



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

**CO-COMPOSTING SAMPAH POPOK SEKALI PAKAI  
(DIAPERS) DENGAN SAMPAH SAYUR  
MENGUNAKAN AEROB KOMPOSTER**

**MINAR SARASWATI SIMAMORA  
0321144000028**

**DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Ir. Ellina Pandebesie M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

**CO-COMPOSTING SAMPAH POPOK SEKALI PAKAI  
(DIAPERS) DENGAN SAMPAH SAYUR  
MENGUNAKAN AEROB KOMPOSTER**

**MINAR SARASWATI SIMAMORA  
0321144000028**

**DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Ir. Ellina Pandebesie M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - RE 141581

**CO-COMPOSTIG DISPOSABLE DIAPERS AND  
VEGETABLE WASTE WITH AEROB COMPOSTER**

MINAR SARASWATI SIMAMORA  
0321144000028

SUPERVISOR  
Dr. Ir. Ellina Pandebesie M.T.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering, Environment, and Earth  
Institute of Technology Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

**LEMBAR PENGESAHAN**

**CO-COMPOSTONG SAMPAH POPOK SEKALI PAKAI  
(DIAPERS) DENGAN SAMPAH SAYUR MENGGUNAKAN  
AEROB KOMPOSTER**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memenuhi Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MINAR SARASWATI SIMAMORA**

NRP. 03211440000028

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Dr. Ir. Ellina Sitepu Pandebesie, MT.

NIP. 195602041992032001



# **CO-COMPOSTING SAMPAH POPOK SEKALI PAKAI (DIAPERS) DENGAN SAMPAH SAYUR MENGUNAKAN AEROB KOMPOSTER**

Nama Mahasiswa : Minar Saraswati Simamora  
NRP : 0321144000028  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Pembimbing : Dr. Ir. Ellina Pandebesie M.T.

## **ABSTRAK**

Popok bayi secara umum berupa kapas dan pulp yang merupakan senyawa polimer berupa selulosa memiliki rasio C/N sebesar 65,468. Popok bayi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos dengan cara dicampurkan dengan suatu bahan yang memiliki kadar nitrogen tinggi. Hal ini bertujuan guna meningkatkan rasio C/N supaya memenuhi rasio C/N pengomposan. Bahan yang ditambahkan berupa sampah sayur dan pupuk urea. Perlu juga penambahan suatu aktivator guna meningkatkan kadar mikroorganisme. Bioaktivator yang digunakan berupa EM4.

Reaktor yang digunakan pada proses pengomposan sebesar 25 L. Perbandingan sampah popok dengan sampah sayur yang dianalisis yaitu 10:0; 7:3; 5:5; 3:7 dan 0:10. Penambahan EM4 tiap reaktor sebesar 10 mL. Penelitian diawali dengan karakterisasi sampel, perhitungan rasio C/N, pengujian analisis *volatile solid*. Setiap hari dilakukan suhu. Setiap 6 hari dilakukan analisis C-Organik, N-Total, kadar air, pH dan *volatile solid*. Sistem pengomposan dilakukan secara aerob.

Hasil penelitian ini menunjukkan perbandingan komposisi optimum sampah popok dengan sampah sayur dalam pembentukan kompos yaitu 3:7. Selain itu, tidak adanya pengaruh penambahan EM4 terhadap pengomposan.

**Kata Kunci: Kompos, Sampah popok, Sampah sayur, EM4, Urea.**

# **CO-COMPOSTING DISPOSABLE DIAPERS AND VEGETABLE WASTE WITH AEROB COMPOSTER**

Name of student : Minar Saraswati Simamora  
ID number : 0321144000028  
Department : Teknik Lingkungan  
Supervisor : Dr. Ir. Ellina Pandebesie M.T.

## **ABSTRACT**

Baby diapers generally made from cotton and pulp which is polymer material in from of cellulose with 65,468 C/N ratios. Baby diapers can be used for the raw material of compost by mixing baby diapers with other material which have high content of nitrogen. It is intended to increase C/N ratio so it can fulfill C/N ratio for composting. Vegetable waste and urea fertilizer are also added. The bio-activator is also needed to add into the compost so it can raise the ratio of microorganism. The bio-activator used is EM<sub>4</sub>.

Reactors which used in composting are 25 L. the comparison of analyzed diaper trash and vegetable waste are 10:0; 7:3; 5:5; 3:7 and 0:10. 10 mL EM<sub>4</sub> is added into each reactor. The research starts with sample characterization, C/N ratio counting, and volatile solid analysis testing. Temperature measurement is done every day. The analysis of C-Organic, N-Total, moisture, pH and volatile solid is done once in six days. The system of composting is aerobic.

The result of this research shows that the comparison of diaper trash optimum composition with vegetable waste in composting 3:7. Then, there is no effect of adding EM<sub>4</sub> to composting.

**Key words: Compost, Disposable diapers, Vegetable waste, EM<sub>4</sub>, and Urea.**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “*Co-composting* Sampah Popok Sekali Pakai (*Diapers*) Menggunakan Sampah Sayur Secara *Aerob* Komposter”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat atas segala bantuan yang telah diberikan kepada:

1. Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama tugas akhir.
2. Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc., Arseto Yekti Bagastyo, ST, MT, M.Phil, Ph.D dan Harmin Sulistiyaning Titah, ST, MT, PhD., selaku dosen pengarahi tugas akhir penulis, atas semua saran yang telah diberikan.
3. Ibu, Ayah, Bang Samuel, Adek Anden dan Ayu atas cinta dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
4. Teman-teman Teknik Lingkungan 2014 atas bantuan dan dukungan setiap waktu yang setia diberikan selama persiapan hingga penulisan Laporan Tugas Akhir.

Penulis sangat mengharap masukan dan saran yang diberikan untuk Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan memberikan kemajuan untuk pengolahan sampah ke depannya. Terimakasih

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	1
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Karakteristik Popok.....	5
2.2 Sampah Sayur.....	6
2.3 EM4 (Effective Microorganism 4) .....	7
2.4 Urea.....	8
2.5 Pengomposan .....	8
2.6 Proses Biologis Pada Pengomposan .....	9
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan.....	10
2.8 Siklus Nitrogen Pengomposan .....	13

2.9 Tingkat Kematangan Kompos .....	15
2.10 Persamaan Diferensial .....	16
2.11 ANOVA.....	17
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Umum.....	21
3.2 Kerangka Penelitian .....	21
3.3 Studi Literatur .....	21
3.4 Ide Penelitian.....	22
3.5 Tahapan Penelitian.....	22
3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan .....	22
3.5.2 Analisis Pendahuluan .....	23
3.5.3 Pelaksanaan .....	23
3.6 Hasil dan Pembahasan.....	24
3.7 Kesimpulan dan Saran .....	25
<b>BAB 4 PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Bahan Baku Kompos .....	31
4.2 Hasil Proses Pengomposan .....	33
4.2.1 Kondisi Suhu .....	33
4.2.2 Kondisi pH.....	37
4.2.3 Kondisi Kadar Air.....	40
4.2.4 Kondisi Volatile Solid.....	42
4.2.5 Kondisi Amonia .....	45
4.2.6 Kondisi Nitrat.....	47
4.2.7 Kondisi Total Kjeldahl Nitrogen (TKN).....	49

4.2.8 Kondisi Total Nitrogen .....	51
4.2.9 Kondisi C-Organik .....	54
4.2.10 Kondisi C/N .....	56
4.3 Penentuan Komposisi Optimum Campuran Sampah Popok dan Sampah Sayur dalam Pembentukan Kompos .....	59
4.3.1 Kondisi C-Organik .....	59
4.3.2 Kondisi C/N .....	62
4.3.3 Kondisi pH.....	64
4.3.4 Kondisi Kadar Air.....	65
4.3.5 Kondisi Warna.....	66
4.3.6 Kondisi Ukuran Partikel .....	67
4.3.7 Kondisi Bau .....	67
4.4. Penentuan Pengaruh Penambahan EM4 dalam Pembentukan Kompos .....	68
4.4.1 Kondisi C-Organik .....	68
4.4.2 Kondisi C/N .....	72
4.4.3 Kondisi pH.....	73
4.4.4 Kondisi Kadar Air.....	74
4.5 Korelasi Antar Parameter .....	75
4.5.1 Korelasi Parameter Amonia, Nitrat, TKN dan Total N.....	75
4.6 Kompos yang Dihasilkan .....	76
BAB 5 KESIMPULAN .....	79
5.1 Kesimpulan.....	79

5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA .....	80
LAMPIRAN A KOMPOSISI BAHAN PENGOMPOSAN .....	100
LAMPIRAN B PROSEDUR PERCOBAAN .....	107
LAMPIRAN C HASIL ANALISIS .....	119
LAMPIRAN D DOKUMENTASI SELAMA PENELITIAN .....	133
LAMPIRAN E DOKUMENTASI HASIL PENGOMPOSAN ...	138
LAMPIRAN F HASIL ANALISIS ANOVA .....	145
BIOGRAFI PENULIS .....	149

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Lapisan Popok .....	5
Gambar 2. 2	Variasi Suhu dan pH Pengomposan.....	10
Gambar 3. 1	Kerangka Penelitian .....	20
Gambar 3. 2	Reaktor Pengomposan .....	21
Gambar 4. 1	Perbedaan Perubahan Suhu pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 ..	36
Gambar 4. 2	Perbedaan Perubahan Suhu pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	36
Gambar 4. 3	Perbedaan Perubahan pH pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 ..	39
Gambar 4. 4	Perbedaan Perubahan pH pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	39
Gambar 4. 5	Perbedaan Perubahan Kadar Air pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 ..	41
Gambar 4. 6	Perbedaan Perubahan Kadar Air pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	42
Gambar 4. 7	Perbedaan Perubahan VS pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 ..	44
Gambar 4. 8	Perbedaan Perubahan VS pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	44
Gambar 4. 9	Perbedaan Perubahan Amonia pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 ..	46
Gambar 4. 10	Perbedaan Perubahan Amonia pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	46
Gambar 4. 11	Perbedaan Nitrat pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 .....	48
Gambar 4. 12	Perbedaan Perubahan Nitrat pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	49
Gambar 4.13	Perbedaan Perubahan TKN pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 ..	50

Gambar 4.14	Perbedaan Perubahan TKN pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	50
Gambar 4.15	Perbedaan Perubahan Total Nitrogen pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 .....	53
Gambar 4.16	Perbedaan Perubahan Total Nitrogen pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	53
Gambar 4.17	Perbedaan Perubahan C-Organik pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4 ..	54
Gambar 4.18	Perbedaan Perubahan C-Organik pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	55
Gambar 4.19	Perbedaan Perubahan C/N pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4...	58
Gambar 4.20	Perbedaan Perubahan C/N pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4 .....	58
Gambar 4.21	Laju Degradasi C-Organik pada Reaktor dengan Penambahan EM4 .....	60
Gambar 4.22	Laju Degradasi C-Organik pada Reaktor dengan Penambahan EM4 .....	61
Gambar 4. 23	Perubahan C-Organik Reaktor A1 dan B1...	69
Gambar 4. 24	Perubahan C-Organik Reaktor A2 dan B2...	70
Gambar 4. 25	Perubahan C-Organik Reaktor A3 dan B3...	70
Gambar 4. 26	Perubahan C-Organik Reaktor A4 dan B4...	71
Gambar 4. 27	Perubahan C-Organik Reaktor A5 dan B5...	71
Gambar 4. 28	Perubahan Kadar Amonia, Aitrat, TKN dan Total Nitrogen pada Reaktor A4 .....	76



