direct.*
- Chandler, J.A., et al., (1980). *Predicting methane fermentation biodegradability. Biotechnology and Bioengineering Symposium 10.*
- Chennai. (2003). *Pilot Scale Study on Pretreatment Solid Waste Proir to Landfilling*, hal. 111-122. *Environmental Engineering and Management, Asian Institute of Technology.*
- Chica, A., et al., (2003). *Determination of the stability of MSW Using a Respirometric Technique. Springerlink.*
- Cochran, Billy J., Willian A. Carney (1996). *Basic Principles of Composting Louisiana State University Agricultural Center.*
- Crawford, J.H. (2003). *“Composting of Agricultural Waste,” Biotechnology Applications and Research (2009)*, hal. 68-77.

- Coberband, Leslie (2002). *The Art and Science of Composting*. University of Wisconsin-Madison
- Dence, C.W., 1992. *The determination of lignin, Methods in Lignin Chemistry*. Springerlink.
- Departemen Pekerjaan Umum (2004). *Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik SNI: 19-7030-2004*. Diakses 12 Nopember 2009, dari Departemen Pekerjaan Umum.
www.pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/buat%20web/RSNI%20CD/ABSTR_AKS/Cipta%20Karya/PERSAMPAHAN/SPESIFIKASI/SNI%2019-7030-2004.pdf
- Dougherty, M. (1999). *Physico-Chemical Characterization of Sulphidation pressmud*. Science Publication
- Dyer, David A. (2000). *Soil Sequestration of Carbon and Biomass to Ethanol*. Diakses 10 Mei 2012, dari U. S. Department of Agriculture.
www.scribd.com/e05116chamdixaa
- Hartono, Djoko M et al.,(2009). *Laporan Akhir Program Hibah Kompetisi Untuk Kegiatan tahun 2007-2009* (Depok: Departemen Teknik Sipil, 2009), hal. IV-1.
- Epstein, E., (1997). *Soil Improvers and Growing Media*. Science Direct.
- Farrell, J. B., *Technical Support Document – Pathogen/Vector Attraction Reduction in Sewage Sludge* (New York: Office of Water Regulations And Standards, U.S. EPA, 1989), hal. PB89-126618.
- Gadjos, R. (1992). *The Use Of Organic Waste Materials As Organic Fertilizers - Recycling Of Plant Nutrients*. Acta Horticulturae.
- Golueke, C.G (1991). *The Art and Science of Composting*, hal 220-229. Pennsylvania University.
- Haug, Rogert T., *The Practical Handbook of Compost Engineering* (New York: Lewish Publisher, 1993), hal. 546.

- Himanen, Marina et al.,(2010). *Composting of bio-waste, aerobic and anaerobic sludges – Effect of feedstock on the process and quality of compost. Science Direct.*
- Hatakka, A., (1994). *Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. FEMS Microbiol. Rev. 13, 125±135. Applied and Environmental Microbiology.*
- Hoitink, Harry A.J (2008). *Control of the Composting Process: Product Quality.* Diakses 1 Juni 2012, dari The Ohio State University.
www.annualreviews.org/doi/pdf/10.11
- Koivula, N., et al.,(2000). *Windrow composting of source separated kitchen biowaste in Finland. Waste Management & Research 18, 160– 173. Springerlink.*
- Komilis, P. Dimitris dan Ham, Robert K. (2004). *Carbon dioxide and ammonia emissions during composting of mixed paper, yard waste and food waste. Science Direct.*
- Körner et al., (1999). *Regulation of Nitrogen Content of Compost During Composting first Experimental results. Environmental Expert.*
- Kuo, S.,et al., (1997). *Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate. Science direct*
- Lemus, G.R dan Lau, A.K (2002). *Biodegradation of lipidic compounds in synthetic food wastes during composting. Chemical and Biological Engineering Department, University of British Columbia.*
- Lu Y., Wu X. and Guo J. (2009), *Characteristics of municipal solid waste and sewage sludge cocomposting. The National Engineering Research Center, Tongji University.*
- Lua, S.Y et al., (2007). *Biodegradation of phthalate esters in compost-amended soil.* Diakses 1 Juni 2012, dari NTU Taiwan.
Ntur.lib.ntu.edu.tw/bitstream/246246/176909/1/68.pdf

- Luo, W dan Chen, T.B. (2007). *Effect of moisture adjustments on vertical temperature distribution during forced-aeration static-pile composting of sewage sludge*. *Science Direct*.
- Mason, I.G (2005). *Mathematical modelling of teh composting process: a review*. *Science Direct*.
- Mehl, Jessica A. (2008). *Pathogen Destruction and Aerobic Decomposition in Composting Latrines: A Study from Rural Panama*. Diakses 17 Mei 2012, daei Michigan Technological University.
www.cee.eng.usf.edu/2008mehl.pdf
- Munir, Sahibul (2006). *Metodologi Penelitian*. Diakses 25 Nopember 2009, dari Mercubuana.
http://pksm.mercubuana.ac.id/new/elearning/files_modul/99022-1-576054415088.doc
- Mylavarapu, R.S. et al.,(2009). *Improvement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils*. *Science Direct*.
- Nelson, G (2006). *Covering for compost to accelerate the compost*. Diakses 13 Mei 2012, dari *Research Tools, data, and Communities*.
www.patentsonline.com/y2009/0053499
- Novaes, Evandro et al., (2010). *Lignin and Biomass: A Negative Correlation for Wood Formation and Lignin Content in Tree*. *American Society of Plant Biologies*.
- Pace, Michael G., et al., (1996). *The Composting Process*. Diakses 12 Nopember 2009, dari Utah State University.
extension.usu.edu/files/publications/publication/AG-WM_01.pdf
- Park, Hun Myoung (2003). *Comparing Group Means: The T-test and One-way ANOVA Using STATA, SAS, and SPSS*. Diakses 15 Mei 2012, dari Indiana University.
www.indiana.edu/statmath/stat/all/ttest/ttest.pdf

- Pemerintah Kota Depok (2010). *Laporan Akhir Pekerjaan: kajian pengelolaan Persampahan Kota Depok*. Pemerintah Kota Depok.
- Pullicino, Daniel Said et al.,(2006). *Changes in the chemical characteristics of water-extractable organic matter during composting and their influence on compost stability and maturity*. *Science Direct*.
- Raabe, Robert D. (2007). *The Rapid Composting Method*. Diakses 28 Januari 2010, dari Situs University of California vric.ucdavis.edu/pdf/COMPOST/compost_rapidcompost.pdf
- Rynk, R., M. van de Kamp (1992). *On-Farm Composting Handbook*. Diakses 18 Mei 2012, dari Northeast Regional Agricultural Engineering Service. www.goodreads.com/author/show/46789
- Setyorini, Diah et al., (2006). *Kompos*. Diakses 12 Nopember 2009, dari Departemen Pertanian. balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/buku/pupuk/pupuk2.pdf.
- Singh et al.,(2004) Optimum Moisture Requirement During Vermicomposting Using *Perionyx Excavatus*. Diakses 5 Mei 2012, dari Applied Ecology www.ecology.kee.hu/pdf/02053062
- Soetopo, Rina S. et al.,(2006). *Efektivitas Proses Pengomposan Limbah Sludge IPAL Industri Kertas Dengan Jamur*. Diakses 24 April 2010, dari Balai Besar Pulp dan Kertas. <http://www.bbpbk.go.id/main/bbsfiles/vol43no2/11.Jamur.pdf>
- Som, M et al.,(2009). *Stability and maturity of a green waste and biowaste compost assessed on the basis of a molecular study using spectroscopy, thermal analysis, thermodesorption and thermochemolysis*. *Science Direct*.
- Sparling, G. Et al., (1998). *Hot-water-soluble C as a simple measure of labile soil organic matter: The relationship with microbial biomass C*. *Soil Biol. Biochem.*, 30: 1469-1472. *Science Direct*.

Suehara, Ken-Ichiro et al.,(1999). *Rapid Measurement and Control of the Moisture Content of Compost Using Near-Infrared Spectroscopy*. Science Direct.

Sulistiyawati, Endah et al.,(2007). *Pengaruh Agen Dekomposer Terhadap Kualitas Hasil Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga*. Diakses 12 Nopember 2009, dari Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung.

www.sith.itb.ac.id/profile/databuendah/Publications/25202008.pdf

Somjai, K dan Sapudom, K (2011). *Effects of C/N Ratio and Moisture Contents on Performance of Household Organic Waste Composting Using Passive Aeration Bin*. International Conference on Chemical Engineering and Applications.

Yamin, Sofyan, SPSS Complete: Teknik Analisis Statistik Terlengkap SPSS Seri 1 (Jakarta: Salemba Empat), hal 46

Sutanto, Rachman, *Pertanian Organik* (Yogyakarta: Kanisius, 2002), hal. 38.

Tchobanoglous, George, Frank Keith, *Handbook Of Solid Waste Management Second Edition* (New York: McGraw-Hill, 2002), hal. 12.3.

Tchobanoglous, George, Frank Keith, *Handbook Of Solid Waste Management Second Edition* (New York: McGraw-Hill, 2002), hal. 12.4.

Tchobanoglous, George, Frank Keith, *Handbook Of Solid Waste Management Second Edition* (New York: McGraw-Hill, 2002), hal. 12.6.

Tchobanoglous, George, Frank Keith, *Handbook Of Solid Waste Management Second Edition* (New York: McGraw-Hill, 2002), hal. 12.8.

Tchobanoglous, George, Frank Keith, *Handbook Of Solid Waste Management Second Edition* (New York: McGraw-Hill, 2002), hal. 12.9.

Tchobanoglous, George, Frank Keith, *Handbook Of Solid Waste Management Second Edition* (New York: McGraw-Hill, 2002), hal. 12.10.

Tomati, U et al.,(1995). *Bioremediation of olive-mill wastewaters by composting*. *Waste Management*. Res. 13, 509±518.

Tuomela,M et al., (2000). *Biodegradation of lignin in a compost environment: a review*. *Science Direct*.

Vargas et al.,(2005) *Assesing The Stability And Maturing of Compost at Large Scale Plants*. *Science Direct*.

Waksman, S.A. *Thermophilic actinomycetes and fungi in soils and in composts*. *Science Direct*.

Xueling,Sun. (2006). *Nitrogen Transformation in Food-Waste Composting*.
Diakses 1 Juni 2012, dari Environmental Systems Engineering University
of Regina.
Env.iseis.org/publication/thesis/htm

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemeriksaan Lignin

1.1 Penetapan Kadar Lignin

Penetapan kadar fosfor dan nitrogen sesuai dengan SNI -492:2008 Tentang Cara Uji Kadar Lignin-Metode Klason.

2.1. Bahan dan Alat

- Bahan
 - 1) Asam sulfat (H_2SO_4) 72% ($24 \pm 0,1$)N, massa jenis 1,6328
 - 2) Campuran alkohol 95% dan benzena p.a dengan perbandingan 1:2
- Alat
 - 1) Cawan masir 1G2 30ml.
 - 2) Bak perendam yang diatur suhunya ($20^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$).
 - 3) Labu erlenmeyer 1000 ml dan 2000 ml.
 - 4) Oven ($105^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$).
 - 5) Buret 50 ml
 - 6) Gelas piala 50 ml dan 100 ml.
 - 7) Batang pengaduk gelas.
 - 8) Pwendingin balik.
 - 9) Alat ekstraksi (soxhlet).
 - 10) Gelas ukur 500 ml.

2.1.3 Cara kerja

1. Timbang contoh sebanyak $2,0 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$.
2. Ekstraksi contoh dengan alkohol benzena 1:2.
3. Pindahkan contoh uji bebas ekstraktif ke dalam gelas piala 100 ml dan kemudian ditambahkan asam sulfat 72% sebanyak 40 ml. Penambahan

dilakukan secara perlahan didalam bak perendam sambil dilakukan pengadukan dan maserasi dengan batang pengaduk selama 3 menit.

4. Setelah tersisipersi sempurna, tutup gelas piala dengan kaca arloji dan biarkan pada bak perendam selama dua jam dan dilakukan pengadukan selama proses berlangsung.
5. Tambahkan air suling sebanyak 400 ml ke dalam labu erlenmeyer 2000 ml dan pindahkan contoh dari gelas pialah secara kuantitatif. Tambahkan air sampai 1540 ml sehingga konsentrasi sulfat menjadi 3%.
6. Panaskan larutan dalam erlenmeyer sampai mendidih dan biarkan di atas penangas air selama empat jam dengan api kecil. Jaga supaya volume larutan tetap, dapat pula menggunakan pendingin balik.
7. Dinginkan dan diamkan endapan lignin sampai mengendap sempurna.
8. Dekantasikan larutan dan pindahkan endapan lignin secara kuantitatif ke dalam cawan masir.
9. Cuci endapan lignin sampai bebas asam dengan air panas.
10. Keringkan cawan masir yang berisi endapan lignin pada oven ($1050C \pm 30C$).
11. Timbang berat cawan masir.

Lampiran 2 Penetapan Kadar Nitrogen

2.1 Preparasi untuk sampel untuk Nitrogen

Penetapan kadar fosfor dan nitrogen sesuai dengan Hach DR/2000 *Spectrophotometer Handbook* (1985).

2.1.1 Prinsip Kerja

Sampel yang telah diayak dengan ukuran tertentu dihilangkan kadar airnya dan dilarutkan dengan HCl untuk mempermudah kelarutan.

2.1.2 Bahan dan Alat

- Bahan
 - 1) Sampel yang akan diperiksa.
 - 2) Natrium Karbonat (Na_2CO_3).
 - 3) Asam Klorida (HCl) 0,1 N.

- Alat
 - 11) Oven.
 - 12) Ayakan ukuran 100 mesh.
 - 13) Cawan porselin.
 - 14) *Furnace*.
 - 15) Kertas saring.
 - 16) *Vacuum pump*.
 - 17) Labu ukur 100 mL.
 - 18) *Beaker glass* 250 mL.

2.1.3 Cara kerja

12. Sampel dipanaskan di dalam oven dengan suhu 105°C , untuk menghilangkan kadar air.
13. Kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran ayakan 100 mesh.
14. Sampel ditimbang 1,0-1,5 gram dengan cawan porselin.

15. Agar sampel awet ditambahkan dengan Na_2CO_3 0,25 gram.
16. Di *furnace* dengan suhu 800°C selama 1 jam.
17. Ditimbang 1 gram sampel.
18. Dimasukkan ke dalam Labu ukur 100 mL.
19. Ditambahkan 100 mL HCl 0.1 N, diaduk hingga merata selama 30 menit.
20. Disaring dengan kertas saring.
21. Larutan hasil saringan siap untuk diperiksa kadarnya.

2.2 Penetapan Kadar Nitrogen (N) dengan Spektrofotometer

2.2.1 Prinsip kerja

Sampel yang telah dipreparasi ditambahkan mineral *stabilizer* untuk menghilangkan kandungan kesadahan yang terdapat dalam sampel dan penambahan *Nessler reagent* untuk ,menghilangkan kandungan besi dan sulfida yang akan menyebabkan kekeruhan. Sampel diukur dengan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 425 nm.

2.2.2 Bahan dan Alat

- Bahan
 - 1) *Deminerlized water*.
 - 2) Sampel yang telah dipreparasi.
 - 3) *Mineral stabilizer*.
 - 4) *Polyvinil alcohol*.
 - 5) *Nessler reagent*.

- Alat
 - 1) Gelas ukur 100 mL.
 - 2) Pipet volumetri 1 mL.
 - 3) Kuvet spektrofotometer.
 - 4) Spektrofotometer DR 2000.
 - 5) *Beaker glass* 600 mL.

2.2.3 Cara kerja

1. Masukkan nomor metode yaitu 380 di spektrofotometer, tekan READ/ENTER.
2. Atur *wavelength* hingga 425 nm di display.
3. Tekan READ/ENTER.
4. Masukkan 25 mL sampel yang telah dipreparasi ke dalam gelas ukur.
5. Masukkan 25 mL *demineralized water* ke dalam gelas ukur lainnya (blanko).
6. Tambahkan 3 tetes mineral *stabilizer* ke masing-masing gelas ukur, diaduk.
7. Tambahkan 3 tetes *poliyvinil alcohol dispersing agent*, diaduk.
8. Tambahkan 1 mL *nessler reagent* ke masing-masing gelas ukur, diaduk.
9. Tekan SHIFT,TIMER.
10. Masukkan masing-masing larutan dalam gelas ukur ke kuvet.
11. Masukkan blanko ke dalam spektrofotometer,ditutup.
12. Tekan ZERO, hingga muncul 0,00 mg/L N-NH₃.
13. Masukkan sampel sampel ke dalam spektrofotometer.
14. Tekan READ/ENTER.
15. Dicatat hasil yang tertera di display.

Lampiran 3 Penetapan Kadar Karbon

3.3 Penetapan Kadar Karbon (C)

Penetapan kadar karbon (C) berdasarkan Cara Uji Karbon Organik Total SNI 06-6989.28-2005

3.3.1 Prinsip kerja

Contoh didekomposisi oleh $\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$ menjadi C bebas. Kemudian dalam suasana asam pekat C akan mereduksikan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ menjadi Cr^{3+} . Kelebihan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ direduksikan dengan FeSO_4 , sehingga kelebihan FeSO_4 dapat dititrasi dengan KMnO_4 dan didapatkan warna titik akhir lembayung.

3.3.2 Bahan dan Alat

- Bahan
 - 1) Sampel yang telah diayak ukuran 100 mesh.
 - 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 2N.
 - 3) $\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$.
 - 4) FeSO_4 0,02N.
 - 5) Air suling.
 - 6) KMnO_4 0,1N.

- Alat
 - 1) Labu ukur 100 mL.
 - 2) Buret 25 mL.
 - 3) Pipet ukur 10 mL.
 - 4) Pipet ukur 25 mL.
 - 5) Neraca Analitik.
 - 6) Penangas air.
 - 7) Labu semprot.
 - 8) Kertas saring berabu.
 - 9) *Erlenmeyer* 250 mL

3.3.3 Cara kerja

1. Disiapkan peralatan yang digunakan.
2. Ditimbang ± 1 gram contoh dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL.
3. Ditambahkan 10 mL $K_2Cr_2O_7$ 2N berlebih terukur.
4. Ditambahkan 15 mL $H_2SO_4(p)$.
5. Dipanaskan di atas penangas air selama 1,5 jam medidih, digoyangkan 15 menit sekali (dominan sindur).
6. Didinginkan dan dihimpitkan.
7. Disaring dengan kertas saring berabu.
8. Filtrat saringan dipipet 10 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer.
9. Ditambahkan 10 mL $FeSO_4$ 0,02N berlebih terukur sehingga warna larutan menjadi dominan hijau.
10. Dititar dengan $KMnO_4$ 0,1N hingga titik akhir lembayung muda.

Lampiran 4 Uji Perbandingan Rerata SPSS

4.1 Suhu

ONEWAY kadar_air BY VS /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS.

[DataSet2] C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\CM.sav

ANOVA

ANOVA Kadar Air

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---|------|
| Between Groups | 95.000 | 72 | 1.319 | | |
| Within Groups | .000 | 3 | .000 | | |
| Total | 95.000 | 75 | | | |

SAVE OUTFILE='C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\CM.sav'
/COMPRESSED. SAVE OUTFILE='C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data
angga\REVISI\Suhu Full.sav' /COMPRESSED. ONEWAY kadar_air BY Suhu /STATISTICS
HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS.