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Popok Bayi .....	6
Tabel 2. 2 Kandungan Sampah Sayur .....	6
Tabel 2. 3 Komposisi Bioaktivtor EM4 .....	7
Tabel 2. 4 Kandungan Urea .....	8
Tabel 2. 4 Standart Kualitas Kompos .....	15
Tabel 2. 5 Standart Kualitas Kompos .....	16
Tabel 3. 1 Komposisi Bahan Pembentukan Kompos .....	24
Tabel 3. 2 Analisis Data .....	28
Tabel 4. 1 Karakteristik Sampah Popok .....	32
Tabel 4. 2 Karakteristik Sampah Sayur .....	32
Tabel 4. 3 Hasil Rasio C/N .....	62
Tabel 4. 4 Nilai pH pada hari ke-60 .....	64
Tabel 4. 5 Kadar Air pada hari ke-60 .....	65
Tabel 4. 6 Hasil Rasio C/N .....	72
Tabel 4. 7 Perbandingan nilai pH pada reaktor dengan dan tanpa penambahan EM4 .....	73
Tabel 4. 8 Kadar Air pada hari ke-60 .....	74
Tabel 4. 9 Berat Kompos pada Reaktor selama Proses Pengomposan .....	77

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Popok merupakan suatu bentuk inovasi untuk mempermudah kegiatan manusia. Munculnya inovasi ini baik untuk kepraktisan hidup manusia. Popok digunakan oleh anak balita usia 0-4 tahun, para lansia dan orang sakit (Reswari, 2013). Sampah popok merupakan sampah organik yang sebagian besar terdiri dari bahan plastik membutuhkan waktu 500 tahun untuk menguraikannya (Pham, 2009).

Dalam riset Ecoton, 37% sampah di sungai Surabaya merupakan sampah popok (Doaly, 2017). Saat ini timbulan sampah *popok* di Surabaya pada peringkat ketiga setelah sampah makanan dan plastik. Timbulan sampah *popok* di Bratang sebesar 9,25%, Tenggulis Utara 3,12%, Rungkut Alang 3,87%, Wonorejo 5,68% dan Semampir sebesar 5,62% dari total sampah di TPS daerah tersebut (Reswari, 2013). Pengolahan sampah popok biasanya langsung dibuang ke landfill ataupun diinsenerasi. Untuk itu dibutuhkan suatu inovasi pengolahan sampah popok. Salah satu inovasi pengolahan sampah popok yaitu dengan mengubah sampah popok menjadi kompos (Lehrburger, 1989).

Popok bayi secara umum berupa kapas dan pulp yang merupakan senyawa polimer berupa selulosa (Colon *et al.*, 2011). Selulosa popok bayi dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk membentuk energi yang diperlukan oleh mikroorganisme (Damayanti, 2010). Rasio C/N popok sebesar 65,468 (Damayanti, 2010). Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 25-40 (Chen *et al.*, 2011). Rasio C/N yang tinggi akan memperlambat proses penguraian, sebaliknya jika C/N rendah maka karbon akan segera habis. Akibatnya proses degradasi aerob akan berhenti dan akan mengakibatkan pertumbuhan mikroorganisme terganggu (Benito, 2010). Jika kadar nitrogen terlalu rendah, perlu penambahan bahan yang mengandung

nitrogen yang tinggi (Sanchez *et al.*, 2017). Pemanfaatan popok sebagai bahan baku kompos perlu penambahan suatu bahan yang dapat meningkatkan kandungan nitrogen. Sampah sayur dan urea dapat dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen.

Sampah sayur sangat direkomendasikan sebagai bahan pengomposan (Kumar *et al.*, 2010). Sampah sayur sangat dirokemdasikan untuk bahan campuran kompos yang mengandung nitrogen tinggi (Naghdi *et al.*, 2017). Kadar nitrogen pada sampah sayur sebesar 1,58 (Abdullah, 2017).

Penambahan urea sebagai pemer kaya pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan menurunkan rasio C/N (Kurniawan *dll.*, 2013). Menurut Soest (2006), penggunaan urea sebagai sumber nitrogen bertujuan untuk menekan pertumbuhan jamur serta meningkatkan kadar nitrogen untuk mensuplai kebutuhan bagi mikroba. Pada penelitian Putro *dkk.* (2016) dan Ayunin *dkk.* (2016), menunjukkan dengan penambahan pupuk urea memberikan peningkatan pada kualitas kompos.

Pengomposan dapat berlangsung dengan lebih cepat dengan bantuan bioaktivator (Saptoadi, 2001). Bioaktivator yang digunakan yaitu EM4. Penambahan EM4 juga terbukti dapat menghilangkan bau yang timbul selama proses pengomposan (Azis, 2016). Menurut Pangaribuan dan Pujiswanto (2008), jumlah mikroorganisme didalam EM4 sangat banyak sekitar 80 jenis. Dengan adanya penambahan mikroorganisme tersebut, proses pengomposan akan lebih cepat (Azis, 2016).

Pada penelitian ini akan mengkaji komposisi optimum campuran sampah popok dan sampah sayur dalam pembentukan kompos. Selain itu akan mengkaji ada atau tidaknya pengaruh penambahan EM4 terhadap pengomposan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa komposisi optimum campuran sampah popok dan sampah sayur dalam pembentukan kompos.?
2. Adakah pengaruh penambahan EM4 dalam pembentukan kompos?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan komposisi optimum campuran sampah popok dan sampah sayur dalam pembentukan kompos.
2. Menentukan pengaruh penambahan EM4 dalam pembentukan kompos.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Bahan utama pembuatan kompos adalah sampah popok bayi, sampah sayur, urea dan EM4.
2. Sampah sayur didapatkan dari Pasar Keputih, Sukolilo, Surabaya. Sampah sayur terdiri dari bayam, kangkung, sawi, kol, terong, wortel dan labu siam.
3. Pupuk urea dan EM4 didapatkan dari Toko Pertanian.
4. Variabel dalam penelitian ini adalah variasi sampah sayur, urea dan EM4.
5. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan metode aerobik dalam reaktor.
6. Waktu pengamatan dilakukan selama 60 hari.
7. Variasi EM4 yang digunakan yaitu dengan dan tanpa penambahan EM4
8. Parameter yang diamati adalah:
  - Suhu selama proses pengomposan
  - pH setiap 3 hari sekali

- C-organik, total nitrogen, kadar air, nitrat, amonia dan *volatile solid* (VS) setiap 6 hari sekali pada 30 hari pertama dan setiap 10 hari pada 30 hari selanjutnya.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

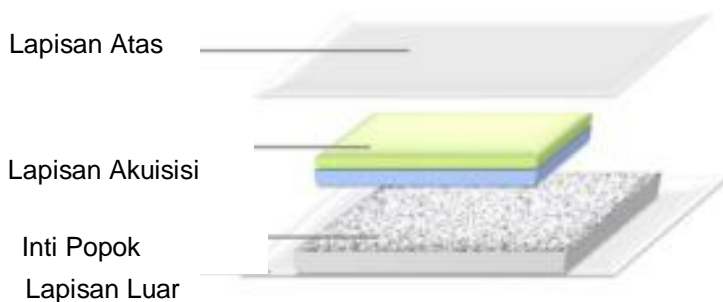
Manfaat pada penelitian ini adalah memberikan sumbangan penelitian dalam upaya pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan dan sangat potensial untuk dikembangkan di daerah lain.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Popok

Popok merupakan alat berupa popok sekali pakai yang terbuat dari plastik dan campuran bahan kimia untuk menampung sisa metabolisme manusia (Wong dan Hockenberr, 2008). Bahan kimia penyusun *popok* adalah *polyacrylate granule* dan *fiber*. Bahan tersebut berasal dari plastik *hydrocarbon*, selulosa atau sintetik pulp dan pewangi *polychlorine dibenzodioxins*. Adanya bahan kimia tersebut menyebabkan *popok* membutuhkan 450 tahun untuk didegradasi di laut dan 500 tahun di landfill.

Popok terdiri dari 4 lapisan (Baldwin *et al.*, 2001). Lapisan pertama atau lapisan atas yang bersentuhan langsung dengan kulit bayi yang mengandung bahan polipropilena dan lotion. Lapisan kedua atau lapisan akuisisi terdiri dari selulosa dan poliester. Lapisan ketiga atau inti popok terdiri dari gel polimer superabsorben yang biasanya dicampur dengan selulosa. Urin akan terkunci dan tersimpan pada polimer superabsorben. Lapisan keempat atau lapisan luar popok terbuat dari kain polypropylene yang fungsinya mencegah cairan tidak bocor dari popok.



Gambar 2.1 Lapisan Popok  
Sumber: Baldwin *et al.*, 2001

Popok bayi mengandung pulp selulosa yang dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk membentuk energi yang diperlukan oleh mikroorganisme (Damayanti, 2010). Kadar C, N dan C/N pada popok berturut-turut sebesar 51,094%, 0,699%, 65,468. Dalam penelitian Reswari (2013), bahwa kadar air dalam sampah popok sebesar 40,899%.

Tabel 2. 1 Kandungan Popok Bayi

No	Bahan	Berat	
		Gram	%
1	Bahan biodegradable (Gel superabsorben, polypropylene, polystyrene, adhesives, elastics)	0,027	12,74
2	Pulp selulosa	0,014	6,60
3	Feses	0,010	4,72
4	Urin	0,161	75,94
5	Total organik tanpa urin	0,024	11,37
6	Total organik dengan urin	0,185	87,43

Sumber: Colon, *et al.* (2011)

## 2.2 Sampah Sayur

Sampah sayur dalam jumlah besar dapat didapatkan dari aktivitas pertanian, swalayan, dan pasar (Pavi *et al.*, 2017). Sampah sayur memiliki memiliki tingkat kelembaban dan biodegradabilitas yang tinggi (Yuanyuan *et al.*, 2016). Sampah sayur memiliki kadar karbohidrat sebesar 70-90% dari berat kering sampah (Nanda *et al.*, 2015). Berikut karakteristik sampah sayur :

Tabel 2. 2 Kandungan Sampah Sayur

No	Parameter	Nilai
1	Kadar air (%)	90,49
2	C-Organik (%)	52,17
3	N-Total (%)	1,58
4	C/N	32,81
5	pH	5,6

Sumber: Abdullah, (2017)



### 2.3 EM4 (*Effective Microorganism 4*)

EM4 (*Effective Microorganism 4*) ditemukan pertama kali oleh Prof. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. EM4 berfungsi dalam proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik. EM4 juga memiliki fungsi mempercepat pembuatan kompos dari sampah organik maupun kotoran hewan (Kurniawan *et al.*, 2013). Selain itu, EM4 dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen. EM4 berisi sekitar 80 genus mikroorganisme fermentasi, diantaranya bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., *Actinomyces*, sp. dan ragi (Pangaribuan dan Pujiswanto, 2008). Berikut komposisi bioaktivator EM4:

Tabel 2. 3 Komposisi Bioaktivtor EM4

No	Parameter	Nilai
1	Lactobacillus	$8,7 \times 10^5$
2	Bakteri Pelarut Fosfat	$7,5 \times 10^6$
3	Ragi/ Yeast	$8,5 \times 10^6$
4	Actinomyces	+
5	Bakteri Fotosintetik	+
6	Ca (ppm)	1,675
7	Mg (ppm)	597
8	Fe (ppm)	5,54
9	Al (ppm)	0,1
10	Zn (ppm)	1,90
11	Cu (ppm)	0,01
12	Mn (ppm)	3,29
13	Na (ppm)	363
14	B (ppm)	20
15	N (ppm)	0,07
16	Ni (ppm)	0,92
17	K (ppm)	7,675
18	P (ppm)	3,22
19	Cl (ppm)	414,35
20	C (ppm)	27,05
21	pH	3,9

Sumber : Lab. Fak. MIPA IPB Bogor, 2006 dalam Ardiningtyas, 2013

## 2.4 Urea

Penambahan urea sebagai pemer kaya pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan menurunkan rasio C/N (Kurniawan et al., 2013). Menurut Soest (2006), penggunaan urea sebagai sumber nitrogen bertujuan untuk menekan pertumbuhan jamur serta meningkatkan kadar nitrogen untuk mensuplai kebutuhan bagi mikroba. Berikut kandungan dalam pupuk urea

Tabel 2. 4 Kandungan Urea

No	Parameter	Nilai
1	pH	8,5
2	Kadar Air (%)	0,5
3	C-Organik (%)	0
4	N-Total (%)	46
5	Rasio C/N	0,43

Sumber: Ayunin, dll (2016)

## 2.5 Pengomposan

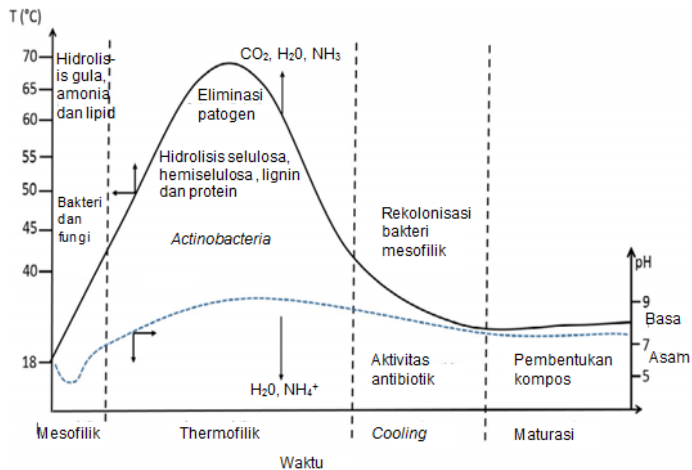
Pengomposan merupakan teknologi yang banyak digunakan dan efisien untuk mengolah sampah organik (Zhang *et al.*, 2017). *Co-Composting* adalah dekomposisi bahan organik yang menggunakan lebih dari satu material (Enayetullah dan Sinha, 2013). Pengomposan secara aerobik yaitu proses dekomposisi bahan organik dengan adanya mikroorganisme dan oksigen (Moraga *et al.*, 2009). Menurut SNI 19-7030-2004, kompos adalah bentuk akhir dari bahan-bahan organik sampah domestik setelah mengalami dekomposisi. Kompos sering digunakan sebagai media pertumbuhan (Boldrin *et al.*, 2010). Menurut Bernal *et al.* (2009), kualitas kompos harus diperhatikan tingkat kematangannya sebelum diaplikasikan. Jika kompos belum pada kondisi matang akan mengganggu pertumbuhan tanaman karena kurangnya suplai oksigen maupun nitrogen.

## 2.6 Proses Biologis Pada Pengomposan

Proses penguraian biokimiawi sampah sangatlah kompleks. Proses-proses tersebut terjadi melalui tahap-tahap berikut:

Fase-fase selama proses dekomposisi berdasarkan suhu yaitu:

1. Fase Mesofilik, dimana fase ini terjadi pemecahan bahan organik yang dilakukan oleh bakteri mesofilik. Bakteri mesofilik yang berperan yaitu, *Pseudomonaceae*, *Erythrobacteraceae*, *Comamonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Streptomyetaceae*, dan *Caulobacteraceae*. Bakteri ini hidup pada suhu 15-30<sup>0</sup>C. Bakteri memanfaatkan senyawa yang mudah larut seperti gula, asam amino dan lipid yang terdapat pada bahan baku kompos (Bernal *et al.*, 2009). Aktivitas metabolik bakteri dapat meningkatkan suhu hingga mencapai 65-85<sup>0</sup>C. Dengan kondisi ini, populasi bakteri mesofilik menjadi kurang kompetitif dan digantikan oleh bakteri thermofilik (Insam dan de Bertoldi, 2007).



Gambar 2.2 Variasi Suhu dan pH pada Proses Pengomposan  
Sumber: Sanchez *et al.*, 2017

2. Fase Thermofilik, dimana fase ini terjadi peningkatan suhu. Bakteri yang berperan pada fase thermofilik yaitu *Thermoactinomyetacea*, *Thermomonosporaceae*, dan *Pseudonocardiceae*. Bakteri ini memiliki enzim yang dapat mendegradasi molekul kompleks seperti selulosa, lignin, hemiselulosa dan protein (Bernal *et al.*, 2009). Pada tahap ini bakteri patogen akan mengalami kematian (Neklyudov *et al.*, 2008).
3. Fase *cooling* terjadi pada saat sumber energi telah habis dan tumpukan kompos berada pada suhu 15-35<sup>0</sup>C. Pada fase ini, bakteri mesofilik memecah sisa gula, selulosa dan hemiselulosa (Bernal *et al.*, 2009).
4. Fase maturasi disebut juga dengan fase pematangan.

## 2.7 Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi kompos. Faktor pendukung untuk mempercepat proses

dekomposisi adalah kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bakteri. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksi kompos adalah sebagai berikut:

- Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu faktor penting dalam pengomposan. Kadar air pada pengomposan pada rentang 50-60% (Bernal *et al.*, 2009). Kadar air jika terlalu tinggi akan menghambat aliran oksigen mikroba, dan jika terlalu rendah akan menyebabkan penurunan aktivitas mikroba (Godlewska *et al.*, 2017).

- Suhu

Suhu merupakan parameter penting untuk menilai kinerja proses pengomposan, yang dapat mempengaruhi tingkat dekomposisi dan aktivitas mikroba (Zhang *et al.*, 2015). Kenaikan suhu bukan hanya bergantung pada sifat sampah tetapi juga pada mineralisasi bahan organik (De Guardia *et al.*, 2010). Kenaikan suhu pada awal proses pengomposan berhubungan dengan jumlah bahan organik yang mudah terurai (De Guardia *et al.*, 2010).

- Rasio C/N

Rasio C/N sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganisme karena menyediakan unsur karbon dan nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Zhang *et al.*, 2016). Rasio C/N yang efektif untuk awal proses pengomposan berkisar antara 25-40 (Chen *et al.*, 2011). Rasio C/N kompos akan menurun seiring waktu pengomposan (Wang *et al.*, 2016). Tingkat rasio C/N dipergunakan untuk menilai kematangan kompos yang dihasilkan selama proses pengomposan (Suhardjadinata dan Pangesti, 2016). Berdasarkan SNI 19-7030-2004, rasio C/N untuk kematangan kompos sebesar 10-20.

- Karbon

Karbon dibutuhkan untuk mensuplai energi dan nitrogen dibutuhkan untuk membentuk struktur sel bakteri (Firdausiyah,

2015). Menurut Kigozi *et al.* (2014) jika C/N terlalu tinggi, nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhannya. Sebaliknya jika C/N terlalu rendah, nitrogen akan dibebaskan dan berakumulasi dalam bentuk  $\text{NH}_4\text{OH}$  (Windyasmara dkk, 2012).

- pH

pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5-7 (Zhang *et al.*, 2016). Jika pH terlalu rendah akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme, memperlambat kenaikan suhu dan memperpanjang waktu pengomposan (Jiang *et al.*, 2014).

- Aerasi

Pasokan  $\text{O}_2$  sangat berpengaruh dalam pengomposan. Oleh karena itu, aerasi sangat diperlukan. Efisiensi pengomposan sangat dipengaruhi oleh  $\text{O}_2$  karena proses pengomposan berhubungan langsung dengan mikroorganisme (Nakasaki dan Hirai, 2017). Tingkat aerasi yang sesuai akan mempengaruhi proses pengomposan dan kualitas kompos (Gao *et al.*, 2010). Hal ini dikarenakan aerasi sangat berpengaruh pada proses degradasi dan suhu selama proses pengomposan. Menurut Ahn *et al.* (2007), jika aerasi terlalu sedikit akan menyebabkan terjadinya pengomposan secara anaerob, sebaliknya jika aerasi terlalu banyak akan mengganggu kondisi termofilik. Aerasi juga dapat mengurangi emisi  $\text{CH}_4$  secara substansial (Jiang *et al.*, 2011). Aerasi yang tinggi dapat meningkatkan emisi  $\text{NH}_3$  (Jiang *et al.*, 2015).

Aerasi dapat dilakukan dengan cara pengadukan. Menurut Listyantarto (2002), pengadukan dilakukan:

1. Untuk bahan dengan kadar air antara 60-70% dilakukan pengadukan 2 hari sekali dengan sekali pengadukan 4-5 kali.

2. Untuk bahan dengan kadar air 40-60% dilakukan pengadukan 3 hari sekali dengan pengadukan 3-4 kali.
3. Untuk bahan dengan kadar air kudang dari 40% harus diberi tambahan air.
4. Untuk bahan dengan kadar air lebih dari 70% dilakukan pengadukan setiap hari untuk menurunkan kelembaban.

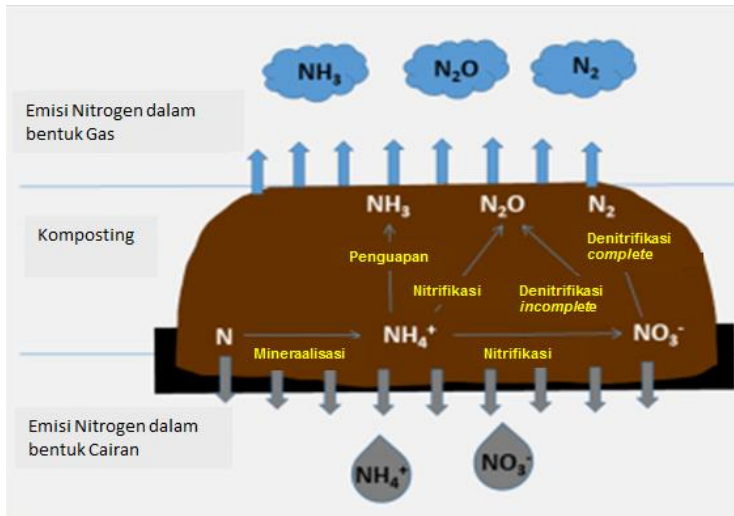
- **Ukuran Bahan**

Semakin kecil ukuran partikel sehingga penguraian berlangsung dengan cepat (Bolado-Rodriguez *et al.*, 2016). Jika ukuran partikel terlalu besar, maka luas permukaan semakin kecil sehingga mikroba kurang mampu dalam mendekomposisi bahan (Verma dan Marschner, 2013). Dalam penelitian Duong *et al.* (2012), ukuran partikel yang semakin kecil dapat menghasilkan kadar N dan P yang tinggi.