Oneway

| | | |
|------------------------|--------------------------------|--|
| | Output Created | 17-May-2012 11:35:15 |
| | Comments | |
| Input | Data | C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\Suhu Full.sav |
| | Active Dataset | DataSet2 |
| | Filter | <none> |
| | Weight | <none> |
| | Split File | <none> |
| | N of Rows in Working Data File | 184 |
| Missing Value Handling | Definition of Missing | User-defined missing values are treated as missing. |
| | Cases Used | Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis. |
| | Syntax | ONEWAY kadar_air BY Suhu /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS. |
| Resources | Processor Time | 0:00:00.000 |
| | Elapsed Time | 0:00:00.000 |

[DataSet2] C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\Suhu Full.sav

ANOVA

kadar_air

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|-----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 120.905 | 50 | 2.418 | 2.948 | .000 |
| Within Groups | 109.095 | 133 | .820 | | |
| Total | 230.000 | 183 | | | |

4.2 Suhu 54-60 Hari

NEW FILE. SAVE OUTFILE='C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\CM suhu 50-60.sav' /COMPRESSED. ONEWAY Tumpukan BY Suhu /MISSING ANALYSIS.

[DataSet8] C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\CM suhu 50-60.sav

ANOVA

Tumpukan

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 10.892 | 5 | 2.178 | 1.916 | .121 |
| Within Groups | 34.108 | 30 | 1.137 | | |
| Total | 45.000 | 35 | | | |

Oneway

Notes

| | | |
|------------------------|--------------------------------|--|
| | Output Created | 17-May-2012 23:03:48 |
| | Comments | |
| Input | Active Dataset | DataSet2 |
| | Filter | <none> |
| | Weight | <none> |
| | Split File | <none> |
| | N of Rows in Working Data File | 20 |
| Missing Value Handling | Definition of Missing | User-defined missing values are treated as missing. |
| | Cases Used | Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis. |
| | Syntax | ONEWAY Tumpukan BY Suhu /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS. |
| Resources | Processor Time | 0:00:00.000 |
| | Elapsed Time | 0:00:00.000 |

[DataSet2]

4.3 Kadar Air

NEW FILE. SAVE OUTFILE='C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\Compare mean general.sav' /COMPRESSED. DATASET ACTIVATE DataSet2. ONEWAY kadar_air BY Kadar_air_lapangan /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS.

[DataSet2] C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\compare mean.sav

ANOVA

kadar_air

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---|------|
| Between Groups | 95.000 | 66 | 1.439 | | |
| Within Groups | .000 | 9 | .000 | | |
| Total | 95.000 | 75 | | | |

4.4 Volatile Solid

ONEWAY kadar_air BY VS /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS.

[DataSet1] C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\CM.sav

ANOVA

kadar_air

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---|------|
| Between Groups | 95.000 | 75 | 1.267 | | |
| Within Groups | .000 | 0 | | | |
| Total | 95.000 | 75 | | | |

4.5 Lignin

GET FILE='C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\CM INC.sav'. SAVE OUTFILE='C:\Users\Angga\Documents\Tesis\olah data angga\REVISI\CM INC.sav' /COMPRESSED. ONEWAY rencana_kadar_air BY Lignin /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS.

ANOVA

rencana_kadar_air

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---|------|
| Between Groups | 15.000 | 11 | 1.364 | | |
| Within Groups | .000 | 0 | | | |
| Total | 15.000 | 11 | | | |

4.6 pH

ONEWAY kadar_air BY pH /MISSING ANALYSIS.

ANOVA

kadar_air

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 71.671 | 48 | 1.493 | 1.728 | .065 |
| Within Groups | 23.329 | 27 | .864 | | |
| Total | 95.000 | 75 | | | |

4.7 Karbon

ONEWAY rencana_kadar_air BY C_Organik /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS.

ANOVA

rencana_kadar_air

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---|------|
| Between Groups | 15.000 | 11 | 1.364 | | |
| Within Groups | .000 | 0 | | | |
| Total | 15.000 | 11 | | | |

4.8 Nitrogen

ONEWAY rencana_kadar_air BY N_Total /STATISTICS HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS.

Oneway

ANOVA

rencana_kadar_air

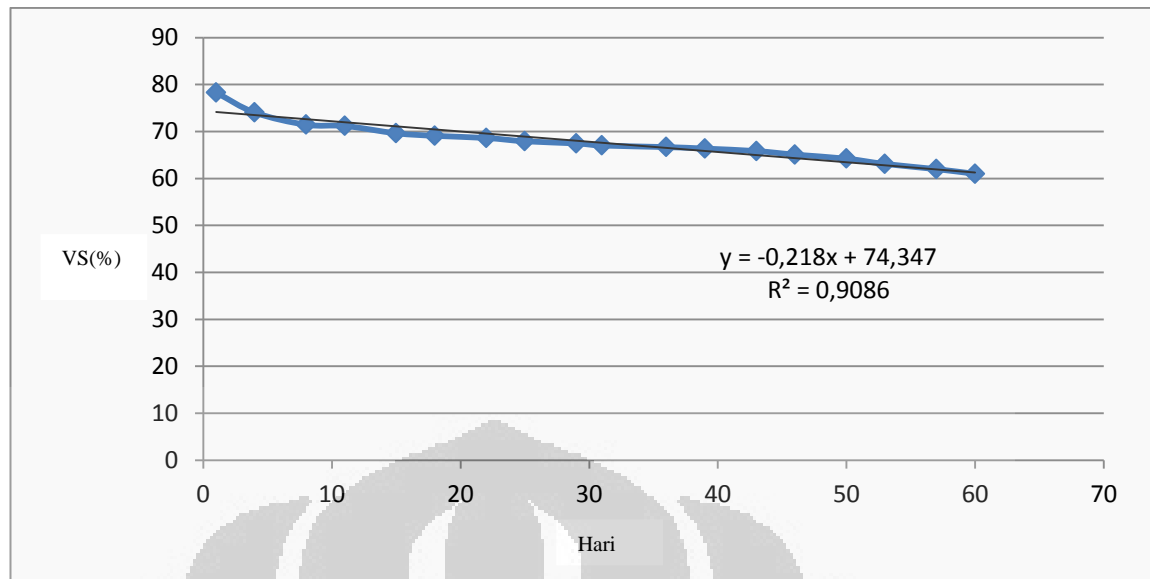
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 12.500 | 9 | 1.389 | 1.111 | .560 |
| Within Groups | 2.500 | 2 | 1.250 | | |
| Total | 15.000 | 11 | | | |

Lampiran 5 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi *Volatile Solid*

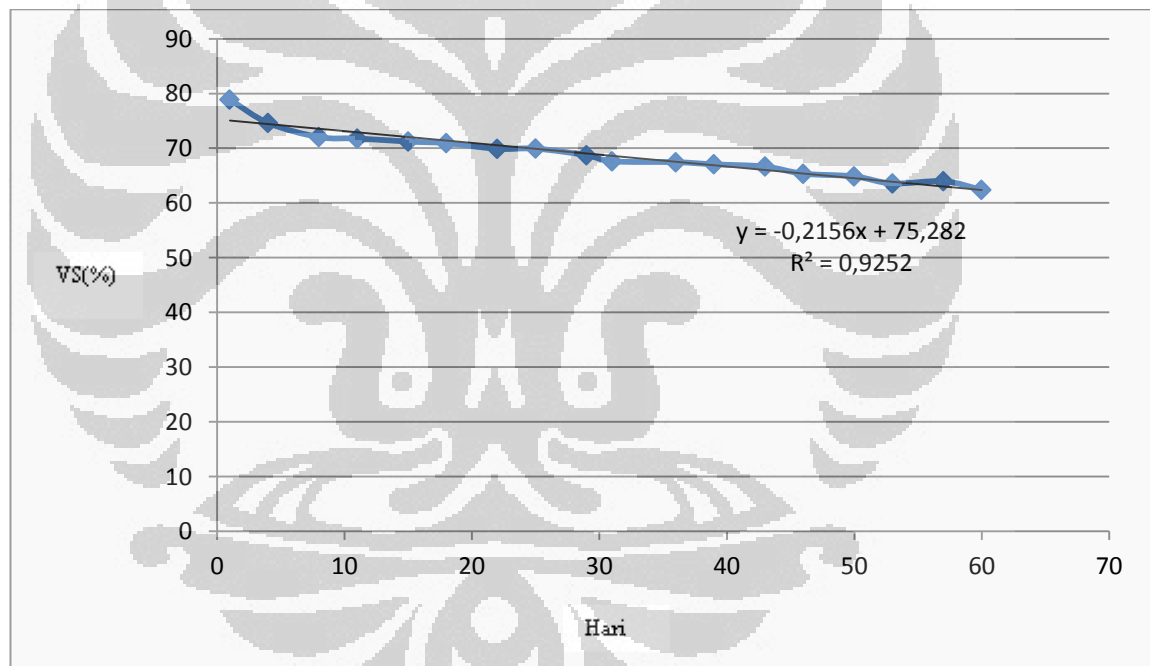
Orde Nol (C)

Tabel Orde Nol *Volatile Solid*(C)

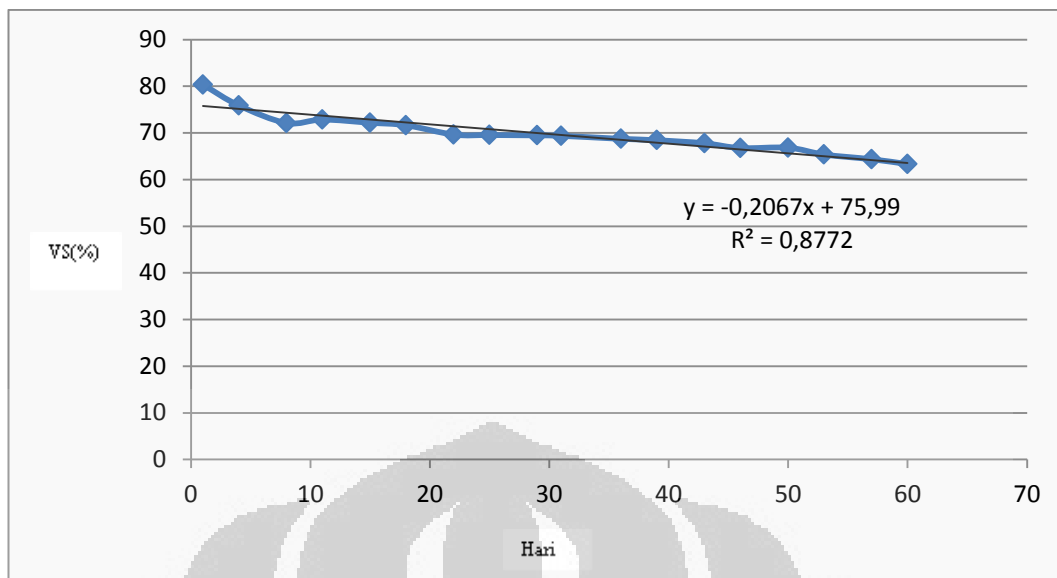
| Hari | Tumpukkan 1 (Kadar Air 40 %) | Tumpukkan 2 (Kadar Air 50 %) | Tumpukkan 3 (Kadar Air 60 %) | Tumpukkan 4 (Kadar Air 70 %) |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 78,28 | 78,88 | 80,33 | 81,66 |
| 4 | 74,02 | 74,62 | 75,87 | 77,87 |
| 8 | 71,43 | 72,03 | 72,12 | 74,12 |
| 11 | 71,18 | 71,78 | 72,85 | 74,85 |
| 15 | 69,62 | 71,22 | 72,17 | 74,17 |
| 18 | 69,07 | 70,93 | 71,64 | 73,64 |
| 22 | 68,62 | 69,89 | 69,63 | 71,63 |
| 25 | 67,91 | 69,93 | 69,54 | 71,54 |
| 29 | 67,46 | 68,72 | 69,47 | 71,47 |
| 31 | 67,01 | 67,61 | 69,37 | 71,37 |
| 36 | 66,68 | 67,45 | 68,73 | 70,73 |
| 39 | 66,36 | 67,06 | 68,43 | 70,43 |
| 43 | 65,83 | 66,65 | 67,78 | 69,78 |
| 46 | 65,07 | 65,35 | 66,75 | 68,75 |
| 50 | 64,21 | 64,86 | 66,83 | 68,83 |
| 53 | 63,08 | 63,56 | 65,36 | 67,36 |
| 57 | 61,98 | 63,98 | 64,35 | 66,35 |
| 60 | 60,98 | 62,41 | 63,31 | 65,31 |



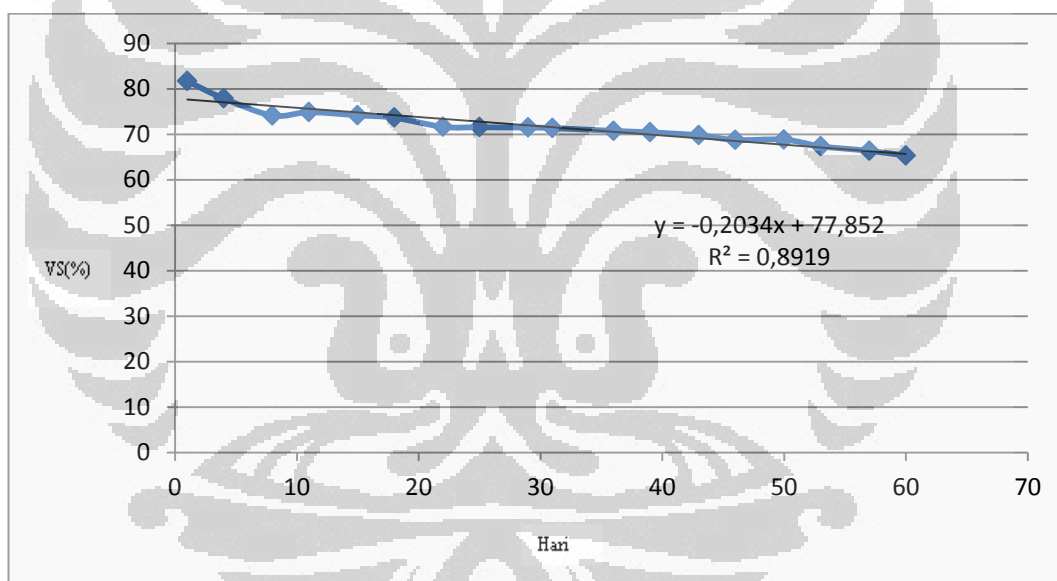
Gambar Grafik Orde Nol *Volatile Solid* Tumpukan 1



Gambar Grafik Orde Nol *Volatile Solid* Tumpukan 2



Gambar Grafik Orde Nol *Volatile Solid* Tumpukan 3

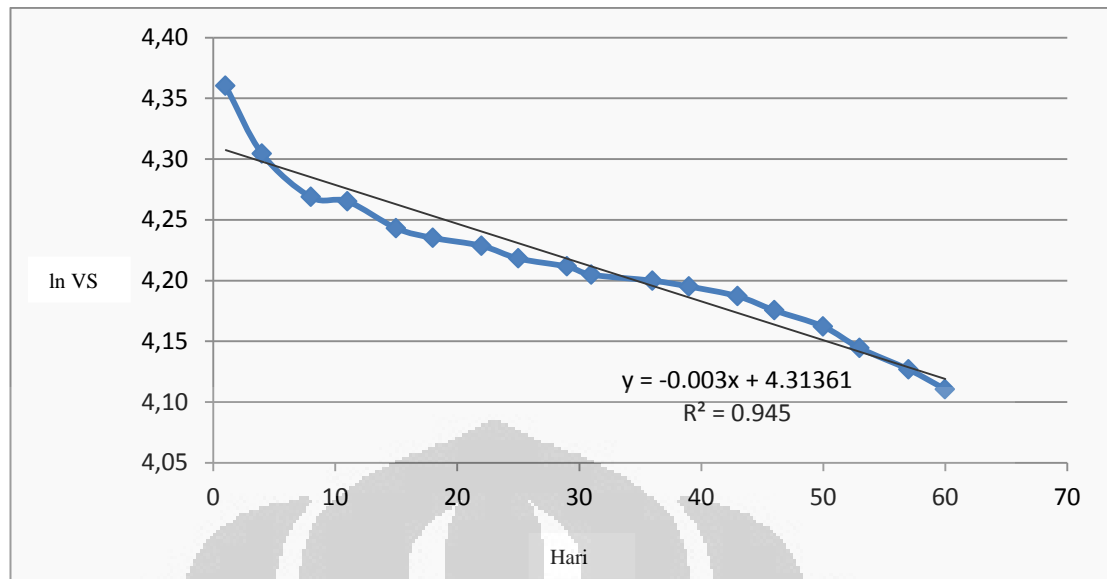


Gambar Grafik Orde Nol *Volatile Solid* Tumpukan 4

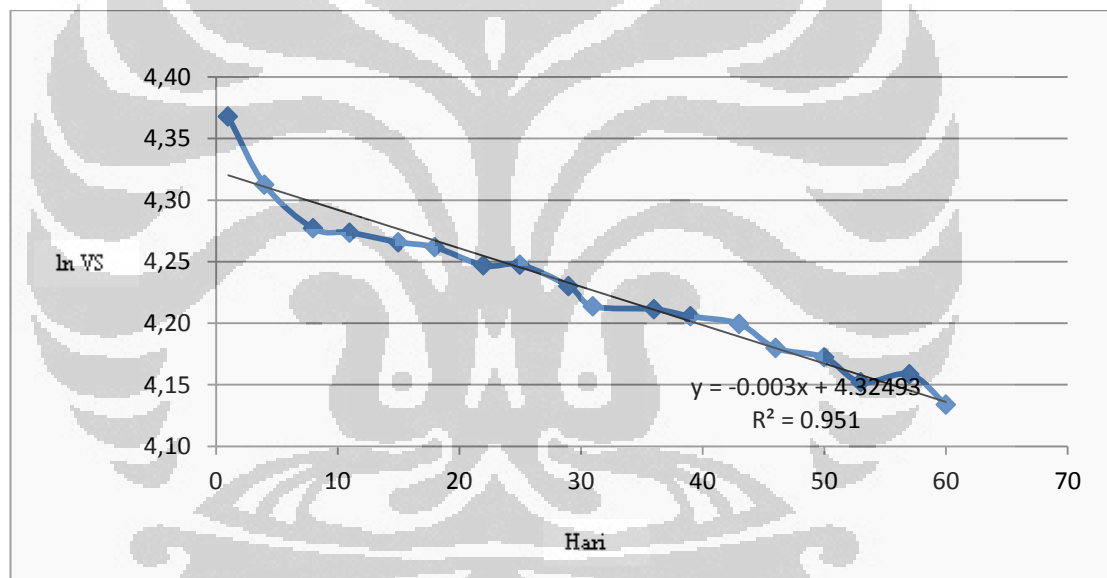
Orde Pertama (In C)

Tabel Orde Pertama *Volatile Solid*(In C)

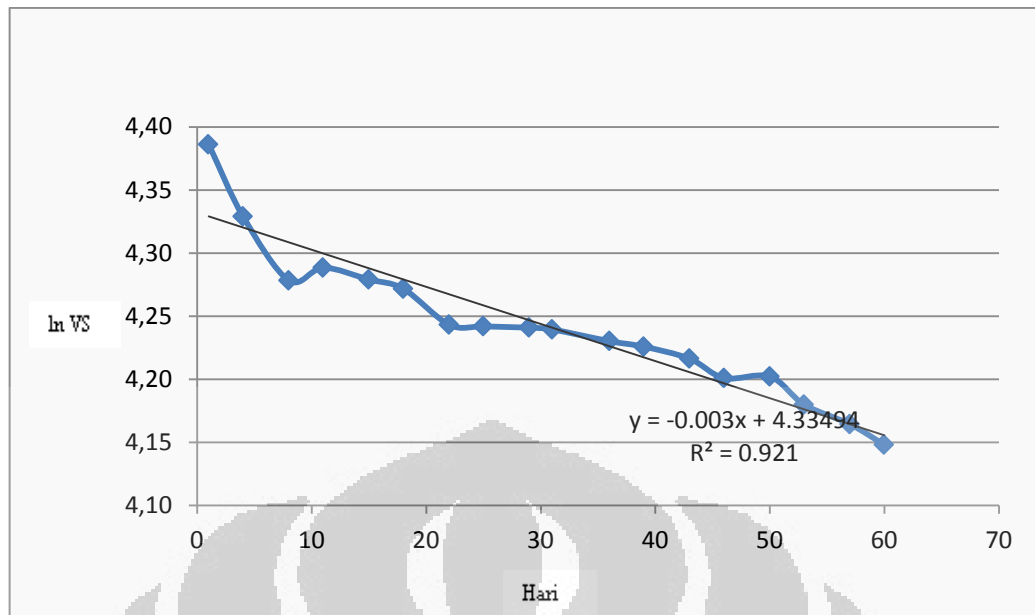
| Hari | Tumpukkan 1 (Kadar Air 40 %) | Tumpukkan 2 (Kadar Air 50 %) | Tumpukkan 3 (Kadar Air 60 %) | Tumpukkan 4 (Kadar Air 70 %) |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1,00 | 4,36 | 4,37 | 4,39 | 4,40 |
| 4,00 | 4,30 | 4,31 | 4,33 | 4,36 |
| 8,00 | 4,27 | 4,28 | 4,28 | 4,31 |
| 11,00 | 4,27 | 4,27 | 4,29 | 4,32 |
| 15,00 | 4,24 | 4,27 | 4,28 | 4,31 |
| 18,00 | 4,24 | 4,26 | 4,27 | 4,30 |
| 22,00 | 4,23 | 4,25 | 4,24 | 4,27 |
| 25,00 | 4,22 | 4,25 | 4,24 | 4,27 |
| 29,00 | 4,21 | 4,23 | 4,24 | 4,27 |
| 31,00 | 4,20 | 4,21 | 4,24 | 4,27 |
| 36,00 | 4,20 | 4,21 | 4,23 | 4,26 |
| 39,00 | 4,20 | 4,21 | 4,23 | 4,25 |
| 43,00 | 4,19 | 4,20 | 4,22 | 4,25 |
| 46,00 | 4,18 | 4,18 | 4,20 | 4,23 |
| 50,00 | 4,16 | 4,17 | 4,20 | 4,23 |
| 53,00 | 4,14 | 4,15 | 4,18 | 4,21 |
| 57,00 | 4,13 | 4,16 | 4,16 | 4,19 |
| 60,00 | 4,11 | 4,13 | 4,15 | 4,18 |



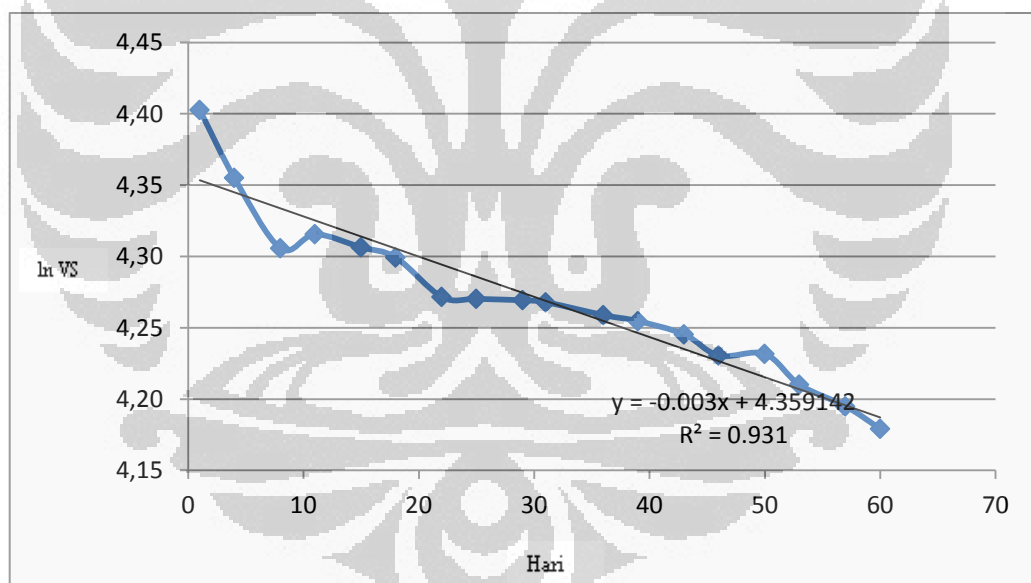
Gambar Grafik Orde Pertama *Volatile Solid* Tumpukan 1



Gambar Grafik Orde Pertama *Volatile Solid* Tumpukan 2



Gambar Grafik Orde Pertama *Volatile Solid* Tumpukan 3

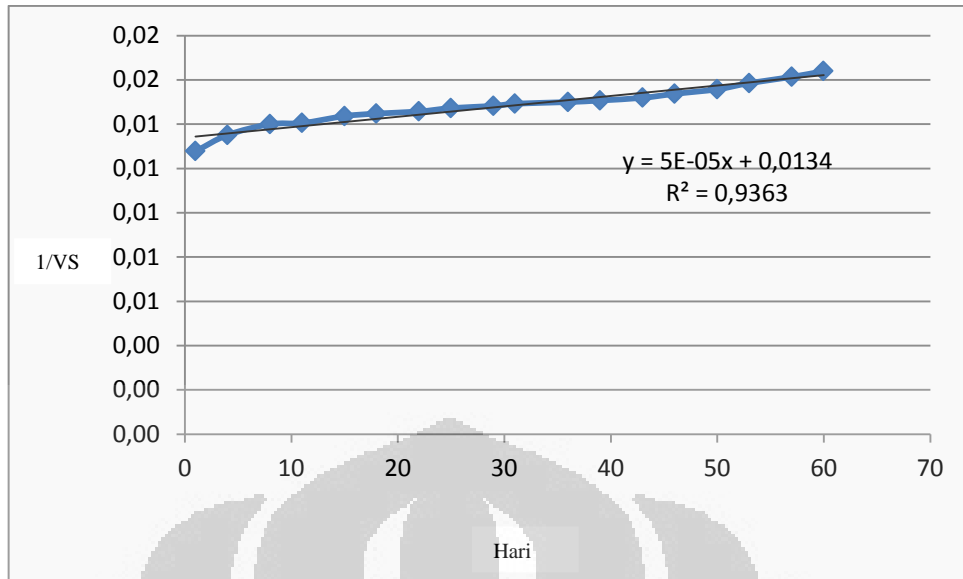


Gambar Grafik Orde Pertama *Volatile Solid* Tumpukan 4

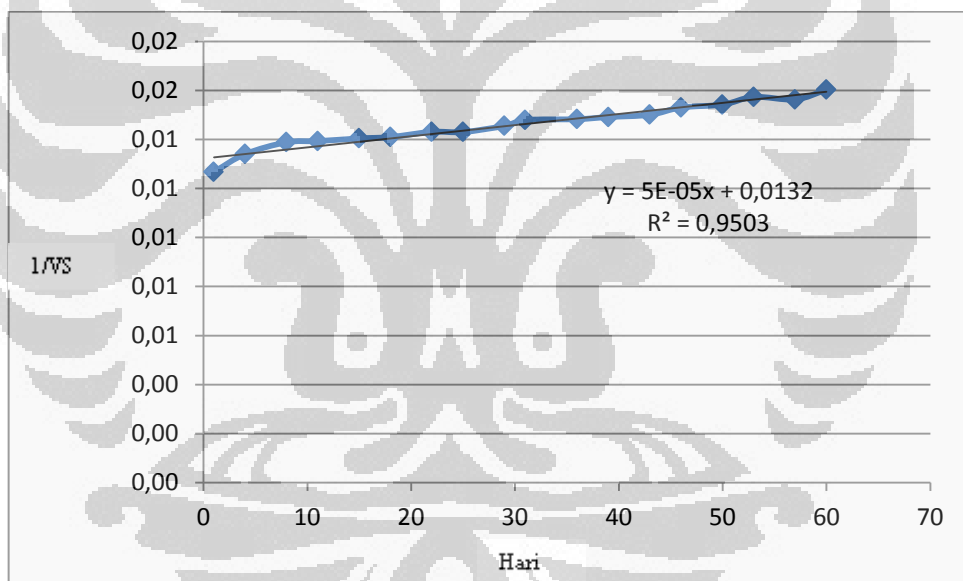
Orde Kedua (1/C)

Tabel Orde Kedua *Volatile Solid*(In C)

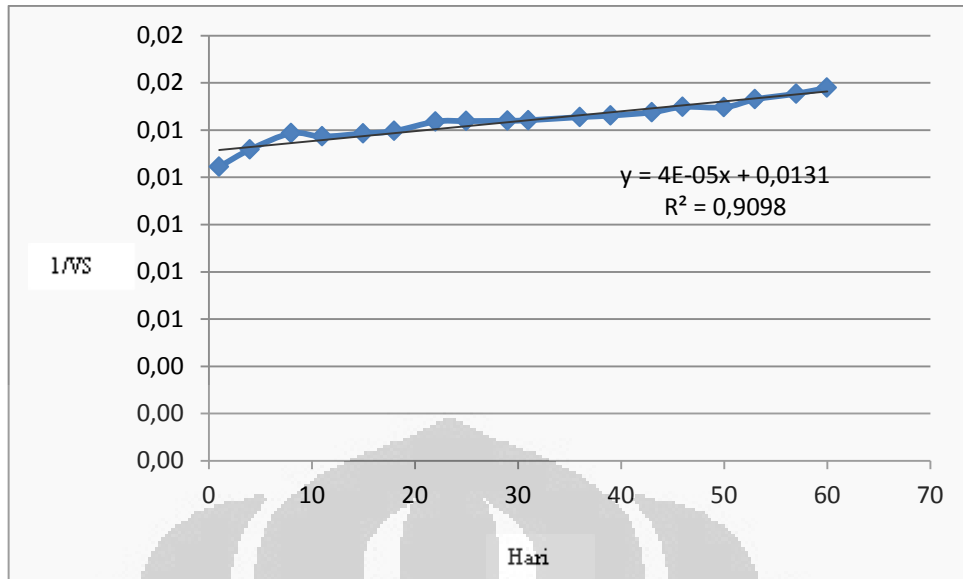
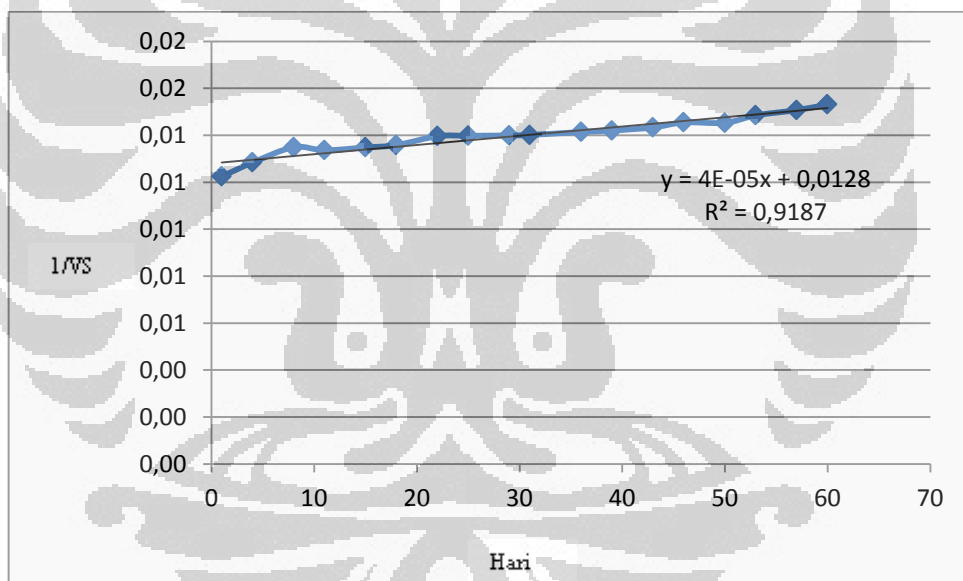
| Hari | Tumpukkan 1 (Kadar Air 40 %) | Tumpukkan 2 (Kadar Air 50 %) | Tumpukkan 3 (Kadar Air 60 %) | Tumpukkan 4 (Kadar Air 70 %) |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 4,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 8,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 11,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 15,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 18,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 22,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 25,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 29,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 31,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 36,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 39,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 43,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 46,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 50,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 53,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 57,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 60,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |



Gambar Grafik Orde Kedua *Volatile Solid* Tumpukan 1



Gambar Grafik Orde Kedua *Volatile Solid* Tumpukan 2

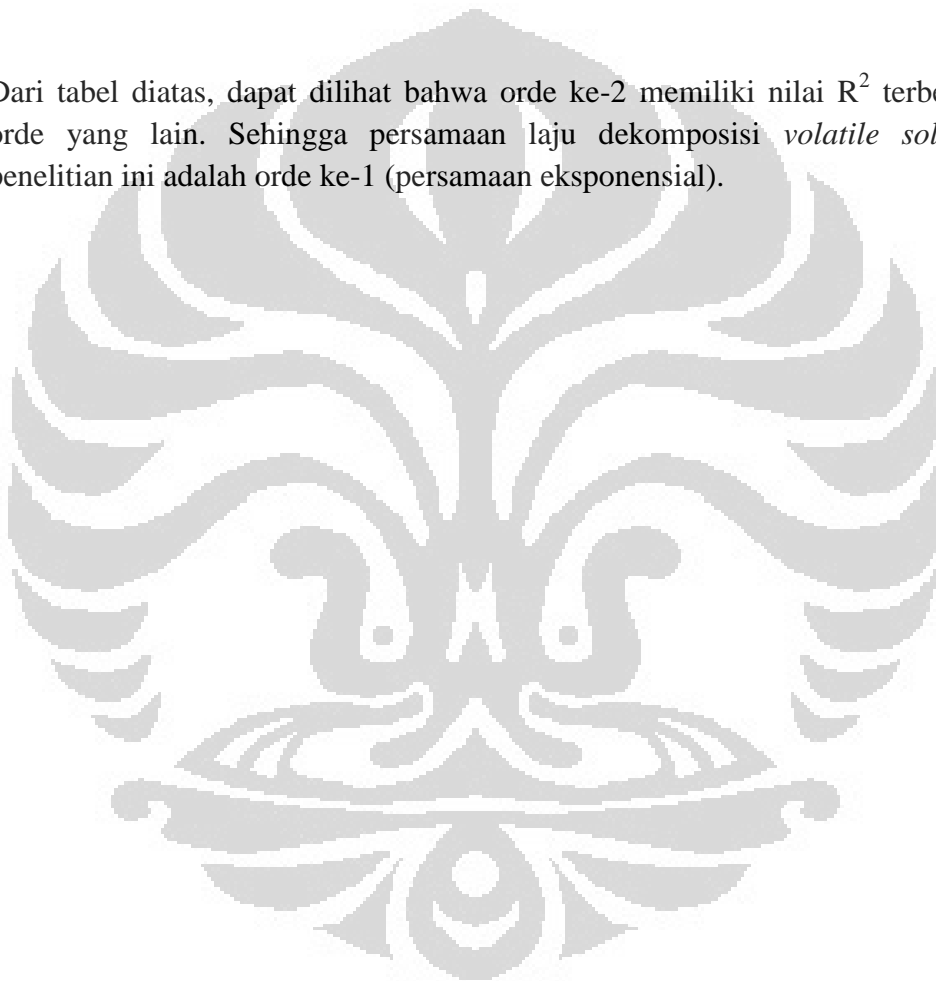
Gambar Grafik Orde Kedua *Volatile Solid* Tumpukan 3Gambar Grafik Orde Kedua *Volatile Solid* Tumpukan 4

Resume Hasil R^2 Setiap Orde

Tabel Resume R^2 Setiap Orde

| Perlakuan | Orde ke-0 | Orde ke-1 | Orde ke-2 |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| Tumpukan 1 | 0,908 | 0,945 | 0,936 |
| Tumpukan 2 | 0,925 | 0,951 | 0,95 |
| Tumpukan 3 | 0,877 | 0,921 | 0,909 |
| Tumpukan 4 | 0,891 | 0,931 | 0,918 |
| Rata-rata | 0,900 | 0,937 | 0,928 |

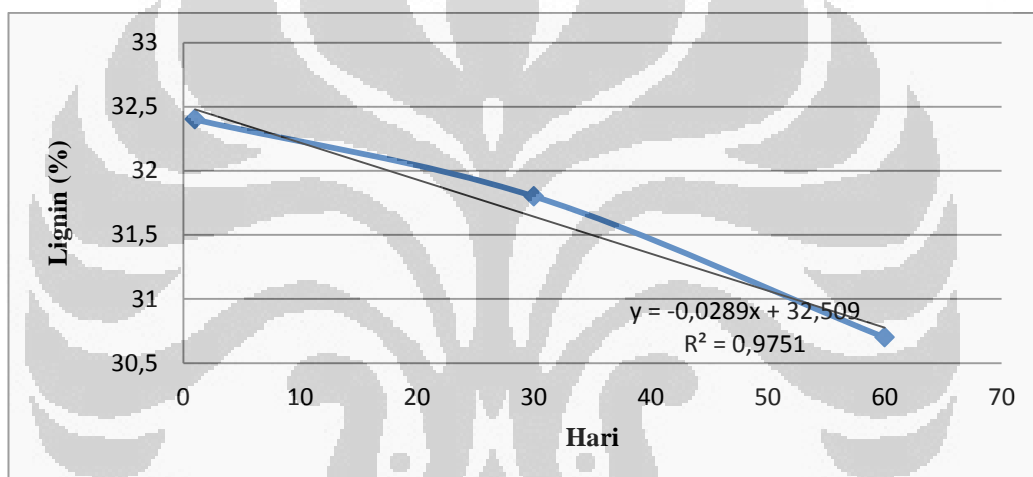
Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa orde ke-2 memiliki nilai R^2 terbesar dari orde yang lain. Sehingga persamaan laju dekomposisi *volatile solid* pada penelitian ini adalah orde ke-1 (persamaan eksponensial).