## **2.8 Siklus Nitrogen Pengomposan**

Selama proses pengomposan terjadi siklus nitrogen yang dapat dilihat pada Gambar 2.3. Menurut Meng *et al.* (2016), nitrogen hadir dalam berbagai bentuk senyawa kimia dan mengalami serangkaian reaksi berikut ini:

- Mineralisasi, yaitu perubahan bentuk nitrogen organik menjadi amonium. Lebih dari 95% kandungan nitrogen dalam tanah berada dalam bentuk nitrogen organik. Bentuk ini tidak dapat dimanfaatkan tanaman sebelum diubah oleh mikroorganisme tanah menjadi ion amonium.
- Nitrifikasi, yaitu perubahan amonium menjadi nitrat. Proses perubahan ini terjadi jika kondisi lingkungan hangat dan dalam tanah yang beraerasi baik. Nitrat adalah ion negatif nitrogen yang dimanfaatkan tanaman, dan mudah terlindi (bergerak ke bawah bersama air) karena tidak diikat mineral liat atau situs serapan tanah. Bentuk ion nitrat ini merupakan salah satu penyebab timbulnya polusi air tanah.



Gambar 2. 3 Siklus Nitrogen  
 Sumber: Meng *et al.*, 2016

- Immobilisasi, yaitu perubahan nitrat atau ammonium menjadi nitrogen organik. Mikroorganisme dalam tanah menggunakan nitrat dan ammonium pada saat mengurai bahan organik. Bentuk nitrogen ini bersifat sementara terikat dalam bentuk jaringan tubuh mikroorganisme.
- Denitrifikasi, yaitu proses perubahan nitrat menjadi gas nitrogen. Proses ini terjadi manakala tanah tidak cukup mengandung udara, maka mikroorganisme menggunakan oksigen dalam senyawa nitrat, sehingga nitrat berubah menjadi gas nitrogen ( $N_2$ ). Gas ini akan dilepaskan menuju atmosfer sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pada kebanyakan kasus, peristiwa denitrifikasi akan terjadi antara 2 sampai 3 hari di dalam tanah dengan aerasi buruk.



- Volatilisasi, yaitu perubahan ammonium menjadi gas ammonia. Proses ini banyak terjadi di dalam tanah yang memiliki pH lebih besar dari 7,5.

## 2.9 Tingkat Kematangan Kompos

Tingkat kematangan kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada Tabel 2.4. Sedangkan menurut Permentan 28 Tahun 2009 standart kualitas kompos dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2. 5 Standart Kualitas Kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		Suhu air tanah
3	Warna			Kehitaman
4	Bau			Berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur mikro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,4	-
11	Karbon	%	9,82	32
12	Phospor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0,10	-
13	C/N rasio		10	20
14	Kalium (K <sub>2</sub> O)	%	0,20	*
	Unsur mikro			
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500

Unsur lain				
25	Kalsium	%	*	25,50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0,60
No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
27	Besi (Fe )	%	*	<b>2,00</b>
28	Aluminium ( Al)	%	*	<b>2,20</b>
29	Mangan (Mn)	%	*	<b>0,10</b>
Bakteri				
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		<b>3</b>

Sumber: SNI 19-7030-2004

Tabel 2. 6 Standart Kualitas Kompos

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Kadar Air	%	15-25
2	Temperatur	<sup>o</sup> C	Suhu air tanah
3	Warna		Kehitaman
4	Bau		Berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	2-5
6	pH		4-8
7	Nitrogen	%	< 6
8	Karbon	%	≥ 12
9	C/N rasio		15-25
10	E.coli,	MPN/gr	<100
11	Salmonella sp	MPN/gr	<100
12	Fe total	ppm	Maks 9000
13	Fe tersedia	ppm	Maks 500
14	Mn	ppm	Maks 5000
15	Zn	ppm	Maks 5000

Sumber: Permentan 28 Tahun 2009

## 2.10 Persamaan Diferensial

Persamaan diferensial merupakan Persamaan yang mengandung variabel dan beberapa fungsi turunan terhadap variabel tersebut. Persamaan diferensial ada dua yaitu persamaan diferensial orde satu dan persamaan diferensial orde dua. Persamaan tersebut sebagai berikut:

$$\frac{dR(t)}{dt} = -kRt$$

$$\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} = 0$$

Menurut Jiang *et al.* (2011), persamaan orde satu sebagai berikut:

$$\ln \frac{dR(t)}{dt} = -kRt$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai D menggunakan persamaan berikut:

$$D = \frac{t}{\log C_0 - \log C}$$

Dimana:

$C_0$  = konsentrasi awal (mg)

$C$  = konsentrasi setelah proses (mg)

$D$  = *demical reduction time* (menit)

*Demical reduction time* atau D adalah waktu yang diperlukan untuk proses degradasi. Penentuan nilai D dapat dilakukan dengan membuat plot antara waktu (sumbu x) dengan log kadar sampel (sumbu y). Nilai D merupakan (-1/slope) dari kurva persamaan (Sukasih dkk,2005). Semakin kecil nilai D maka laju degradasi semakin besar.

## 2.11 ANOVA

*Analisis of varience* atau ANOVA merupakan salah satu teknik analisis multivariate yang berfungsi untuk membedakan rerata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya (Ghozali, 2009). Prosedur ANOVA dibangun berdasarkan hipotesis yang dikenal dengan F-tes. Dimana membandingkan seberapa banyak perbedaan

antara kelompok dibandingkan dengan seberapa besar variasi antara tiap kelompok. Variasi antar kelompok disebut “*intra-group variation*”. *Inter-group variation* juga disebut sebagai perbedaan kelompok secara keseluruhan sebagaimana tercermin dari rata-rata populasi untuk tiap reaktor (Rowe, 2007).

Teknik statistik yang digunakan dikenal sebagai *single-factor* ANOVA atau yang dikenal dengan F-tes. Disebut F-tes dikarenakan hasil perhitungan dalam bentuk angka sebagai F. Berdasarkan nilai F maka keputusan dapat diambil apakah diterima atau tidak terhadap hipotesa nol. Ketika keputusannya ditolak terhadap hipotesa nol maka kesimpulan yang diambil adalah terdapat perbedaan antara rata-rata data (Rafter *et al.*, 2002). Menurut Rumsey (2009), kesimpulan uji ANOVA diambil dalam *one of two ways* dimana nilai p tercapai atau nilai kritis termendekati F-tes. Kaitan nilai p untuk F-tes terletak pada faktor baris dibawah kolom dengan judul P, nilai statistik F-tes terletak pada baris baris dibawah kolom F.

Pendekatan nilai p adalah:

- $H_0$  ditolak, jika nilai p adalah kurang dari  $\alpha$  yang telah ditentukan (umumnya 0.05),
- $H_0$  diterima, jika nilai p lebih besar dari  $\alpha$ , terjadi bila tidak cukup bukti dari data tersebut yang menyatakan rata-rata populasi k terdapat perbedaan.

Pendekatan nilai kritis adalah:

Merata-ratakan nilai p, maka akan didapatkan nilai perpotongan pada F-distribution dengan derajat bebas ( $k - 1$ ,  $n - k$ ). Perpotongan ini disebut sebagai nilai kritis, yang telah ditentukan sebelumnya (umumnya 0.05).  $\alpha = 0.05$  adalah yang paling umum dipakai pada distribusi F. Berdasarkan table-F, titik kritis dicari dan dibandingkan dengan perhitungan statistik F pada F-distribution yang sesuai dengan derajat bebas ( $k - 1$ ,  $n - k$ ) untuk menarik kesimpulan:

- $H_0$  ditolak, jika perhitungan statistik F keluar (lebih atau kurang) dari nilai yang ditemukan dalam table F, tidak dapat dikatakan paling sedikit dua perlakuan atau populasi yang memiliki rata-rata yang berbeda. •
- $H_0$  diterima, jika perhitungan statistik F lebih kecil dari nilai table F.

Menurut Rowe (2007), uji ANOVA hanyalah uji statistik yang menguji signifikansi. ANOVA hanya memberitahukan apakah terdapat perbedaan antara perlakuan yang ada, namun tidak memberitahukan perlakuan mana yang berbeda dengan lainnya atau seberapa besar perbedaan antara pasangan perlakuan yang ada.

Berikut ini adalah langkah-langkah umum dalam menggunakan one-way ANOVA:

1. Periksa kondisi ANOVA, gunakan data yang sudah terkumpul dari tiap populasi k.
2. Menentukan hipotesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  lawan  $H_a$ : paling tidak dua rata-rata dari populasi berbeda. Cara lainnya untuk menentukan hipotesis alternatif dengan mengatakan  $H_a$ : paling tidak dua dari  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$  adalah berbeda.
3. Mengumpulkan data dari random dari sample k, satu dari tiap populasi.
4. Gunakan uji F pada data dari langkah ketiga, gunakan hipotesis dari langkah kedua dan temukan nilai p.
5. Buat kesimpulan : jika  $H_0$  ditolak (ketika nilai p lebih kecil dari 0.05 atau dari nilai  $\alpha$  yang telah ditentukan), simpulkan bahwa dua dari rata-rata populasi adalah berbeda atau simpulkan bahwa tidak cukup bukti untuk menolak  $H_0$ , dapat dikatakan rata-ratanya adalah berbeda (Rumsey. 2009).

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

### **3.1 Umum**

Pada bab metodologi ini akan dibahas mengenai hal-hal yang berhubungan dengan teknis pelaksanaan penelitian. Penelitian ini akan dilaksanakan di kampus departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi optimum antara sampah popok, sampah sayur dan urea yang menghasilkan volume kompos yang optimum. Penelitian ini juga menganalisa pengaruh variasi EM4 dengan substrat (sampah popok dengan sampah sayur) guna menghasilkan kompos yang optimum.

### **3.2 Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian adalah alur penelitian yang disusun secara singkat untuk menjelaskan bagaimana penelitian dilakukan dari awal, proses pelaksanaan, hingga akhir. Kerangka penelitian ini juga disusun berdasarkan dari dasar teori yang telah dikemukakan didalam bab tinjauan pustaka. Adanya kerangka penelitian diharapkan mempermudah dan mempercepat waktu pengerjaan penelitian. Kerangka alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1

### **3.3 Studi Literatur**

Literatur digunakan sebagai landasan teori sebagai pedoman dan dasar penelitian untuk mendukung penelitian ini. Sumber literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku-buku teks, artikel, dan semua informasi yang mendukung penelitian ini. Penelitian ini menggunakan studi literatur tentang sampah popok, sampah sayur, urea, faktor-

faktor yang mempengaruhi proses pengomposan, proses biologis dalam pengomposan, dan bioaktivator EM4.

### **3.4 Ide Penelitian**

Permasalahan yang menjadi landasan penelitian ini adalah timbulan sampah popok di Surabaya menduduki posisi ketiga setelah sampah makanan dan sampah plastik. Sampah popok tersebut dibuang tanpa diolah terlebih dahulu. Sampah popok yang dibuang banyak yang bermuara di sungai. Dalam riset Ecoton, 37% sampah di sungai Surabaya merupakan sampah popok (Doaly, 2017). Pengolahan sampah popok biasanya langsung dibuang ke landfill ataupun diinsenerasi. Untuk itu dibutuhkan suatu inovasi pengolahan sampah popok. Salah satu inovasi pengolahan sampah popok yaitu dengan mengubah sampah popok menjadi kompos (Lehrburger, 1989). Pengolahan yang digunakan yaitu memanfaatkan sampah popok untuk pembuatan kompos dengan bantuan sampah sayur, urea dan EM4.

### **3.5 Tahapan Penelitian**

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap seperti: persiapan alat dan bahan, analisis pendahuluan dan tahap pelaksanaan.

#### **3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan**

Alat yang dibutuhkan dalam proses pengomposan ini adalah tong dari bahan plastik lengkap dengan penutupnya volume 25 L. Pada bagian bawah reaktor diberi lubang guna mengeluarkan lindi. Lindi ditampung menggunakan botol plastik. Untuk detail gambarnya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain popok, sampah sayur, urea dan EM4. Popok yang digunakan adalah sampah popok bekas bayi. Sampah popok harus dihancurkan terlebih dahulu secara manual dengan ukuran kurang dari 5 cm (Damayanti, 2010). Sampah sayur yang digunakan diperoleh dari Pasar Keputran, Surabaya. Sampah sayur terlebih dahulu dipilah jika terdapat sampah plastik. Setelah dipilah, sampah sayur dipotong dengan ukuran <5 cm secara mekanik. Kemudian, sampah popok dan sampah sayur dicampur sesuai dengan perbandingan. Pemberian urea guna meningkatkan kadar nitrogen pada bahan kompos. Hasil perhitungan ini dapat dilihat pada Lampiran A.

Petunjuk penggunaan bioaktivator EM4 yang tertera pada botol menunjukkan bioaktivator dicampur dengan gula dan air sebelum pengaplikasian EM4. Perbandingan EM4: gula : air sebesar 1:1:50. Hal ini untuk mengaktifkan mikroorganisme terlebih dahulu. Gula/molase berfungsi sebagai makanan mikroorganisme. Selanjutnya difermentasi selama 1 hari. 1 liter bioaktivator cukup untuk 1 ton bahan ompos. Pada penelitian ini total bahan kompos dalam 1 reaktor sebanyak 10 kg, sehingga volume EM4 yang dipakai sebesar 10 mL.

### **3.5.2 Analisis Pendahuluan**

Analisis pendahuluan ini meliputi komposisi fisik yaitu suhu, pH awal, serta komposisi kimia. Komposisi kimia meliputi kadar air, VS dan rasio C/N.

### **3.5.3 Pelaksanaan**

1. Sampah popok dihancurkan terlebih dahulu secara manual dengan ukuran kurang dari 5 cm (Damayanti, 2010).
2. Pemilahan sampah sayur jika terdapat sampah plastik. Sampah sayur dipotong dengan ukuran <5 cm.
3. Dilakukan pencampuran bahan seperti pada Tabel 3.1.

4. Semua bahan dihomogenkan dengan cara pengadukan sebelum dimasukkan ke dalam reaktor.
5. Dilakukan inkubasi selama 60 hari.
6. Dilakukan pengadukan 3 hari sekali (Listyantarto 2002).
7. Dilakukan analisis data. Analisis data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2.
8. Setelah kompos matang dilakukan pengayakan guna memisahkan plastik bahan penyusun popok.
9. Kompos yang telah matang kemudian ditimbang.

Tabel 3. 1 Komposisi Bahan Pembentukan Kompos

Reaktor	Perlakuan			
	Sampah Popok (kg)	Sampah Sayur (kg)	Urea (g)	EM4 (ml)
1	10	0	90	10
2	7	3	50	10
3	5	5	20	10
4	3	7	0	10
5	0	10	0	10
6	10	0	90	0
7	7	3	50	0
8	5	5	20	0
9	3	7	0	0
10	0	10	0	0

### 3.6 Hasil dan Pembahasan

Pada sub bab ini, seluruh hasil analisa pada Tabel 3.2 akan ditampilkan dalam bentuk grafik,tabel, dan bentuk dalam deskriptif. Data-data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dan hasil uji lab yang didapat harus diringkas dengan baik dan teratur.

### **3.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran disusun berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan. Kesimpulan yang akan diberikan merupakan jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian. Kesimpulan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang komposisi campuran sampah popok dan sampah sayur dan penambahan EM4 yang menghasilkan kompos yang maksimum.

## Ide Penelitian

Perbandingan sampah popok dan sampah sayur, serta pengaruh EM4 dalam proses pengomposan.



## Rumusan Masalah

1. Berapa komposisi optimum campuran sampah popok dan sampah sayur dalam pembentukan kompos?
2. Adakah pengaruh penambahan EM4 dalam pembentukan kompos?



## Tujuan

1. Menentukan komposisi optimum campuran sampah popok dan sampah sayur dalam pembentukan kompos.
2. Menentukan pengaruh penambahan EM4 dalam pembentukan kompos.



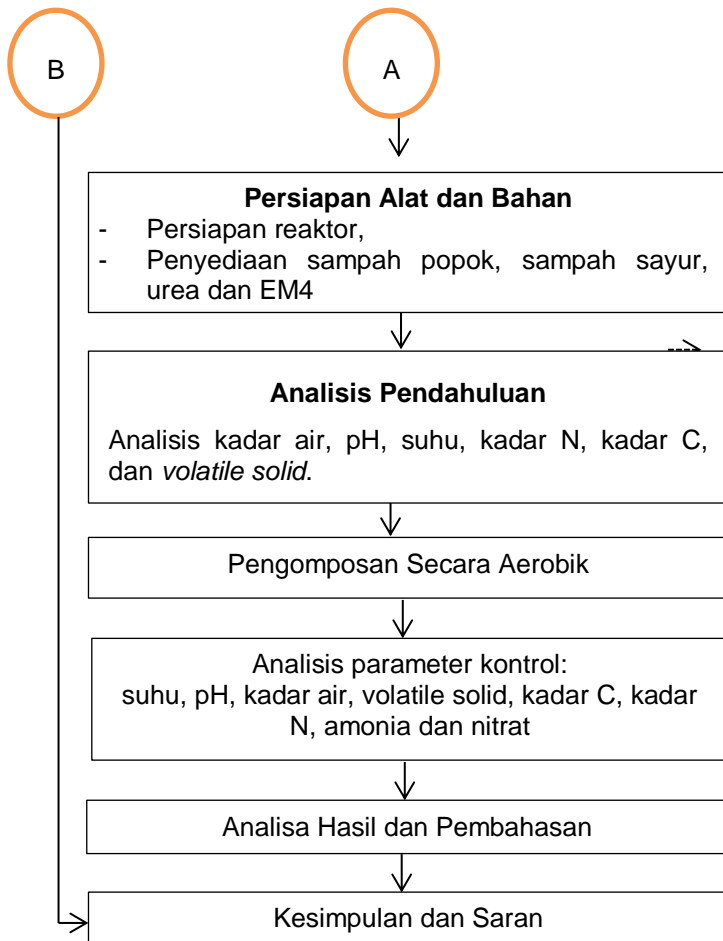
## Studi Literatur

- Popok
- Sampah Sayur
- UREA
- EM4
- Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Kompos

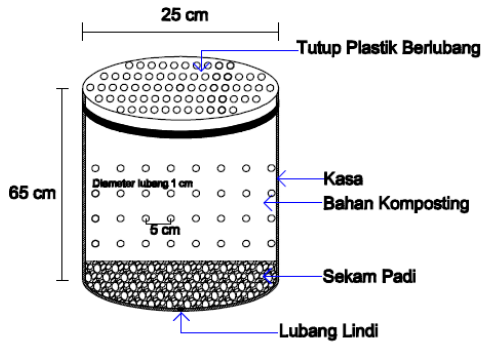


A

B



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian



Gambar 3.2 Reaktor Pengomposan

Tabel 3. 2 Analisis Data

Parameter	Waktu Sampling	Metode Analisa
C-Organik	Dianalisis setiap enam hari selama 30 hari pertama pengomposan dan setiap 10 hari selama 30 hari selanjutnya	Black and Welkey
N total	Dianalisis setiap enam hari selama 30 hari pertama pengomposan dan setiap 10 hari selama 30 hari selanjutnya	Spektrofotometer
Kadar Air dan VS	Dianalisis setiap enam hari selama 30 hari pertama pengomposan dan setiap 10 hari selama 30 hari selanjutnya	Gravimetry
pH	Dianalisis setiap tiga hari selama 30 hari pertama pengomposan dan setiap 10 hari selama 30 hari selanjutnya	pH indikator

---

Suhu	Setiap hari	Termometer
------	-------------	------------

---

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## **BAB 4 PEMBAHASAN**

### **4.1 Bahan Baku Kompos**

Bahan baku kompos pada penelitian ini berupa sampah popok bayi, sampah sayur, urea dan EM4. Sampah popok bayi didapatkan dari tempat penitipan anak yang terdapat di Kecamatan Sukolilo. Sampah popok yang telah terkumpul kemudian dicacah menggunakan gunting dengan ukuran <5 cm. Sampah popok yang dikumpulkan mengandung lebih banyak urin daripada feses bayi. Hal ini mengakibatkan sampah popok berbau menyengat karena banyaknya kandungan urin. Bagian dalam sampah popok ada yang berupa gel maupun kapas. Hal ini berbeda karena beda merk dari sampah popok yang dikumpulkan.

Sampah sayur yang digunakan pada penelitian ini diambil dari Pasar Keputran, Surabaya. Sampah sayur yang digunakan berupa sayur wortel, sawi, putih, dan kol. Sampah sayur yang telah dikumpulkan kemudian dicacah secara mekanik. Kondisi sampah sayur dalam keadaan basah sehingga perlu dilakukan pengeringan guna mengurangi kadar air. Sampah sayur sebelum dikeringkan berwarna hijau dan berbau menyengat. Sampah sayur setelah dikeringkan berwarna kecokelatan, kadar bau berkurang dan tidak terlalu basah.

Urea yang digunakan memiliki kadar N sebesar 46%. Urea didapatkan dari toko pertanian. Urea ditambahkan guna meningkatkan kadar N pada proses pengomposan. Urea yang ditambahkan sesuai dengan kebutuhan masing-masing reaktor. Pada penelitian ini, fungsi penambahan urea yaitu untuk memenuhi rasi C/N pada awal pengomposan.