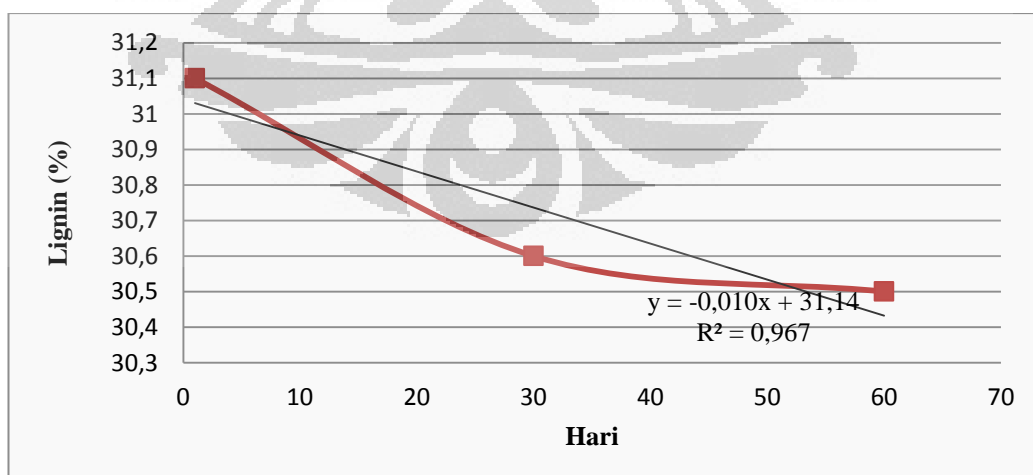
Lampiran 6 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi Lignin Orde Nol (C)

Tabel Orde Nol Lignin (C %)

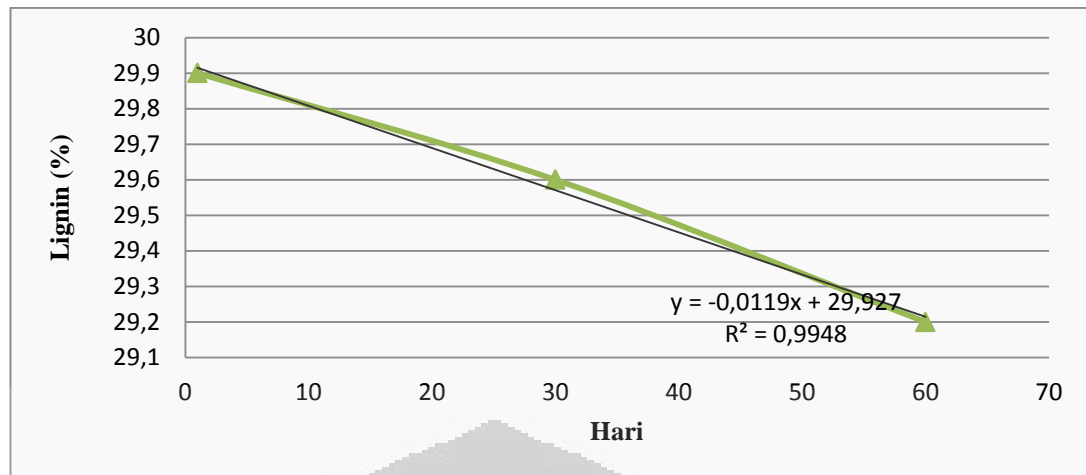
| Hari | | |
|------|------|------|
| 1 | 30 | 60 |
| 32,4 | 31,8 | 30,7 |
| 31,1 | 30,6 | 30,5 |
| 29,9 | 29,6 | 29,2 |
| 29,5 | 29,4 | 29,1 |



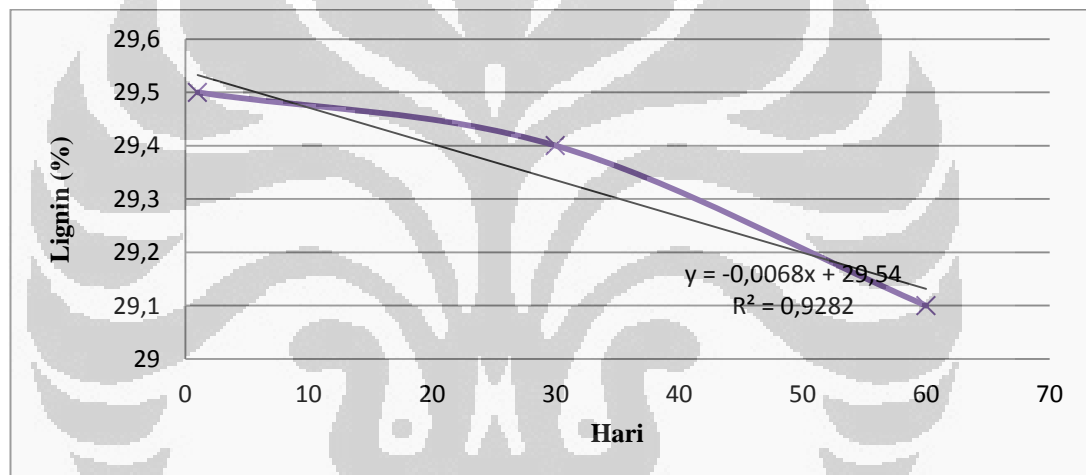
Gambar Grafik Orde Nol Lignin Tumpukan 1



Gambar Grafik Orde Nol Lignin Tumpukan 2



Gambar Grafik Orde Nol Lignin Tumpukan 3

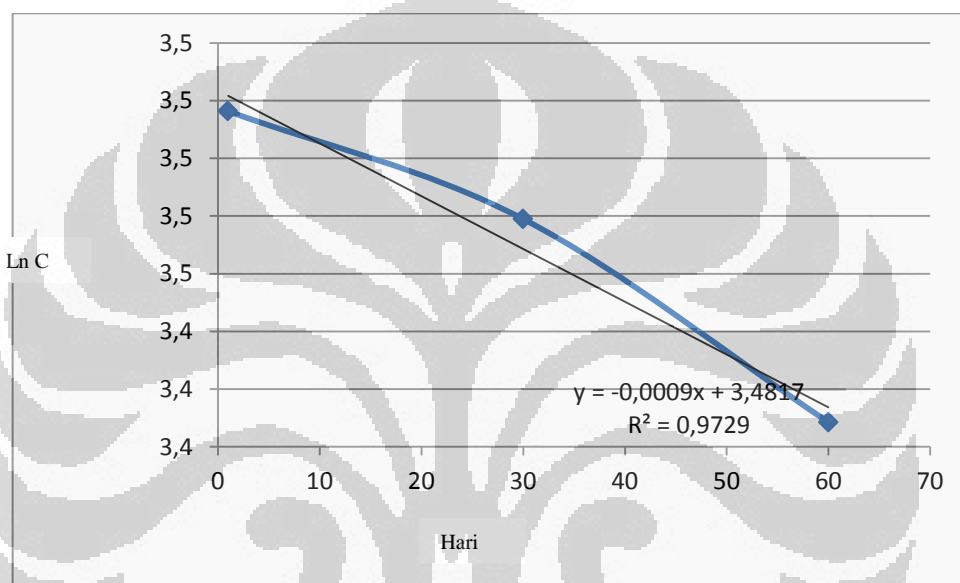


Gambar Grafik Orde Nol Lignin Tumpukan 4

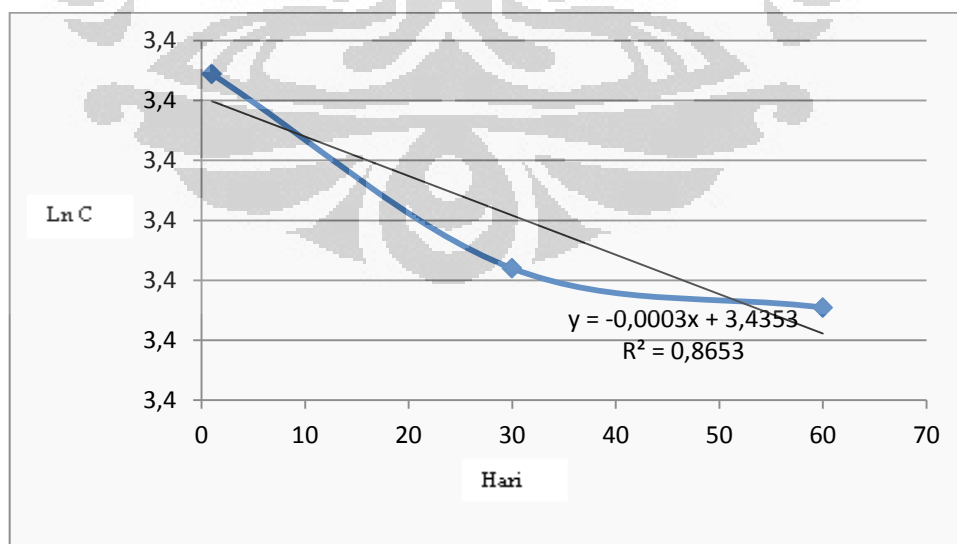
Orde Pertama (ln C)

Tabel Orde Pertama Lignin (ln C)

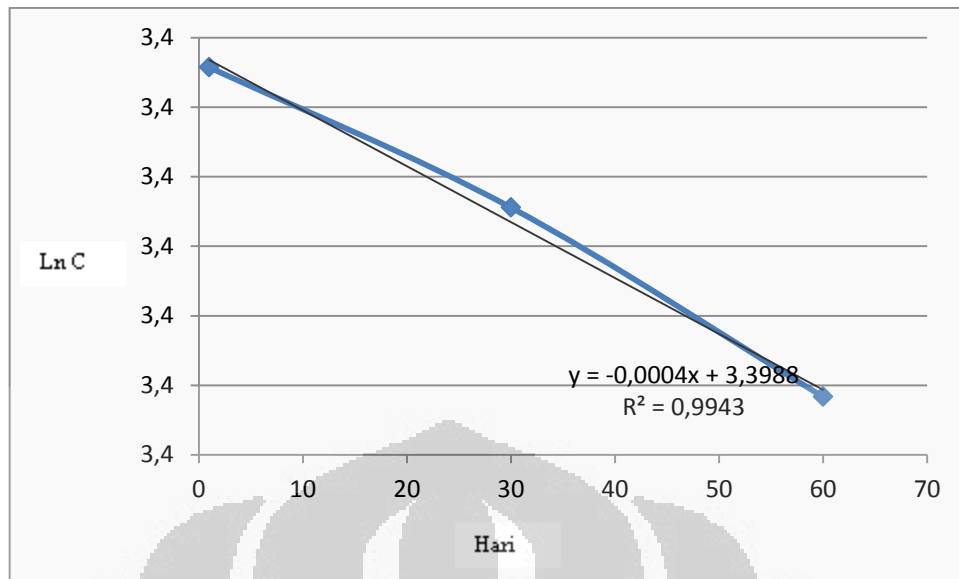
| Hari | | |
|------|-----|-----|
| 1 | 30 | 60 |
| 3,5 | 3,5 | 3,4 |
| 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| 3,4 | 3,4 | 3,4 |



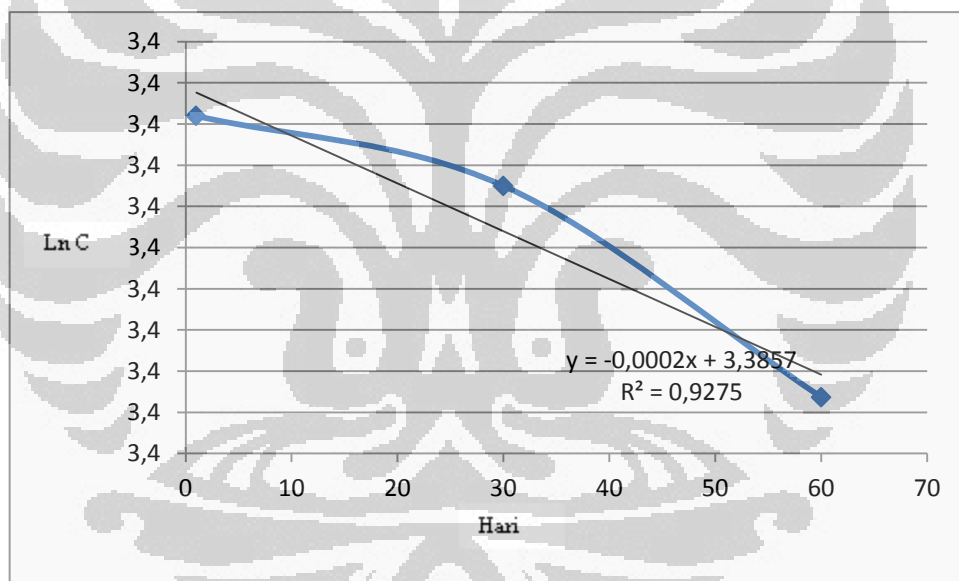
Gambar Grafik Orde Pertama Lignin Tumpukan 1



Gambar Grafik Orde Pertama Lignin Tumpukan 2



Gambar Grafik Orde Pertama Lignin Tumpukan 3

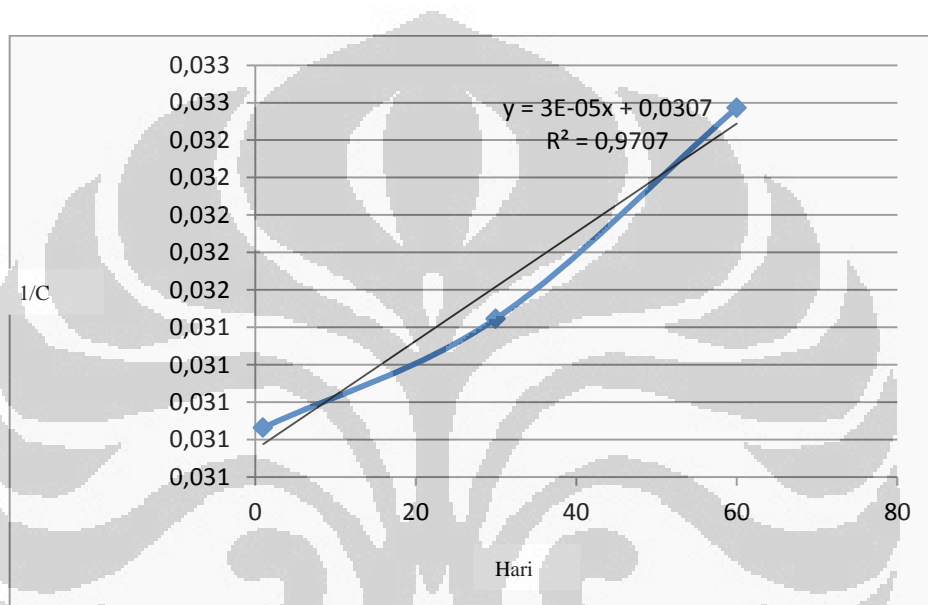


Gambar Grafik Orde Pertama Lignin Tumpukan 4

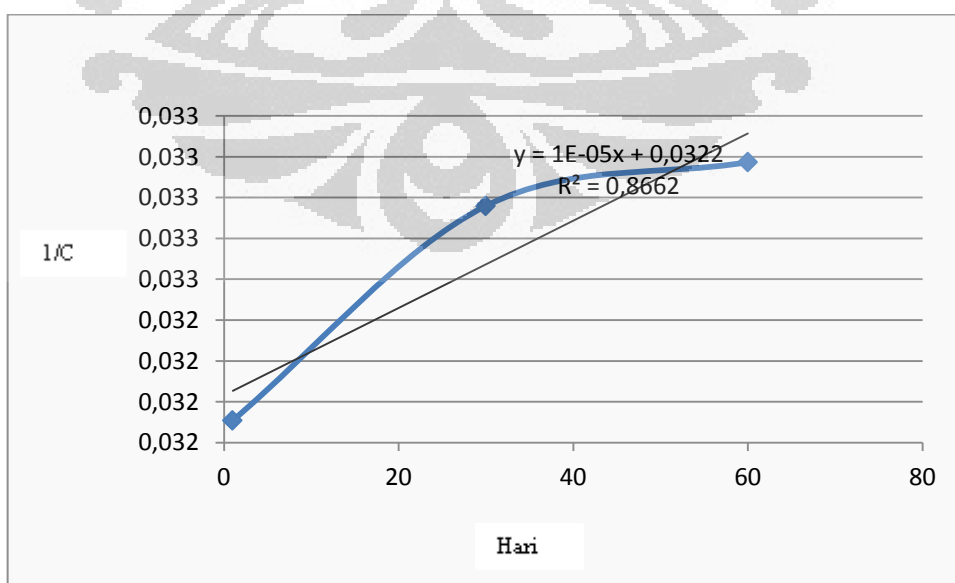
Orde Kedua (1/C)

Tabel Orde Pertama Lignin (1/C)

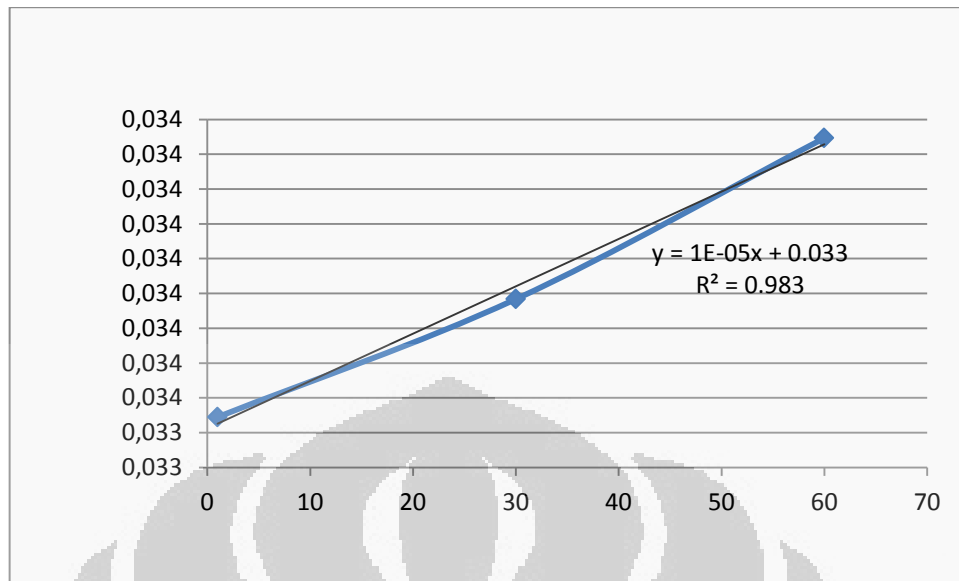
| Hari | | |
|-------|-------|-------|
| 1 | 30 | 60 |
| 0,031 | 0,031 | 0,033 |
| 0,032 | 0,033 | 0,033 |
| 0,033 | 0,034 | 0,034 |
| 0,034 | 0,034 | 0,034 |



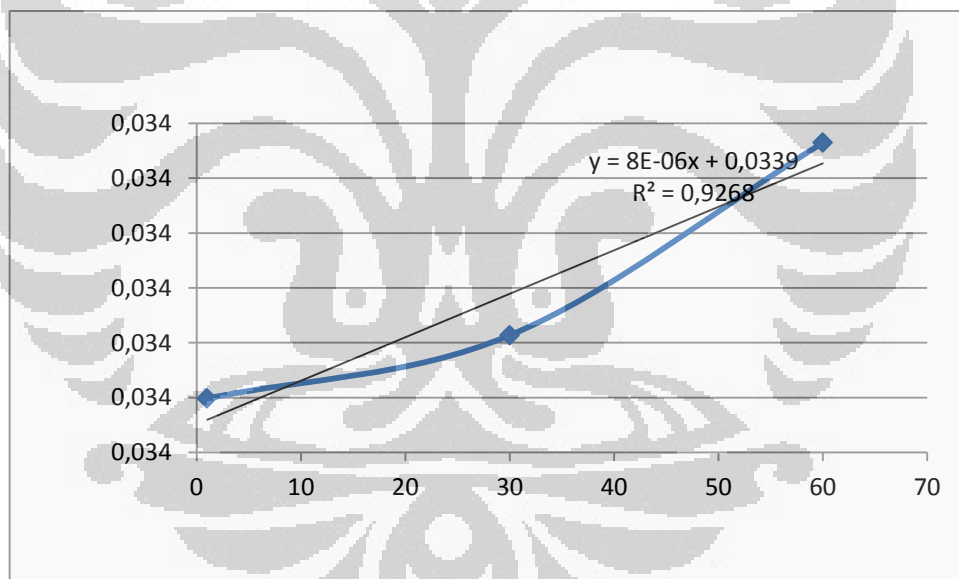
Gambar Grafik Orde Kedua Lignin Tumpukan 1