EM4 didapatkan dari toko pertanian. Sebelum digunakan, EM4 terlebih dahulu diaktifkan dengan cara menambahkan molase dan air dengan perbandingan 1:1:50. Pada penelitian ini, 20 gram glukosa, 20 ml EM4 ditambah air 1 L. Selanjutnya semua bahan dihomogenkan dan diaerasi

selama 24 jam. Setelah diaerasi EM4 siap diaplikasikan kedalam reaktor. EM4 ditambahkan sebanyak 10 ml pada tiap reaktor.

Dilakukan analisis pendahuluan pada masing-masing reaktor. Analisis yang dilakukan berupa suhu, pH, kadar air, VS, kadar C-Organik, dan total nitrogen. Semua analisis dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS, kecuali analisis total nitrogen. Analisis total nitrogen dilakukan di Laboratorium Sumberdaya Lahan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya.

Tabel 4. 1 Karakteristik Sampah Popok

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kandungan</b>
Suhu	<sup>o</sup> C	29
Kadar Air	%	79,23
pH	-	7,81
C-Organik	%	63,54
Total Nitrogen	%	0,11%
Rasio C/N		92,09

Tabel 4. 2 Karakteristik Sampah Sayur

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kandungan</b>
Suhu	<sup>o</sup> C	29
Kadar Air	%	65,98
pH	-	7,1
C-Organik	%	28,22
Total Nitrogen	%	0,4%
Rasio C/N		17,68

Rasio C/N untuk sampah popok tidak memenuhi rasio C/N proses pengomposan. Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 25-40 (Chen *et al.*, 2011). Oleh karena itu perlu penambahan suatu bahan yang memiliki kadar nitrogen tinggi. Pada penelitian ini,

ditambahkan sampah sayur dan urea agar rasio C/N memenuhi syarat awal pengomposan.

## **4.2 Hasil Proses Pengomposan**

Proses pengomposan diamati selama 60 hari. Dimana 30 hari pertama dilakukan analisis setiap enam hari, sedangkan 30 hari selanjutnya dilakukan analisis setiap sepuluh hari. Analisis yang dilakukan berupa suhu, pH, kadar air, VS, C-Organik, amonia, nitrat, total kjeldahl nitrogen dan rasio C/N.

### **4.2.1 Kondisi Suhu**

Suhu merupakan salah satu parameter penting untuk mengevaluasi stabilitas kompos. Hal ini berkaitan dengan aktivitas mikroba dan juga laju dekomposisi selama proses pengomposan (Meunchang *et al.*, 2005). Suhu sangat berpengaruh dalam hal memantau dan mengatur proses komposing, terutama dalam hal mengendalikan bakteri patogen (Adhikari *et al.*, 2012; Laos *et al.*, 2002; Smith dan Jasim, 2009). Pengukuran suhu dilakukan setiap sore hari sekitar jam 17.00-18.00 WIB selama 60 hari. Perubahan suhu pada proses pengomposan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

Pada reaktor dengan penambahan EM4 mengalami kenaikan suhu yang signifikan pada hari pertama. Hari kedua, suhu tiap reaktor ada yang mengalami kenaikan dan penurunan. Reaktor A1 mengalami kenaikan suhu sebesar 2,03%. Reaktor A2, A3, A4 dan A5 mengalami penurunan suhu sebesar 6,06%, 1,16%, 2,02% dan 21,16%. Kemudian suhu mengalami kenaikan dan penurunan kadar suhu secara fluktuatif. Minggu pertama, kadar suhu berada pada rentang 31,1<sup>0</sup>C-44,9<sup>0</sup>C.

Perubahan suhu pada reaktor tanpa penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 4.2. Pada 6 hari pertama suhu cenderung naik. Suhu tertinggi dicapai pada hari kedua sebesar 47,1 oleh reaktor B3. Kenaikan dan penurunan suhu terjadi secara fluktuatif.

Reaktor A2, A3, dan A4 perubahan suhu terlihat berbeda dibandingkan reaktor yang A1 dan A5. Dimana dengan adanya pencampuran sampah popok dan sayur, rata-rata mengalami kenaikan suhu yang cukup signifikan. Reaktor A4 lebih baik dalam hal perubahan suhu. Hal ini dapat dilihat berdasarkan kenaikan suhu pada minggu pertama. Dimana pada minggu pertama, reaktor A4 lebih cenderung mengalami kenaikan suhu dibandingkan reaktor A2 dan A3. Perubahan suhu pada reaktor A1 dan A5 terlihat berbeda, dimana reaktor A5 lebih sering mengalami kenaikan suhu dibandingkan dengan reaktor A1.

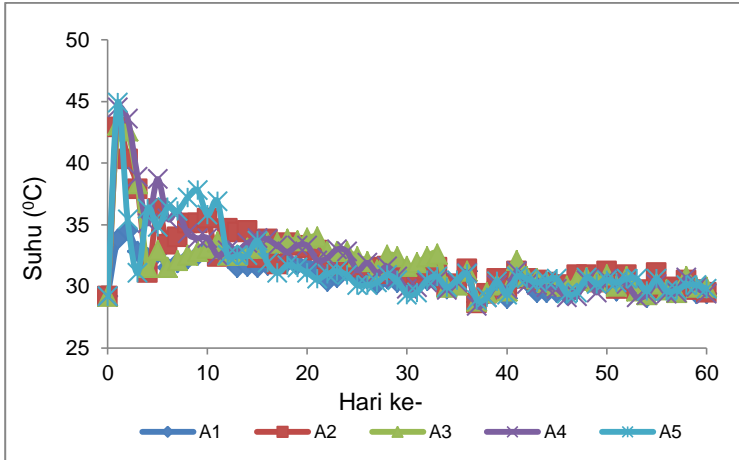
Perbandingan reaktor A2, A3 dan A4 terlihat berbeda dibandingkan reaktor B2, B3 dan B4. Dimana reaktor A2, A3 dan A4 pada minggu pertama cenderung mengalami kenaikan dan penurunan suhu yang fluktuatif. Sedangkan pada reaktor B2, B3 dan B4 rata-rata mengalami penurunan suhu pada minggu pertama. Minggu kedua, reaktor A2 dan A3 cenderung mengalami kenaikan suhu, sedangkan reaktor A4 cenderung mengalami penurunan suhu. Kemudian minggu berikutnya perubahan suhu cenderung stabil. Minggu kedua, reaktor B2, B3 dan B4 perubahan suhu terjadi secara fluktuatif, dimana mulanya suhu cenderung naik dan kemudian turun. Kemudian minggu berikutnya, perubahan suhu pada reaktor terjadi secara fluktuatif dibandingkan reaktor A2, A3 dan A4.

Fluktuasi suhu yang terjadi selama masa pengomposan berlangsung menunjukkan bahwa kehidupan mikroorganisme mesofilik dan termofilik silih berganti berperan (Pratiwi, 2013). Kenaikan suhu selama proses pengomposan menandakan adanya aktifitas mikroba. Suhu berangsur-angsur menurun dikarenakan berkurangnya bahan organik yang dapat diurai oleh mikroorganisme dan mengindikasikan kompos mulai matang. Pada saat kondisi suhu menurun, mikroorganisme mesofilik berkembang menggantikan mikroorganisme termofilik.

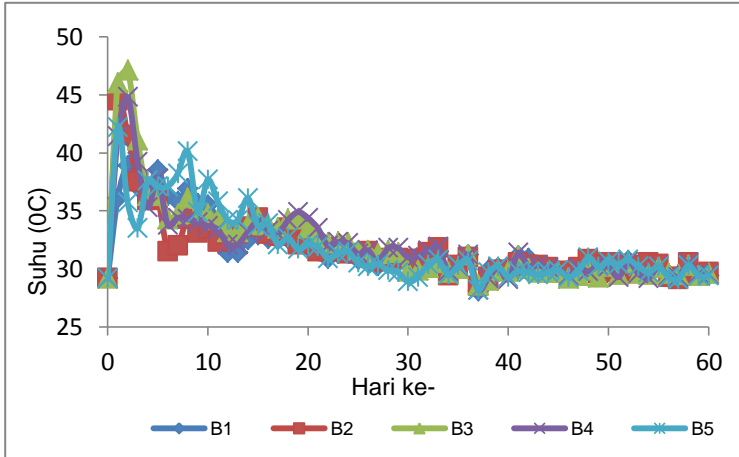
Suhu mempengaruhi jenis mikroorganisme yang hidup di dalam media. Menurut Ruskandi (2006), dalam proses pengomposan aerobik terdapat dua fase yaitu fase mesofilik 23-45<sup>o</sup>C dan fase termofilik 45-65<sup>o</sup>C. Kisaran temperatur ideal tumpukan kompos adalah 55-65<sup>o</sup>C. Fluktuasi suhu dalam penelitian ini tidak lebih dari 49<sup>o</sup>C, sehingga diduga mikroorganisme pengurai yang mampu berkembang biak hanya bakteri-bakteri mesofilik. Pengomposan secara mesofilik dapat lebih efektif untuk menguraikan sampah oleh mikroorganisme proteobakteri dan fungi (Tang *et al.*, 2007). Suhu tidak mencapai kondisi termofilik dipengaruhi oleh tumpukan kompos. Tumpukan yang rendah mengakibatkan panas yang terbentuk tidak dapat tertahan lama di dalam tumpukan dan langsung keluar (Indrasti dan Wimbanu, 2006). Menurut Van Ginkel *et al.* (1999), semakin tinggi tumpukan kompos maka porositas tumpukan akan semakin kecil. Hal ini menyebabkan banyaknya panas yang dihasilkan selama proses dekomposisi terperangkap didalam tumpukan.

Penurunan suhu dipengaruhi oleh faktor pengadukan. Hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa suhu setelah pengadukan akan cenderung turun. Dengan adanya aktifitas pengadukan yang secara rutin menyebabkan panas yang dihasilkan mikroorganisme tidak cukup lama tersimpan dalam tumpukan sampel (Suyasa, 2010).

Pada penelitian ini suhu pada tiap reaktor mencapai suhu 40<sup>o</sup>C, kecuali pada reaktor kontrol A1 dan B1. Hal ini dapat dijadikan indikasi bahwa bakteri patogen dari sampah popok mati. Menurut Jenkins (2006), suhu kompos harus naik secara signifikan diatas tubuh manusia (37<sup>o</sup>C) untuk menghilangkan bakteri patogen. Bakteri patogen manusia berkembang pada suhu yang mirip dengan inangnya. Kebanyakan bakteri patogen hanya memiliki daya hidup terbatas. Selain itu, jika diberi waktu yang lebih lama bakteri patogen akan mati walaupun suhu dalam kompos rendah.