Gambar Grafik Orde Kedua Lignin Tumpukan 2



Gambar Grafik Orde Kedua Lignin Tumpukan 3



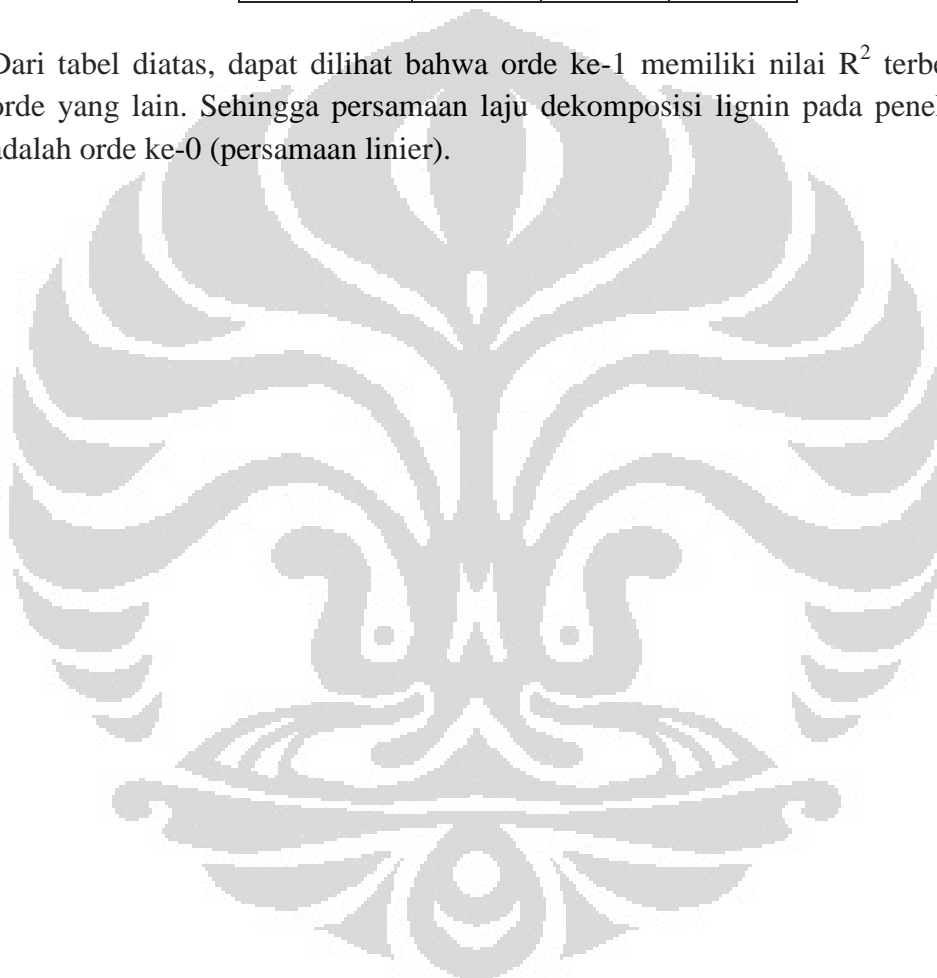
Gambar Grafik Orde Kedua Lignin Tumpukan 4

Resume Hasil R^2 Setiap Orde

Tabel Resume R^2 Setiap Orde

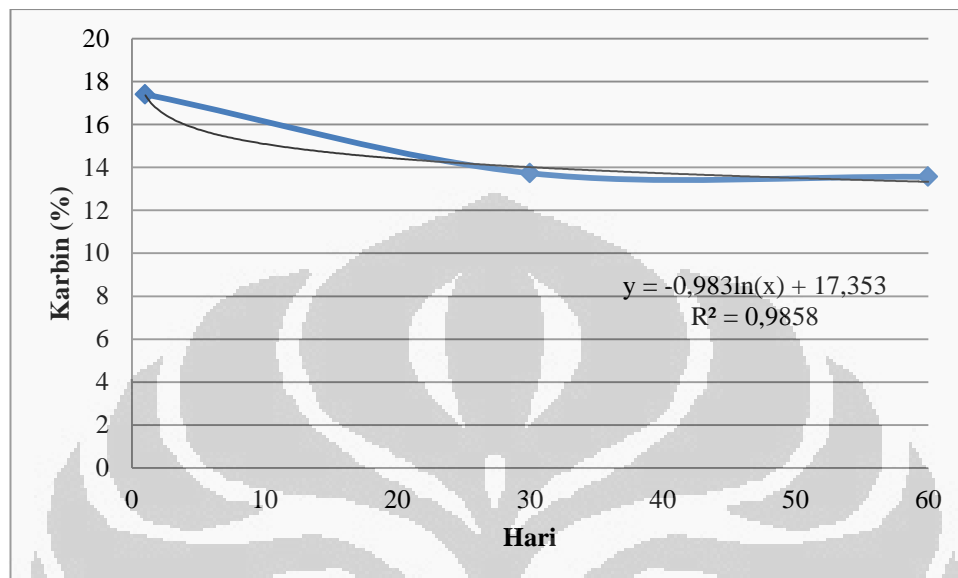
| Perlakuan | Orde ke-0 | Orde ke-1 | Orde ke-2 |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| Tumpukan 1 | 0,975 | 0,972 | 0,97 |
| Tumpukan 2 | 0,967 | 0,865 | 0,866 |
| Tumpukan 3 | 0,994 | 0,994 | 0,983 |
| Tumpukan 4 | 0,928 | 0,927 | 0,926 |
| Rata-rata | 0,966 | 0,940 | 0,936 |

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa orde ke-1 memiliki nilai R^2 terbesar dari orde yang lain. Sehingga persamaan laju dekomposisi lignin pada penelitian ini adalah orde ke-0 (persamaan linier).

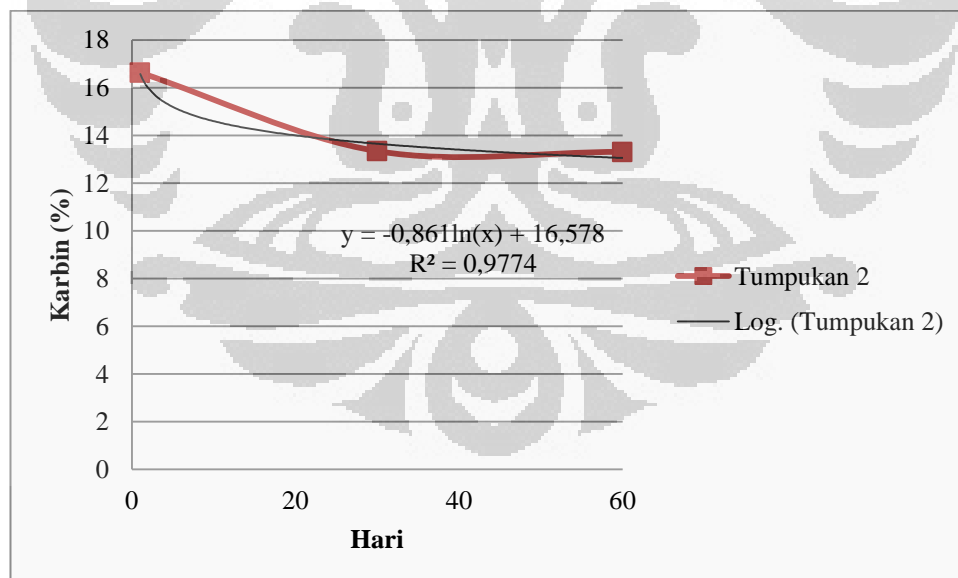


Lampiran 7 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi Karbon

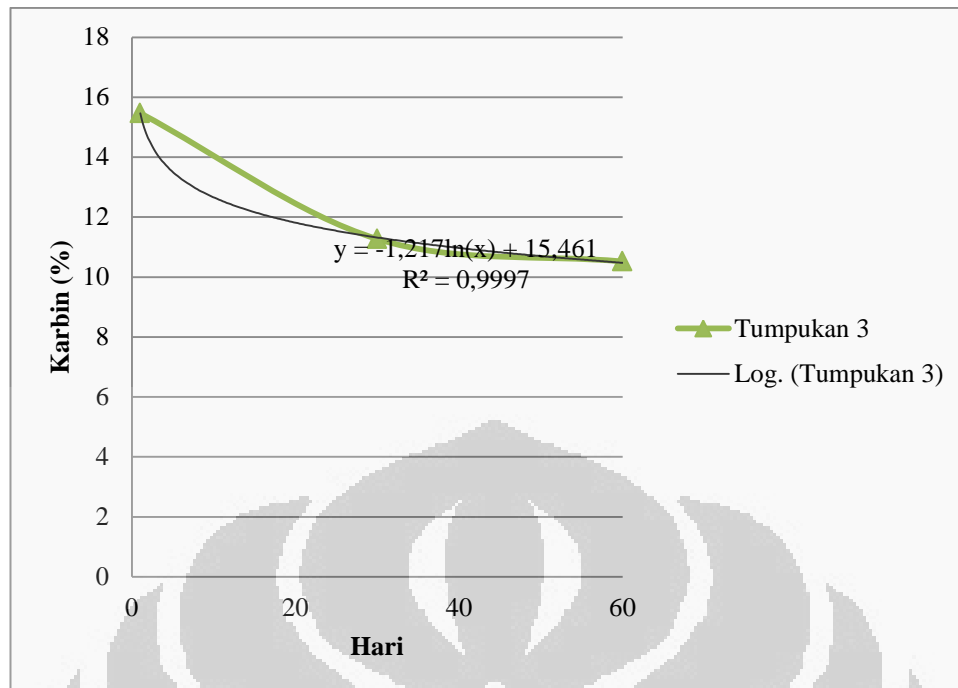
Persamaan Logaritma



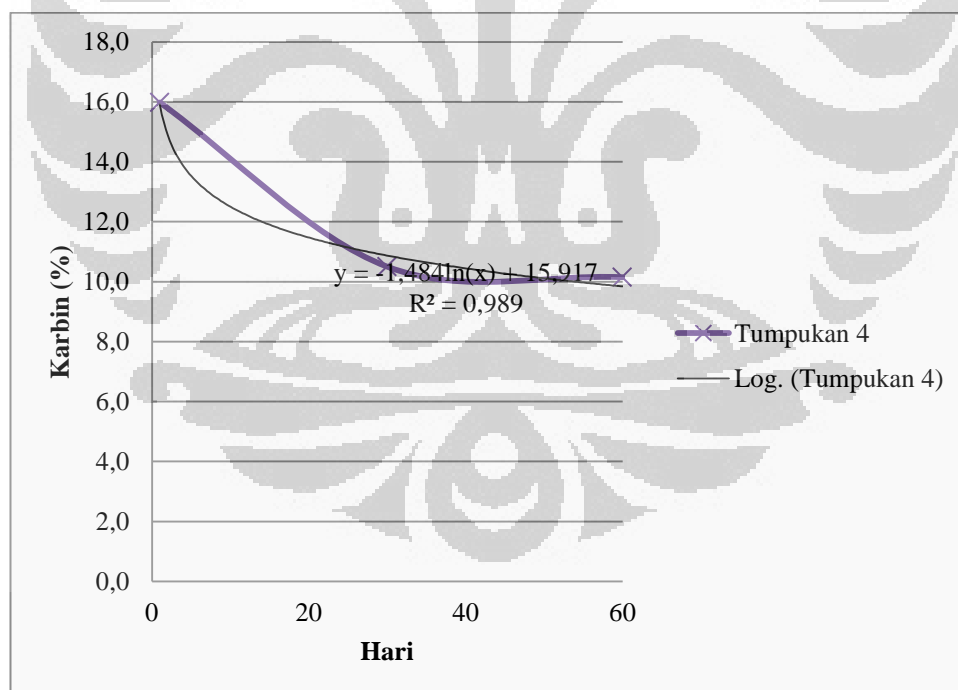
Gambar Grafik Persamaan Logaritma Karbon Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Logaritma Karbon Tumpukan 2

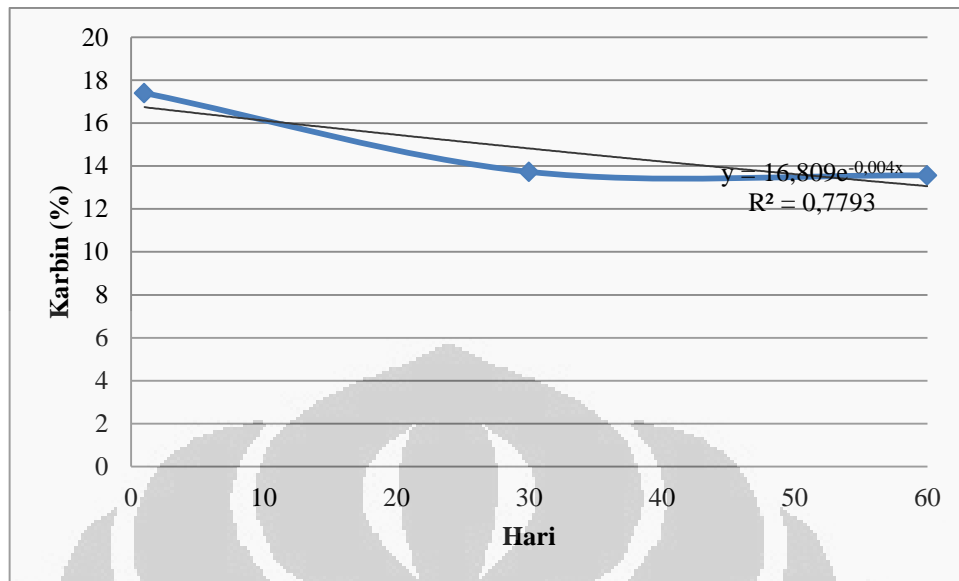


Gambar Grafik Persamaan Logaritma Karbon Tumpukan 3

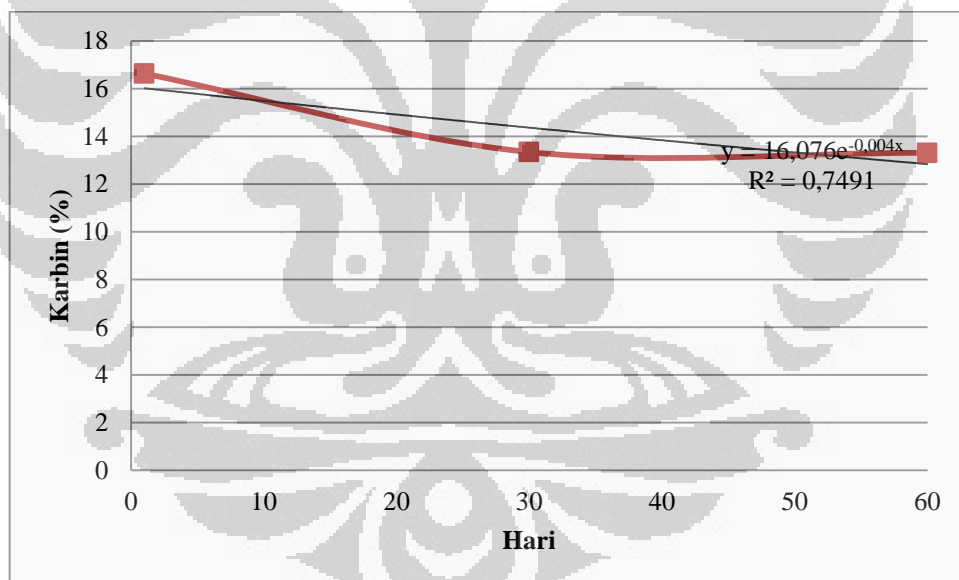


Gambar Grafik Persamaan Logaritma Karbon Tumpukan 4

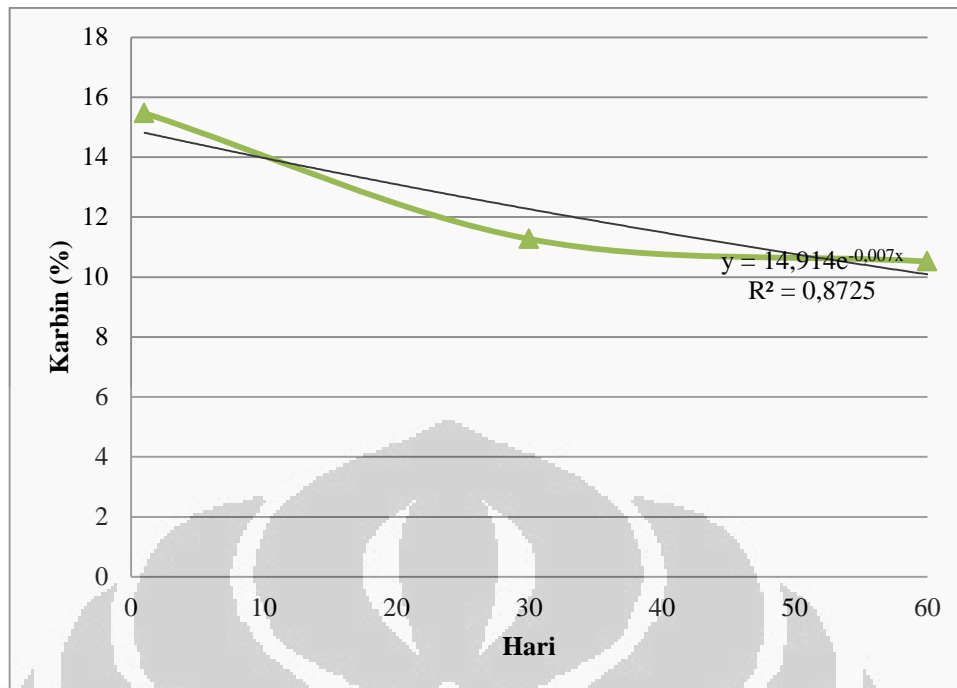
Persamaan Exponensial



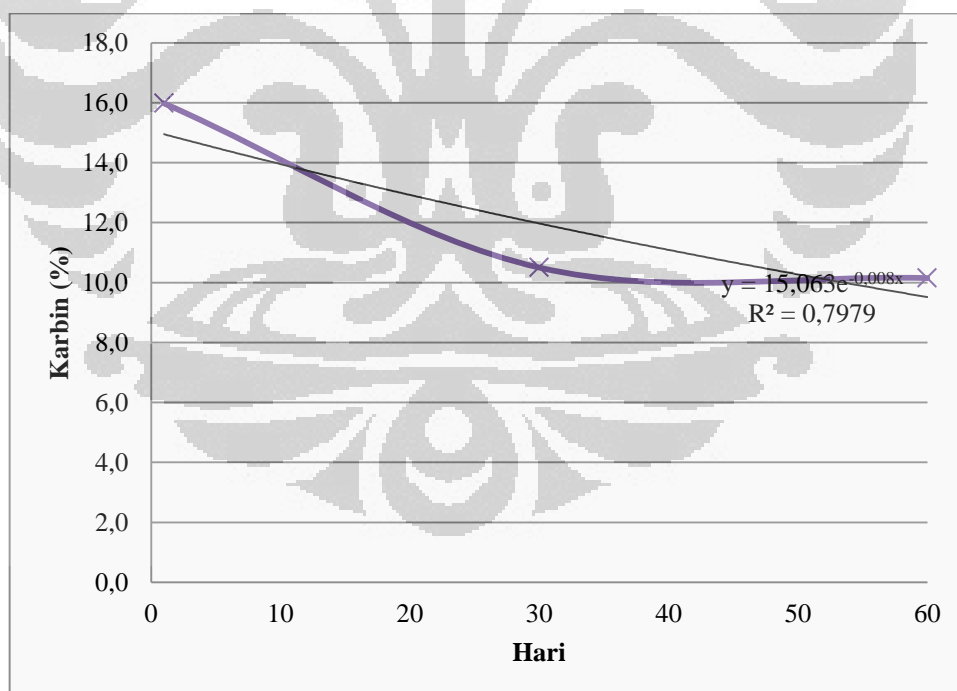
Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Karbon Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Karbon Tumpukan 2