Gambar 4. 1 Perbedaan Perubahan Suhu pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 2 Perbedaan Perubahan Suhu pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

Keterangan:

A1 : 10 kg sampah popok + EM4

A2 : 7 kg sampah popok + 3 kg sampah sayur + EM4

A3 : 5 kg sampah popok + 5 kg sampah sayur + EM4

A4 : 3 kg sampah popok + 7 kg sampah sayur + EM4

A5 : 10 kg sampah sayur + EM4

B1 : 10 kg sampah popok

B2 : 7 kg sampah popok + 3 kg sampah sayur

B3 : 5 kg sampah popok + 5 kg sampah sayur

B4 : 3 kg sampah popok + 7 kg sampah sayur

B5 : 10 kg sampah sayur

#### 4.2.2 Kondisi pH

pH optimum selama proses pengomposan berkisar 6-8 (Bustamante *et al.*, 2008). Sedangkan menurut Bernal *et al.* (2009), mikroorganisme tumbuh selama proses pengomposan pada pH 6,7-9. pH yang terlalu rendah merupakan suatu masalah dalam proses pengomposan, terutama di awal pengomposan (Sundberg *et al.*, 2004 dan Wong *et al.*, 2009). pH yang rendah menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menurunkan efisiensi degradasi (Sundberg *et al.*, 2004 dan Jiang *et al.*, 2014). Pada penelitian ini, pH diukur setiap 3 hari sekali. Hasil pengukuran pH selama proses pengomposan dapat dilihat pada Lampiran C. Terjadi kenaikan dan penurunan pH secara fluktuatif selama proses pengomposan. Rata-rata tiap reaktor mengalami peningkatan pH pada awal proses pengomposan. Peningkatan nilai pH selama fase awal karena asimilasi VFA dan konsentrasi  $\text{NH}_4^+$  yang lebih tinggi yang disebabkan oleh amonisasi nitrogen (Wong *et al.*, 2001). Penurunan pH terjadi akibat dari pembentukan nitrat ataupun pelepasan  $\text{H}^+$  selama proses nitrifikasi (Eklind dan Kirchmann, 2000).

Gambar 4.3 dan 4.4 dapat dilihat perubahan nilai pH pada reaktor dengan dan tanpa penambahan EM4. Pada awal pengomposan nilai pH pada tiap reaktor berada pada kisar 7-8. Nilai pH awal pengomposan pada reaktor A1, A2, A3, A4

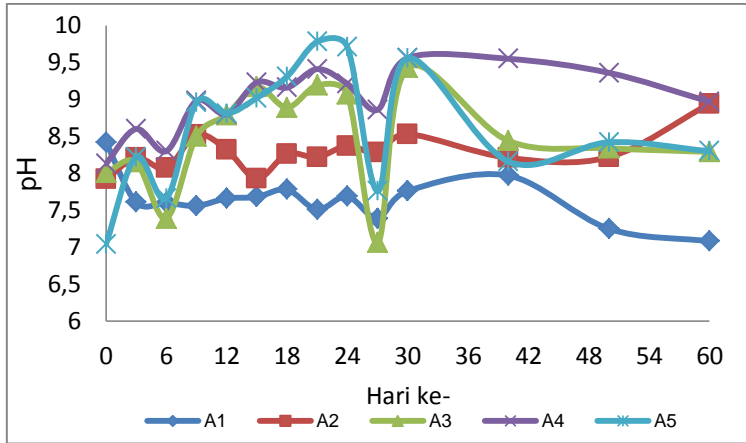
dan A5 sebesar 8,42; 7,92; 8,01; 8,13 dan 7,04. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 7,56; 8,18; 7,91; 7,95 dan 7,1. Nilai pH selama proses pengomposan terjadi secara fluktuatif. Perubahan pH menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik (Ismayana *et al.*, 2012). Selama proses pengomposan, nilai pH pada reaktor ada yang mencapai nilai 9 dan cenderung dalam keadaan basa. Hal ini dapat terjadi karena adanya penambahan urea. Hal ini serupa pada penelitian Ayunin *et al.* (2016) dan Lestari *et al.* (2009), dimana dengan penambahan urea pada pengomposan dapat meningkatkan pH menjadi agak alkalis. Selain itu, adanya kandungan urin pada popok menyebabkan pH semakin bersifat basa karena pH urin berkisar 8,6-9,2 (Lofgren *et al.*, 1998). pH tinggi pada urin manusia dapat membunuh virus dan bakteri infeksius (Hoglund *et al.*, 1997 dalam Malkki, 1997).

Pada akhir pengomposan, nilai pH pada tiap reaktor menunjukkan angka 8, kecuali pada reaktor A1 dan B1. Nilai pH pada reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 sebesar 7,08, 8,94, 8,29, 8,97 dan 8,3. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 7,84, 8,53, 8,43, 8,42 dan 8,34. Hal ini serupa dengan penelitian Colon *et al.* (2013), nilai pH pada akhir pengomposan dengan menggunakan popok sebesar 8,06. Sedangkan pada penelitian Espinosa-Valdemar *et al.* (2014), nilai pH pada akhir pengomposan dengan material sampah popok dengan sampah kebun sebesar  $8,31 \pm 0,09$ .

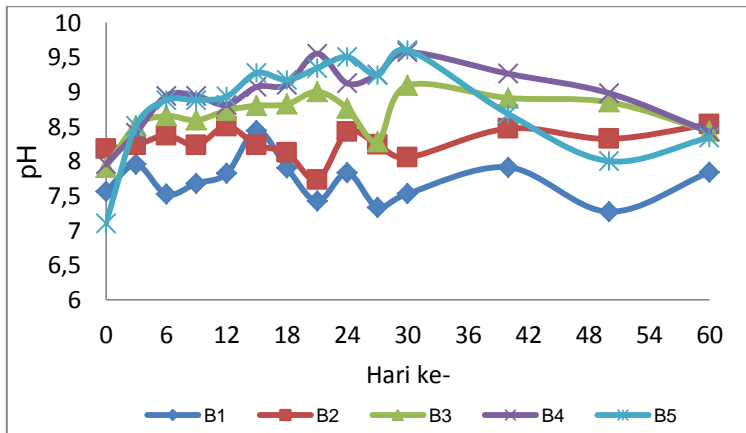
Reaktor yang mencapai nilai pH 8 disebabkan adanya lubang aerasi pada reaktor. Dengan adanya lubang aerasi dapat mengeluarkan CO<sub>2</sub> yang terperangkap dalam ruang kosong antar partikel. Hal ini dapat mencegah terjadinya kondisi asam pada tumpukan atau penurunan pH yang signifikan (Liu *et al.*, 2014). Meningkatnya pH menjadi kondisi basa baik untuk proses pengomposan. Hal ini dikarenakan kondisi basa dapat menghambat pertumbuhan patogen seperti jamur yang dapat hidup dalam kondisi asam (Saidi *et*



*al.*, 2008). Sedangkan reaktor yang mencapai nilai pH diatas 8 akan menimbulkan bau yang disebabkan unsur N menguap menjadi  $NH_3$  (Bernal *et al.*, 2009).



Gambar 4. 3 Perbedaan Perubahan pH pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 4 Perbedaan Perubahan pH pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

### 4.2.3 Kondisi Kadar Air

Pengomposan dipengaruhi oleh kadar air. Apabila kadar air terlalu tinggi atau rendah akan mengurangi efisiensi proses pengomposan (Lou dan Chen, 2008). Menurut Kusuma (2012), kadar air mempengaruhi laju dekomposisi kompos dan parameter suhu. Kadar air mempengaruhi laju dekomposisi dan suhu karena mikroorganisme membutuhkan kadar air yang optimal untuk menguraikan material organik. Air digunakan mikroorganisme sebagai media untuk mengangkat nutrisi, reaksi kimia dan media mikroorganisme bergerak (Rynk, 1992).

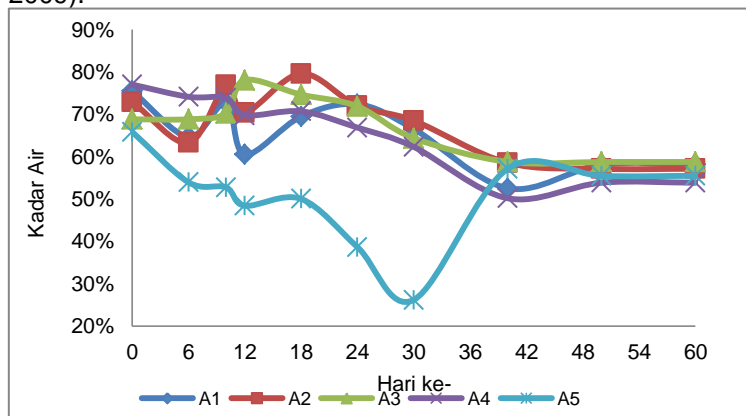
Menurut Lin *et al.* (2009), kadar air yang optimal pada proses pengomposan sebesar 40-60%. Sedangkan menurut Haug (1993) dan Richard *et al.* (2010), normalnya kadar air selama proses pengomposan 40-70%. Apabila kadar air kurang dari yang ditentukan dilakukan penambahan air, sedangkan apabila melebihi maka dilakukan pengeringan bahan (Kurnia *et al.*, 2017).

Kadar air diukur setiap 6 hari sekali. Kadar air merupakan faktor yang perlu diperhatikan selama proses pengomposan karena dapat mempengaruhi kecepatan proses pengomposan. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat perubahan kadar air pada reaktor dengan penambahan EM4. Sedangkan pada Gambar 4.6 dapat dilihat perubahan kadar air pada reaktor tanpa penambahan EM4.

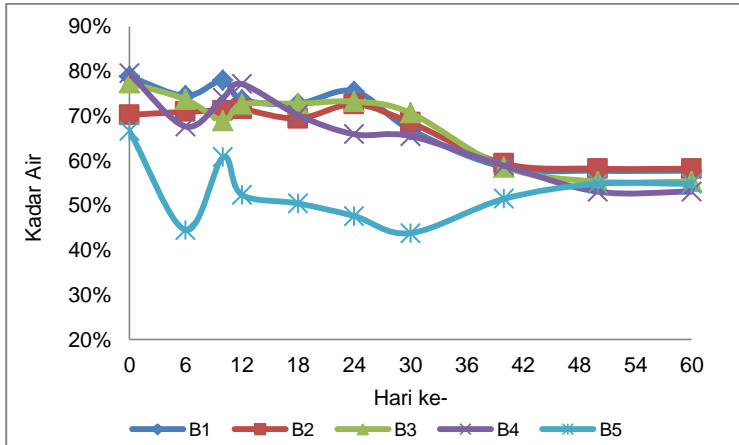
Pada awal pengomposan kadar air pada tiap reaktor berada pada rentang 65-70%. Reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 memiliki kadar air diawal pengomposan sebesar 75,49%, 72,93%, 68,84%, 77,04% dan 65,87%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 78,83%, 70,26%, 77,45%, 79,49% dan 66,67%. Kadar air ini masih sesuai dengan kadar air pengomposan menurut Richard *et al.* (2010), dimana kadar air pengomposan berkisar 40-70%.

Kadar air selama pengomposan terjadi secara fluktuatif. Kadar air bersifat fluktuatif berhubungan dengan suhu pada reaktor. Peningkatan suhu dapat menurunkan kadar air (Cayuela *et al.*, 2006). Sedangkan jika kadar air tinggi akan menyebabkan suhu menurun dan menghambat aktivitas mikroorganisme.