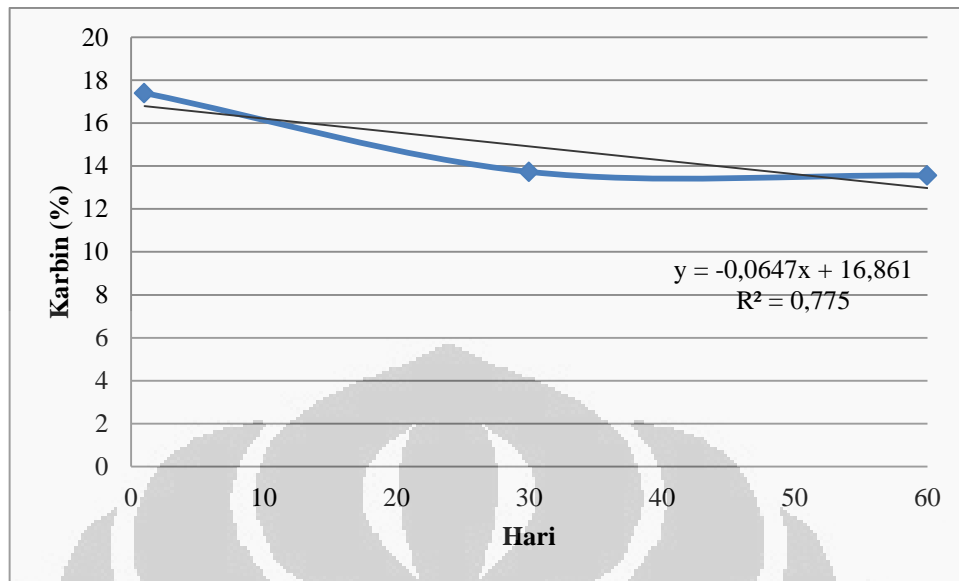


Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Karbon Tumpukan 3

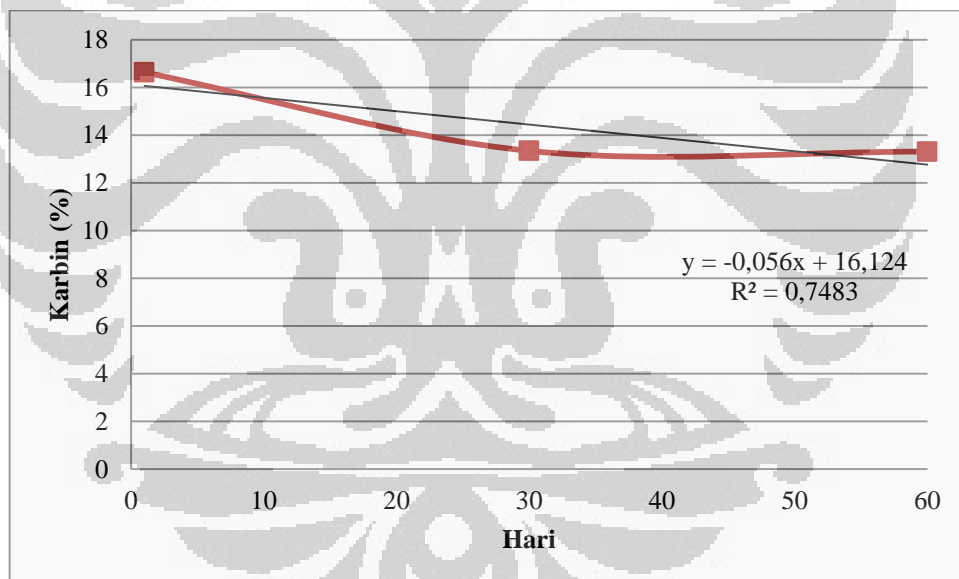


Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Karbon Tumpukan 4

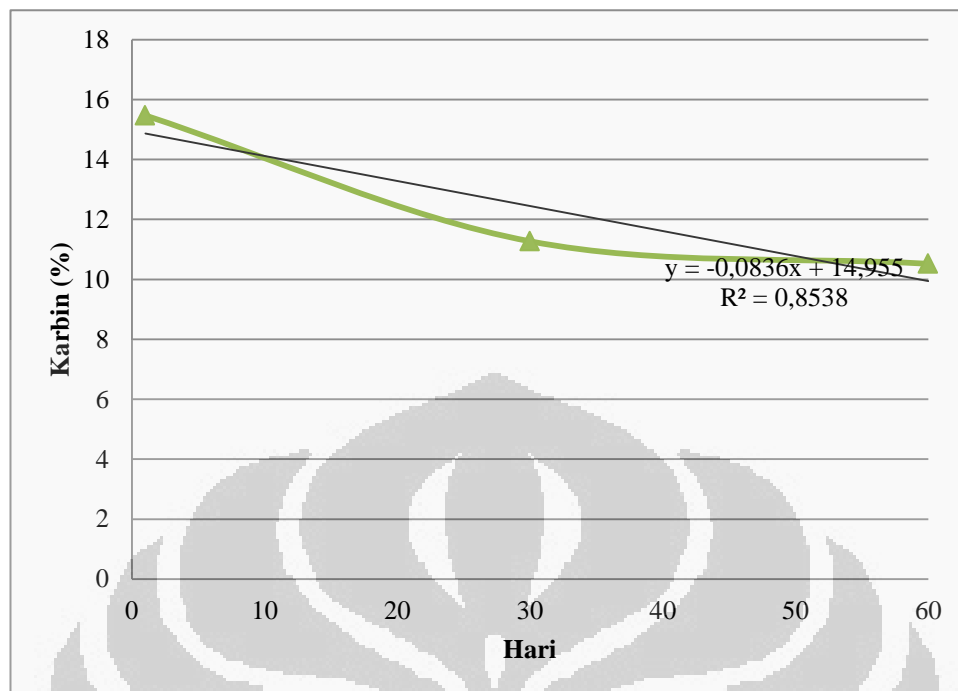
Persamaan Linier



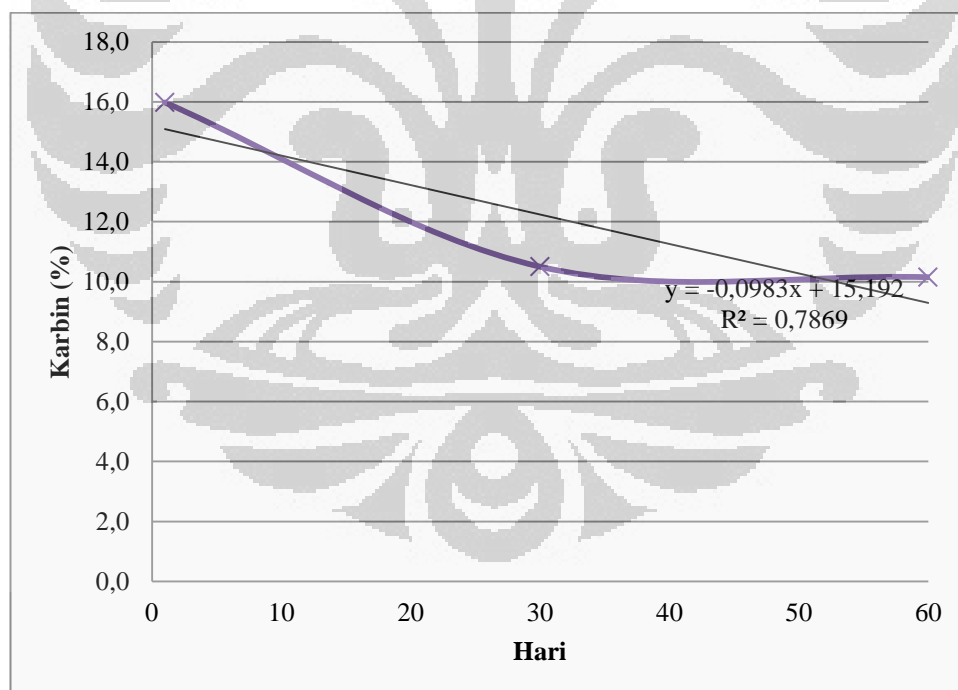
Gambar Grafik Persamaan Linier Karbon Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Linier Karbon Tumpukan 2



Gambar Grafik Persamaan Linier Karbon Tumpukan 3



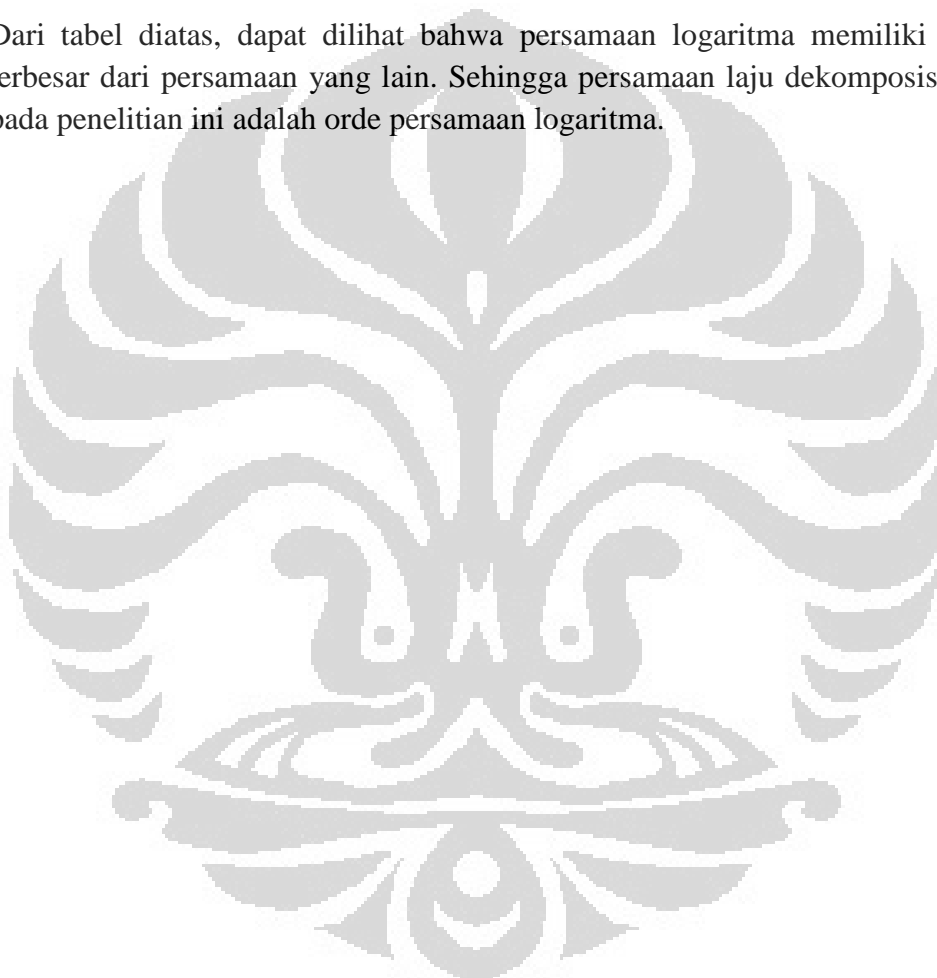
Gambar Grafik Persamaan Linier Karbon Tumpukan 4

Resume Hasil R^2 Setiap Persamaan

Tabel Resume R^2 Setiap Persamaan

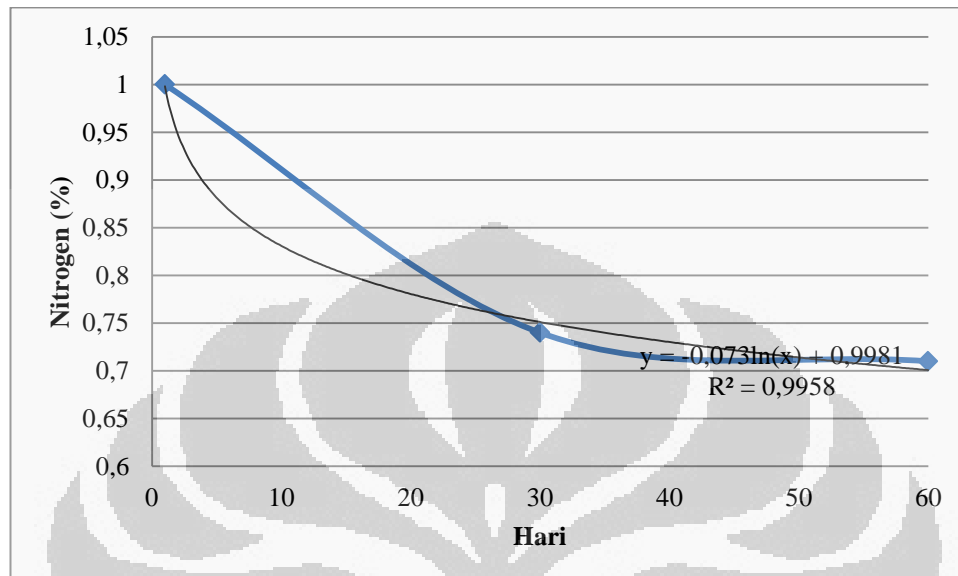
| Perlakuan | Logaritma | Exponensial | Linier |
|------------|-----------|-------------|--------|
| Tumpukan 1 | 0,985 | 0,779 | 0,775 |
| Tumpukan 2 | 0,977 | 0,749 | 0,748 |
| Tumpukan 3 | 0,99 | 0,872 | 0,853 |
| Tumpukan 4 | 0,989 | 0,797 | 0,786 |
| Rata-rata | 0,985 | 0,799 | 0,791 |

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa persamaan logaritma memiliki nilai R^2 terbesar dari persamaan yang lain. Sehingga persamaan laju dekomposisi karbon pada penelitian ini adalah orde persamaan logaritma.

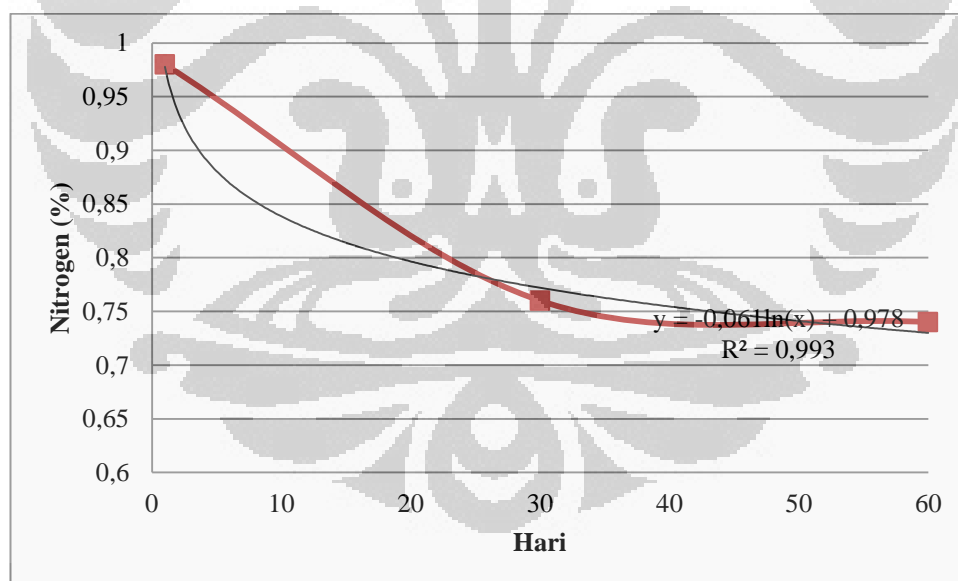


Lampiran 8 Perhitungan Persamaan Laju Dekomposisi Nitrogen

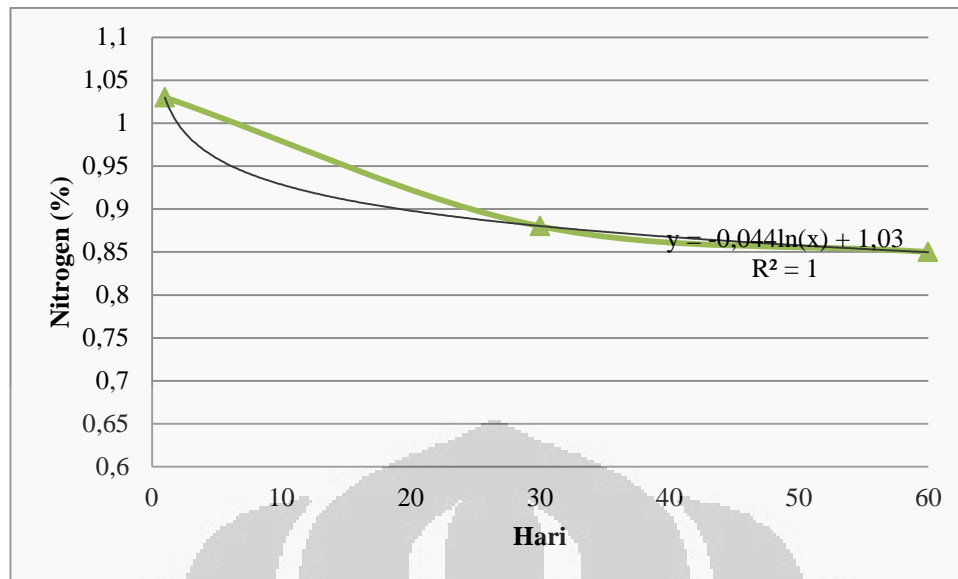
Persamaan Logaritma



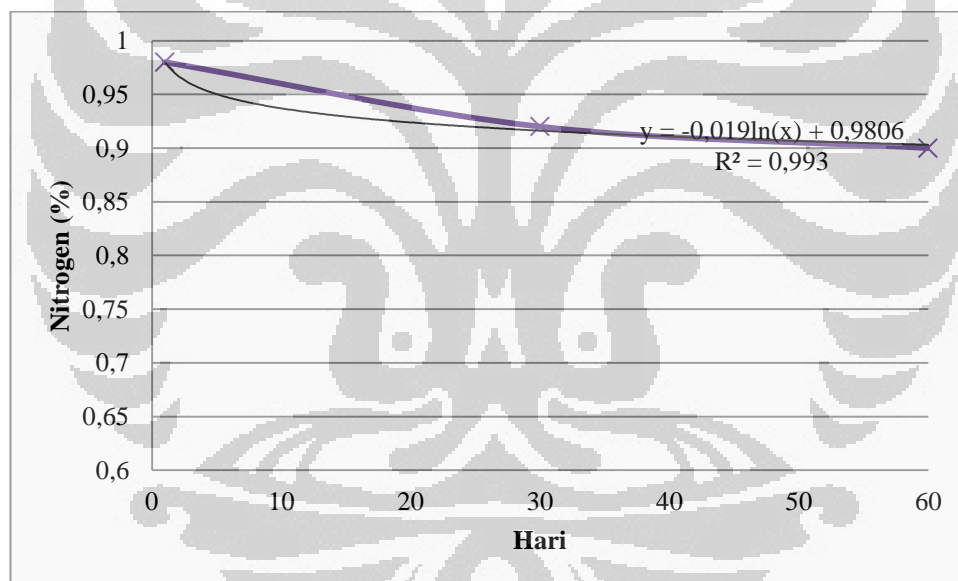
Gambar Grafik Persamaan Logaritma Nitrogen Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Logaritma Nitrogen Tumpukan 2

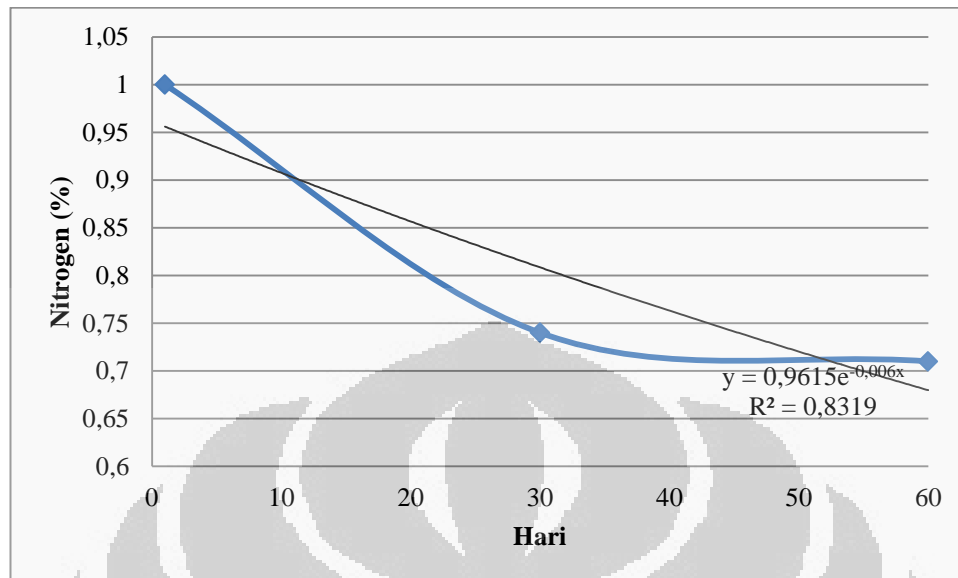


Gambar Grafik Persamaan Logaritma Nitrogen Tumpukan 3

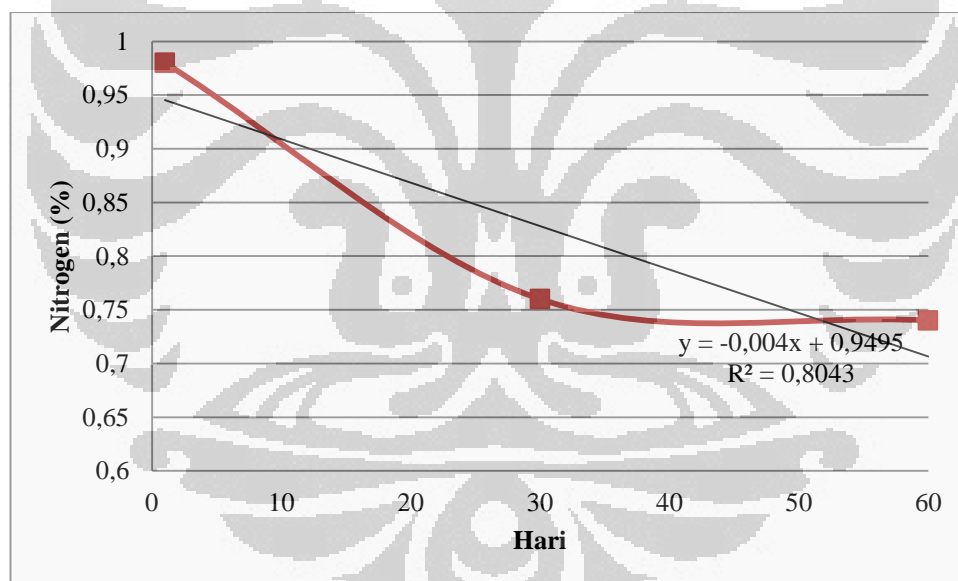


Gambar Grafik Persamaan Logaritma Nitrogen Tumpukan 4

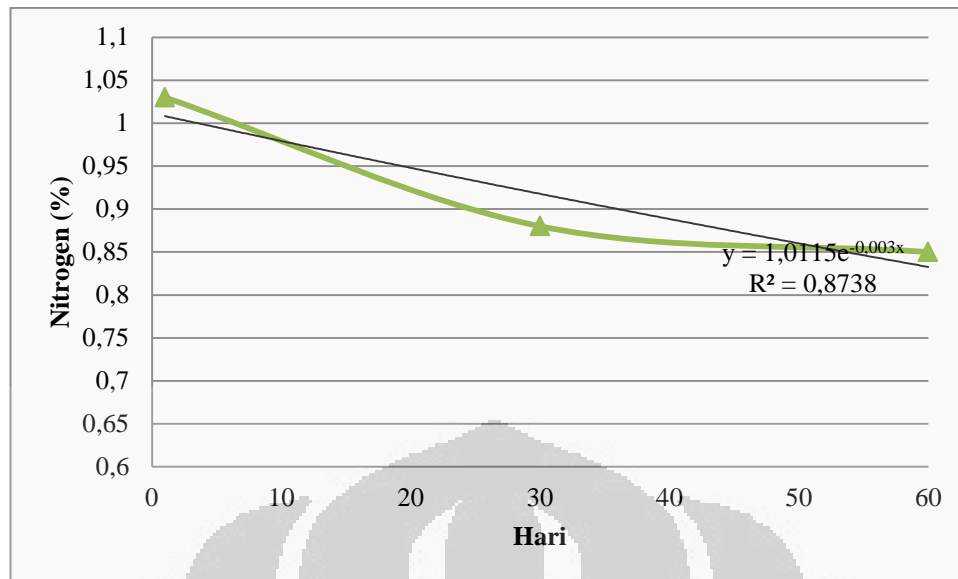
Persamaan Eksponensial



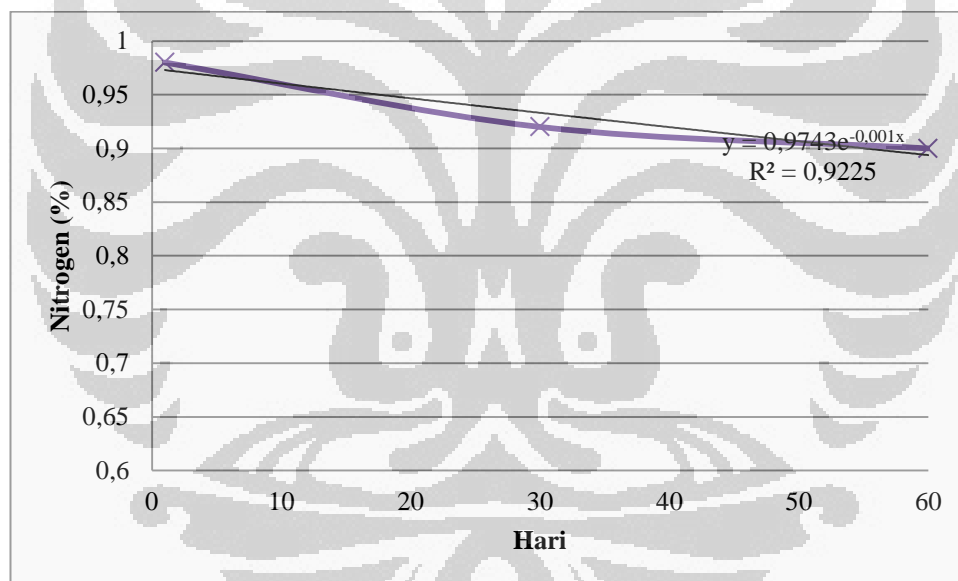
Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Nitrogen Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Nitrogen Tumpukan 2

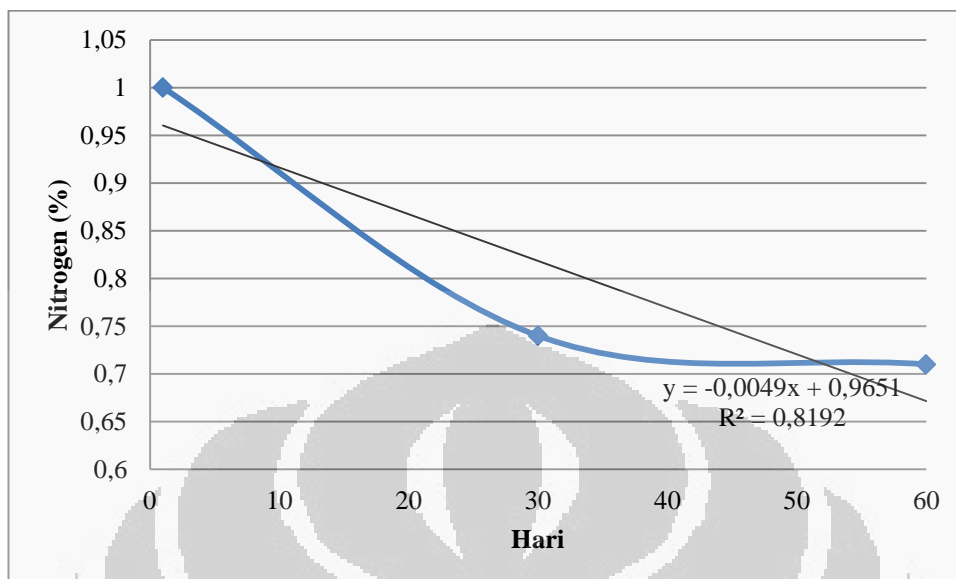


Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Nitrogen Tumpukan 3

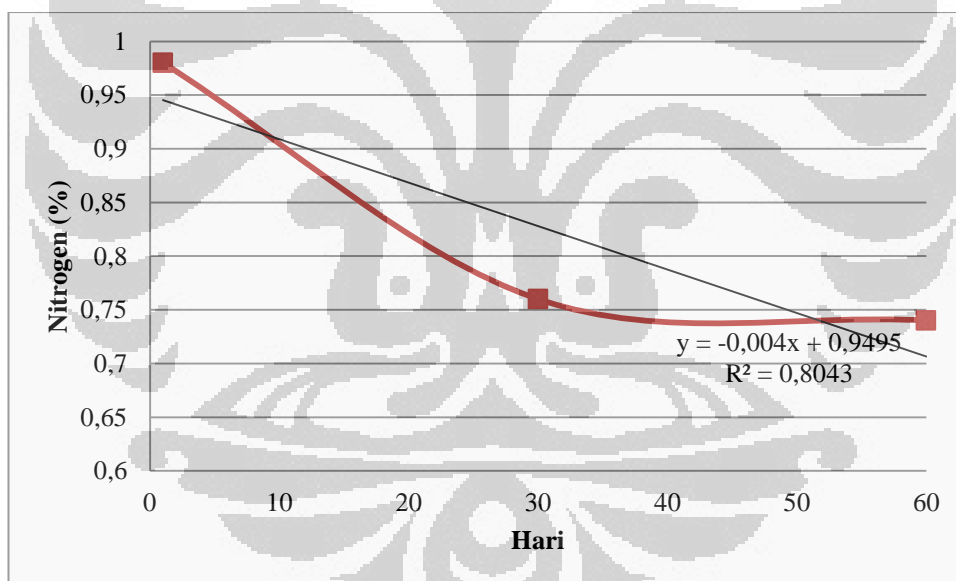


Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Nitrogen Tumpukan 4

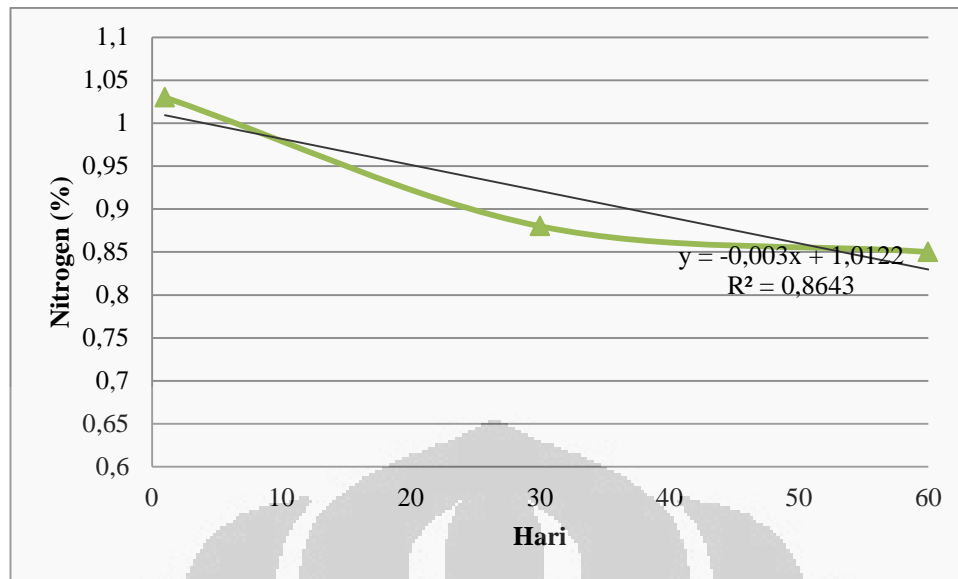
Persamaan Linier



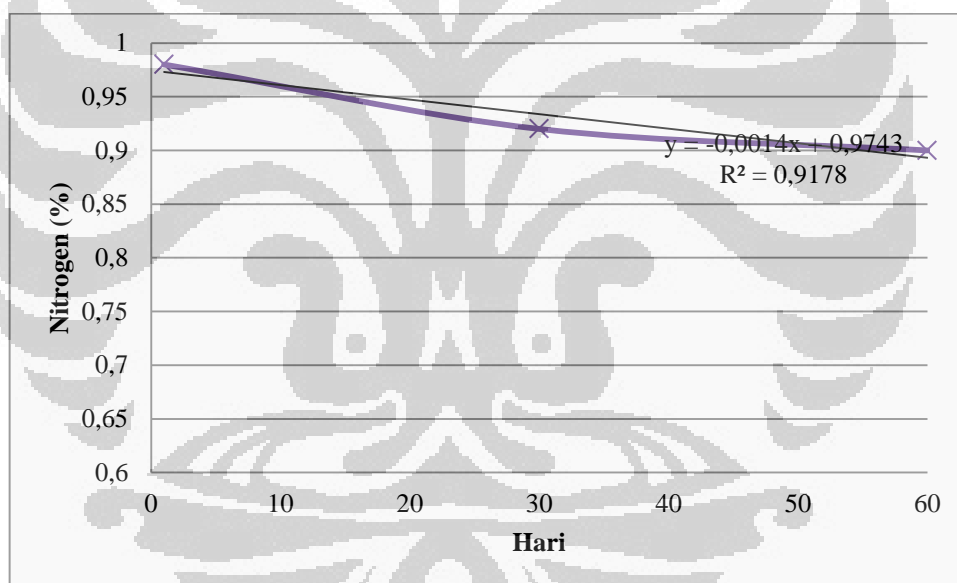
Gambar Grafik Persamaan Linier Nitrogen Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Linier Nitrogen Tumpukan 2



Gambar Grafik Persamaan Linier Nitrogen Tumpukan 3



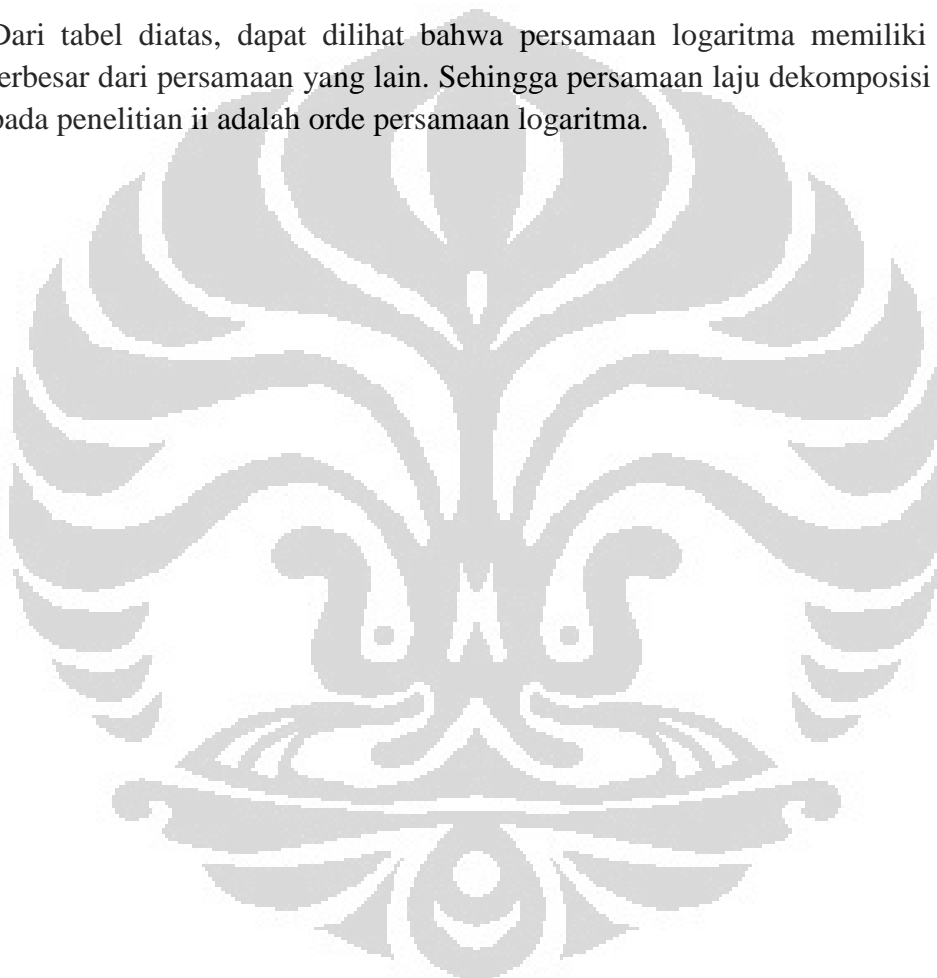
Gambar Grafik Persamaan Linier Nitrogen Tumpukan 4

Resume Hasil R^2 Setiap Persamaan

Tabel Resume R^2 Setiap Persamaan

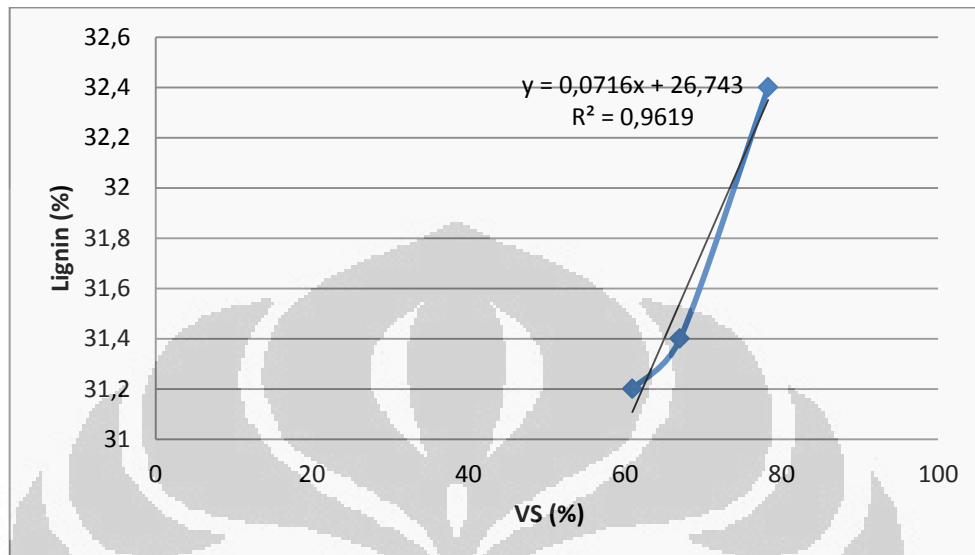
| Perlakuan | Logaritma | Exponensial | Linier |
|------------|-----------|-------------|--------|
| Tumpukan 1 | 0,995 | 0,831 | 0,819 |
| Tumpukan 2 | 0,993 | 0,804 | 0,804 |
| Tumpukan 3 | 1 | 0,873 | 0,864 |
| Tumpukan 4 | 0,993 | 0,922 | 0,917 |
| Rata-rata | 0,995 | 0,858 | 0,851 |

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa persamaan logaritma memiliki nilai R^2 terbesar dari persamaan yang lain. Sehingga persamaan laju dekomposisi nitrogen pada penelitian ii adalah orde persamaan logaritma.

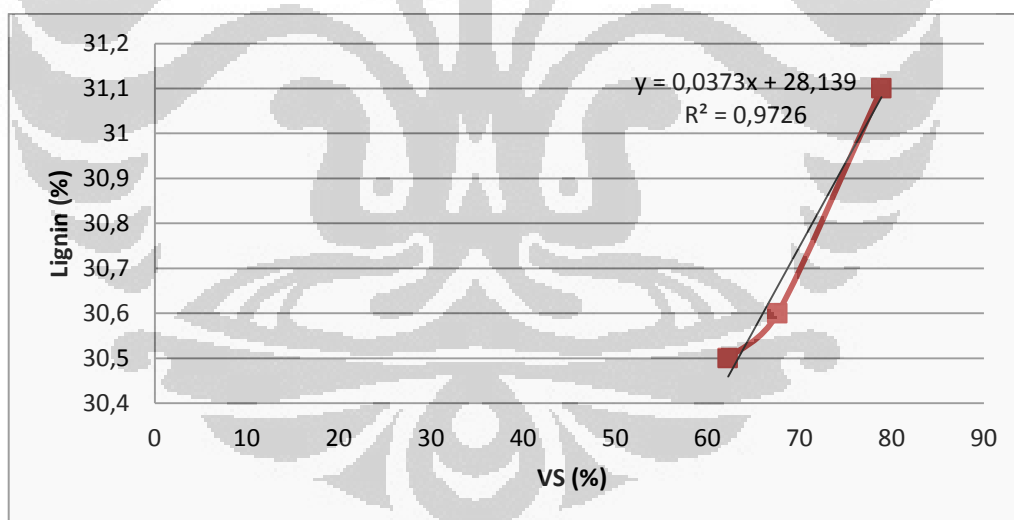


Lampiran 9 Perhitungan Persamaan Hubungan Lignin dan Volatile Solid

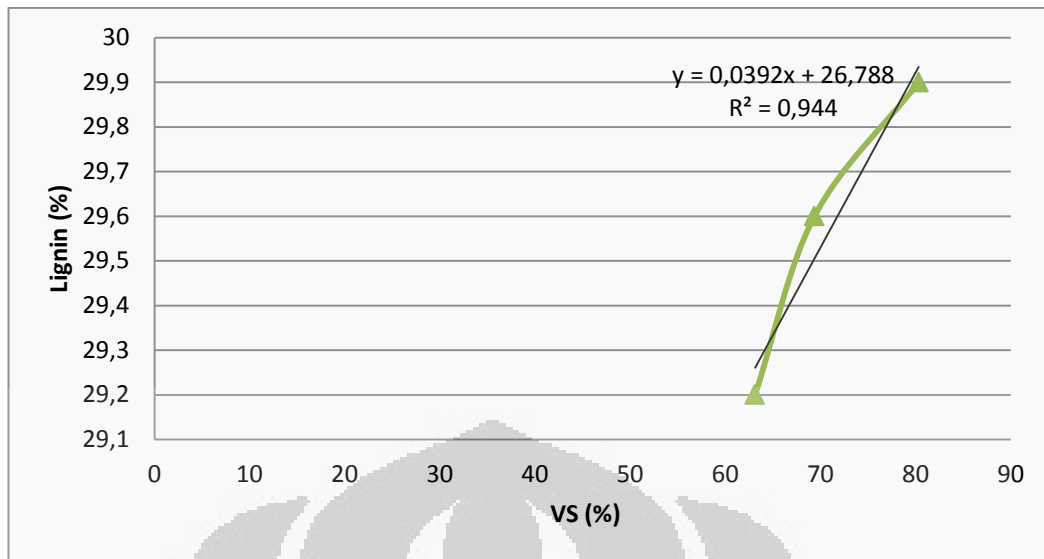
Persamaan Linier



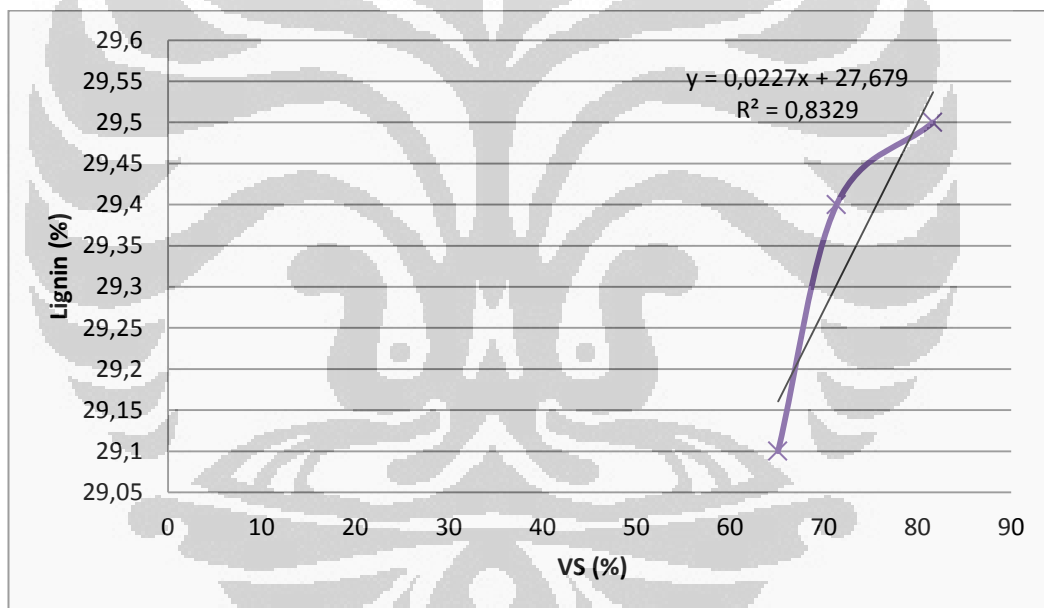
Gambar Grafik Persamaan Linier Hubungan Lignin dan Volatile Solid Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Linier Hubungan Lignin dan Volatile Solid Tumpukan 2

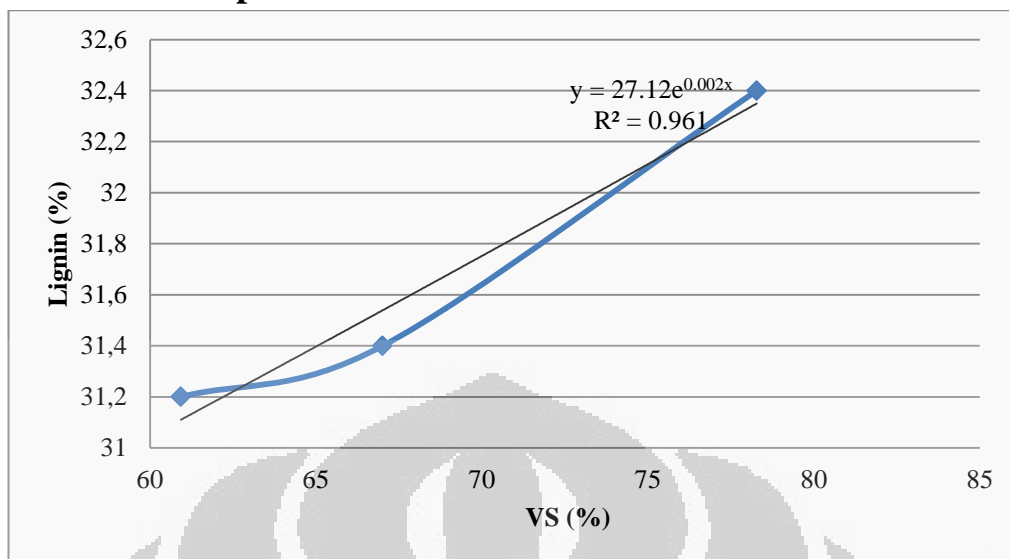


Gambar Grafik Persamaan Linier Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 3

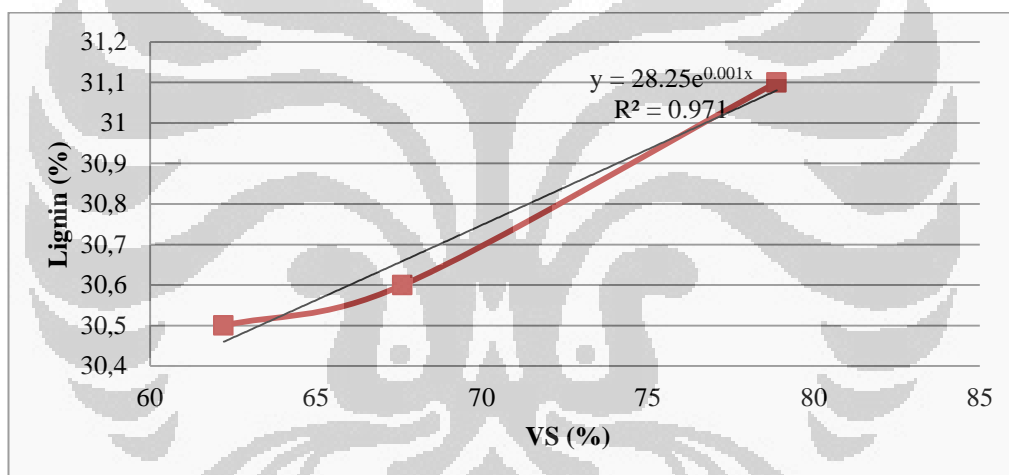


Gambar Grafik Persamaan Linier Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 4

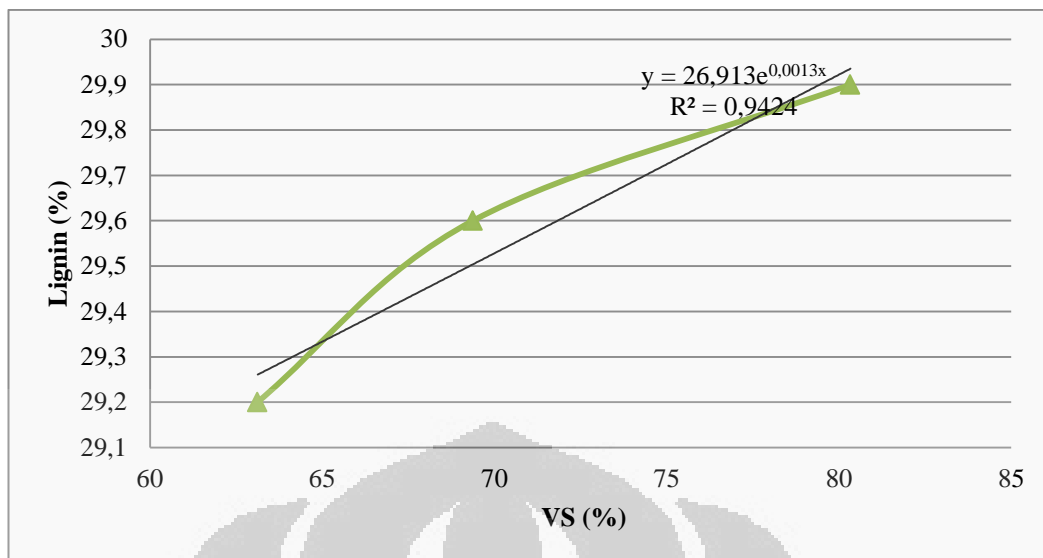
Persamaan Exponensial



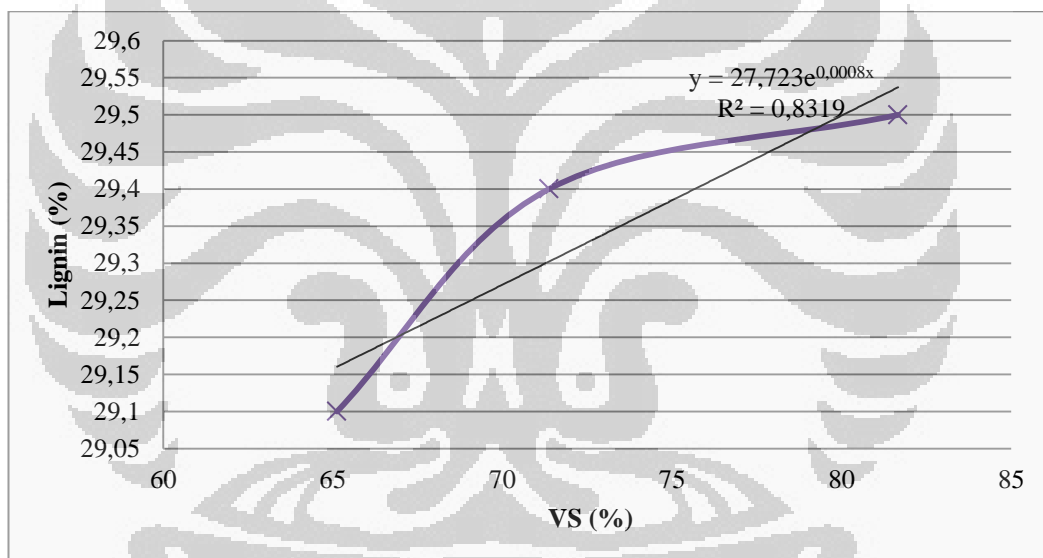
Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 2

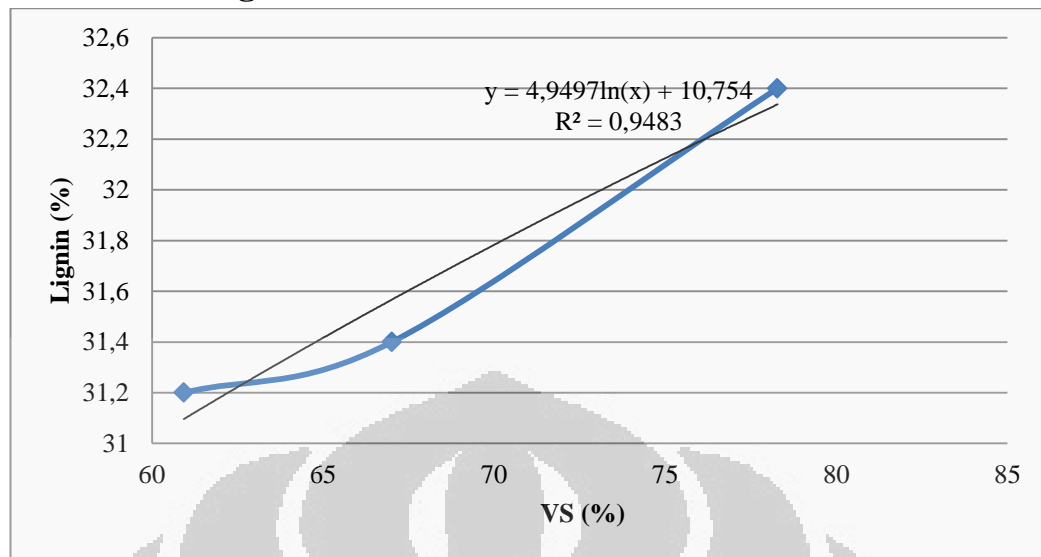


Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 3

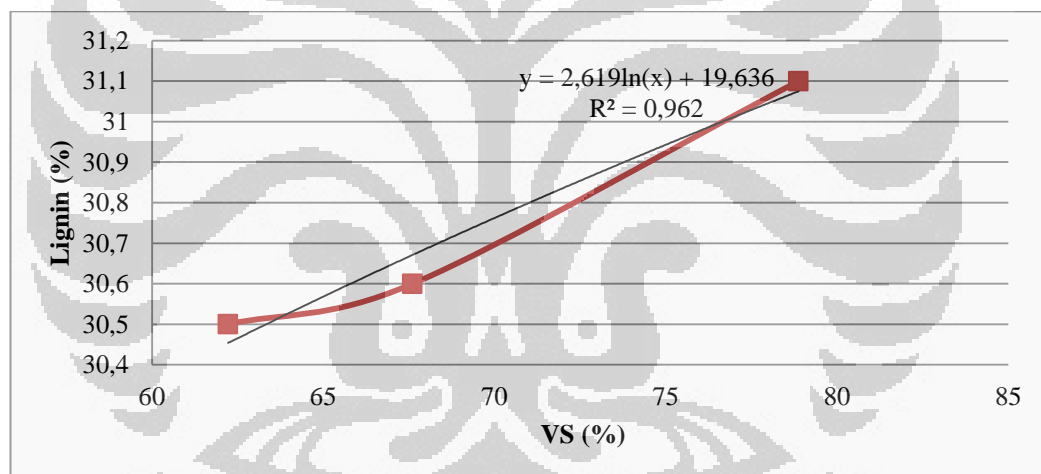


Gambar Grafik Persamaan Eksponensial Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 4

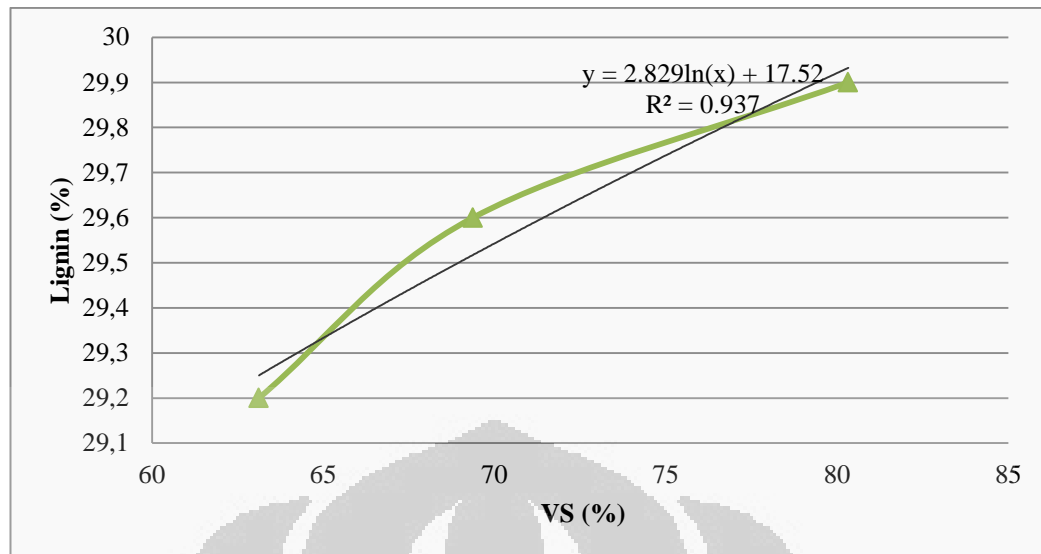
Persamaan Logaritma



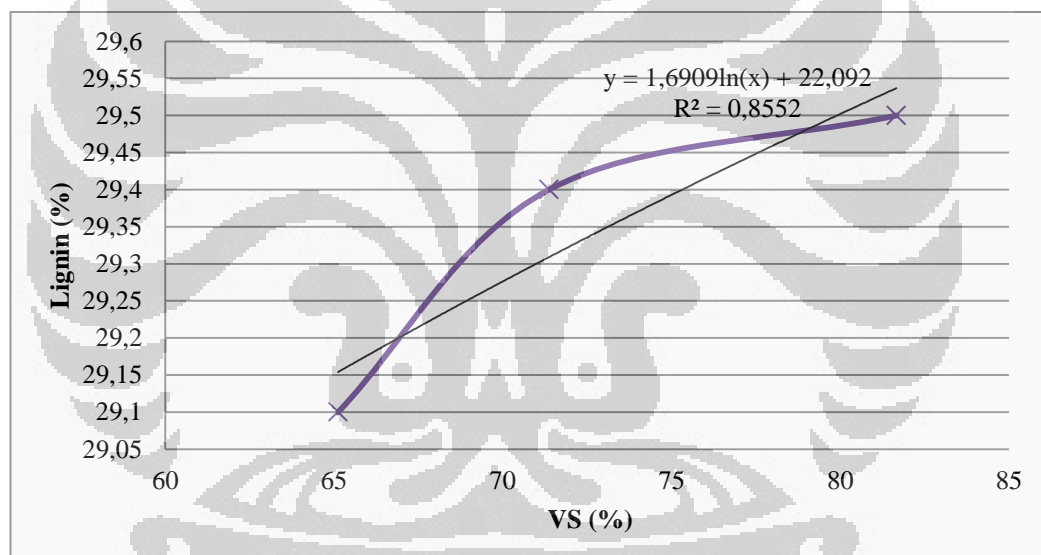
Gambar Grafik Persamaan Logaritma Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 1



Gambar Grafik Persamaan Logaritma Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 2



Gambar Grafik Persamaan Logaritma Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 3



Gambar Grafik Persamaan Logaritma Hubungan Lignin dan *Volatile Solid* Tumpukan 4

Resume Hasil R^2 Setiap Persamaan

Tabel Resume R^2 Setiap Persamaan

| Perlakuan | Linier | Exponensial | Logaritma |
|------------|--------|-------------|-----------|
| Tumpukan 1 | 0,961 | 0,961 | 0,948 |
| Tumpukan 2 | 0,972 | 0,971 | 0,962 |
| Tumpukan 3 | 0,944 | 0,942 | 0,937 |
| Tumpukan 4 | 0,832 | 0,831 | 0,855 |
| Rata-rata | 0,927 | 0,926 | 0,926 |

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa persamaan linier memiliki nilai R^2 terbesar dari persamaan yang lain. Sehingga persamaan hubungan antara lignin dan *volatile solid* pada penelitian ini adalah orde persamaan linier.