Hingga hari ke-60 reaktor dengan penambahan EM4 yang mengalami penurunan kadar air terbesar pada reaktor A4 sebesar 30,09%. Sedangkan pada reaktor tanpa penambahan EM4, reaktor yang mengalami penurunan kadar air terbesar pada reaktor B4 sebesar 33,20%. Penurunan kadar air pada reaktor tanpa penambahan EM4 lebih besar sebesar 1,1 kali dibandingkan dengan reaktor dengan penambahan EM4. Adanya penurunan kadar air menandakan terjadinya dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Varma *et al.*, 2014). Penurunan kadar air merupakan hasil kesetimbangan massa air, dimana air yang diproduksi dari fermentasi lebih kecil dari air yang hilang ke udara (Cahyani *et al.*, 2013). Penurunan kadar air juga hasil dari proses dekomposisi karena peningkatan suhu (pembentukan panas), dimana kadar air akan menguap (Kalamdhad dan Kazmi, 2009).



Gambar 4. 5 Perbedaan Perubahan Kadar Air pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 6 Perbedaan Perubahan Kadar Air pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

#### 4.2.4 Kondisi Volatile Solid

Volatile Solid (VS) merupakan salah satu parameter fisik selama proses pengomposan. VS diukur untuk mengetahui besarnya material organik sampah yang dapat hilang saat dibakar. Material organik yang menguap sebagian disusun oleh karbon. Menurut penelitian Rahmawati (2015), menyatakan bahwa dari material organik yang hilang mengandung 0,58 kali karbon. Penurunan kadar VS selama proses pengomposan dikarenakan penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dan hilangnya karbon dalam bentuk CO<sub>2</sub> (Singh *et al.*, 2015).

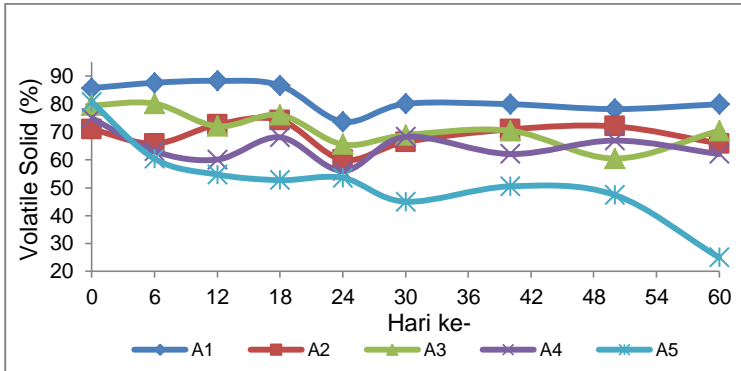
Perubahan VS pada reaktor dengan penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 4.7. VS rata-rata menurun pada reaktor kecuali reaktor A1 dan A3. Reaktor A1 dan A3 terjadi kenaikan VS pada hari ke-6, kemudian terjadi penurunan yang stabil pada hari berikutnya. Reaktor A2 terjadi

penurunan kadar VS sebesar 7,2%; A4 sebesar 15,9% dan A5 sebesar 25,2%. Sedangkan reaktor A1 terjadi kenaikan VS sebesar 2,2% dan reaktor A3 sebesar 0,7%. Semua reaktor terjadi kenaikan dan penurunan kadar VS secara fluktuatif selama proses pengomposan. Pada hari ke-24 terjadi penurunan kadar VS pada semua reaktor dengan penambahan EM4. Reaktor A1 mengalami penurunan kadar VS hingga hari ke-24 sebesar 14,1%, A2 sebesar 15,4%, A3 sebesar 17,6%; A4 sebesar 25,3% dan A5 sebesar 33,6%.

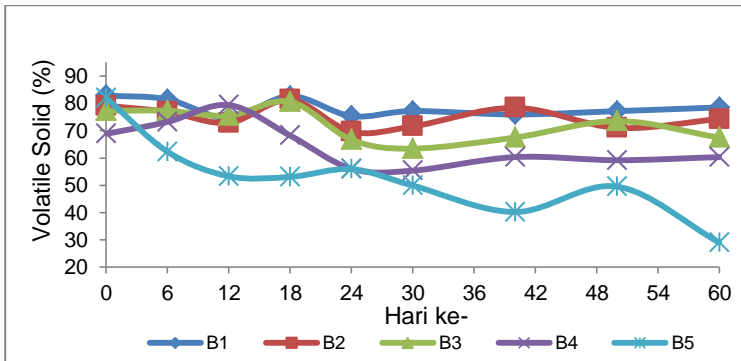
Perubahan VS pada reaktor tanpa penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 4.8. Pada hari ke-6, VS rata-rata menurun kecuali reaktor A4. Penurunan pada reaktor tanpa penambahan EM4 masih dibawah rata-rata penurunan kadar VS pada reaktor dengan penambahan EM4. Reaktor B1 terjadi penurunan kadar VS sebesar 1,7%; B2 sebesar 2,8%; B3 sebesar 0,05%, dan B5 sebesar 24,0%. Reaktor B4 terjadi kenaikan VS sebesar 6,3%. Penurunan kadar VS pada hari berikutnya di reaktor tanpa penambahan EM4 tidak terlalu signifikan dan lebih bersifat stabil. Hingga hari ke-24 semua reaktor terjadi penurunan kadar VS. Reaktor B1 terjadi penurunan kadar VS sebesar 9,10%; reaktor B2 sebesar 12,01%; reaktor B3 sebesar 13,7%; reaktor B4 sebesar 18,6% dan reaktor B5 sebesar 31,8%.

Setelah hari ke-60, penurunan kadar VS pada reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 sebesar 6,76%, 7,22%, 11,43%, 17,26% dan 69,08%. Penurunan kadar VS pada reaktor dengan penambahan EM4 terbesar yaitu reaktor A4 sebesar 17,26%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 penurunan kadar VS sebesar 5,24%, 6,18%, 12,72%, 12,38% dan 64,61%. Reaktor tanpa penambahan EM yang mengalami penurunan kadar VS terbesar yaitu pada reaktor B3 sebesar 12,72%. Jika dibandingkan antar kedua reaktor, reaktor yang mengalami penurunan kadar VS terbesar yaitu pada reaktor A4. Penurunan kadar VS berada dalam rentang 6,18-17,26%. Dalam penelitian Sari *et al.* (2015), pada reaktor dengan penambahan EM4 mengalami penurunan kadar VS dari 33% menjadi 19,7-28,4%. Penelitian Vargas *et al.* (2005),

VS selama proses pengomposan mengalami reduksi sebesar 28% selama 8 minggu proses pengomposan. Sedangkan dalam penelitian Lemus dan Lau (2002), degradasi VS hanya mencapai 20%. Penurunan kadar VS dikarenakan adanya proses dekomposisi sampah organik sendiri maupun dari bioaktivator.



Gambar 4. 7 Perbedaan Perubahan VS pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 8 Perbedaan Perubahan VS pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

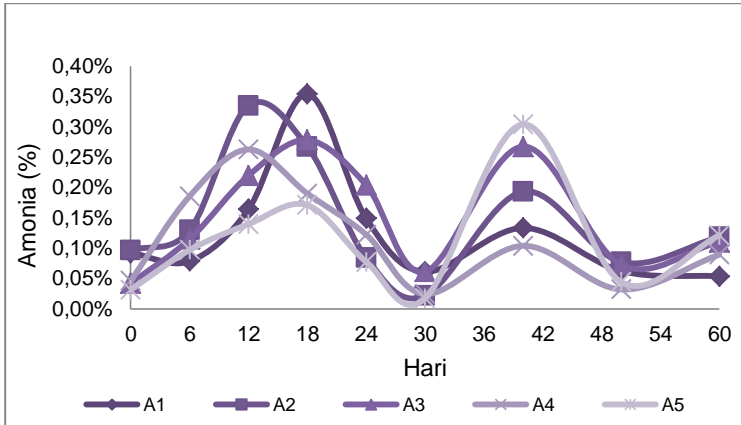
#### 4.2.5 Kondisi Amonia

Tujuan analisis amonia untuk mengetahui kadar nitrogen dalam bentuk amonia selama proses dekomposisi sampah. Amonia adalah senyawa anorganik hasil dekomposisi protein. Amonia terbentuk dari perubahan gas amonium. Amonia yang terkandung menimbulkan bau. Amonia merupakan gas buang selama proses pengomposan (Beck-Friis *et al.*, 2001).

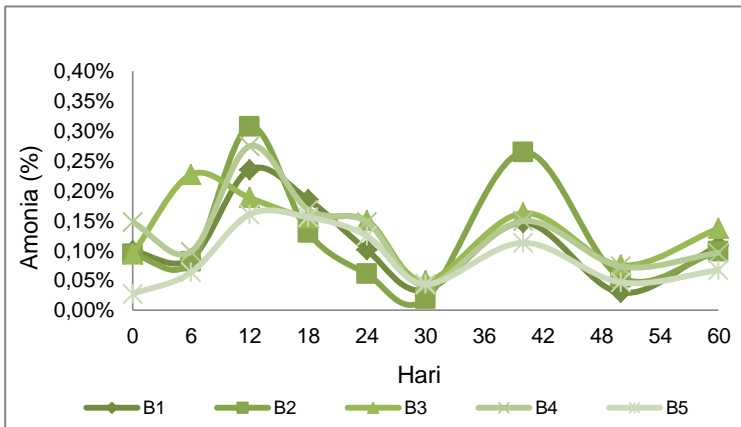
Amonia diukur setiap 6 hari sekali pada 30 hari pertama dan 30 hari selanjutnya diukur setiap 10 hari. Perubahan kadar amonia pada reaktor dengan penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 4.11. Rata-rata kadar amonia dengan penambahan EM4 lebih besar naik pada hari ke-6 dibandingkan reaktor tanpa penambahan EM4. Reaktor dengan penambahan EM4 pada hari ke-6 terjadi kenaikan pada reaktor A2, A3, A4 dan A5. Sedangkan pada reaktor A1 terjadi penurunan kadar amonia. Reaktor A2 terjadi kenaikan kadar amonia sebesar 34,4%; A3 sebesar 71,4%; A4 sebesar 82,7% dan A5 sebesar 83,9%. Reaktor A1 terjadi penurunan kadar amonia sebesar 37,8%. Pada hari ke-18 terlihat jelas kenaikan kadar amonia secara signifikan pada tiap reaktor dan mengalami penurunan pada hari ke-24. Menurut Suriadikarta dan Adimihardja (2001), dengan adanya penambahan urea dapat meningkatkan kadar amonia. Adanya kenaikan kadar ammonia juga dikarenakan meningkatnya mineralisasi senyawa nitrogen organik (Awasthi *et al.*, 2016).

Perubahan kadar amonia pada reaktor tanpa penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 4.12. Dimana pada hari ke-6, kadar amonia pada reaktor cenderung mengalami kenaikan kecuali reaktor B1. Pada reaktor B2 terjadi kenaikan kadar amonia sebesar 11,8%; reaktor B3 sebesar 29,9%; reaktor B4 sebesar 52,4% dan reaktor B5 sebesar 87,3%. Pada hari ke-12 kadar amonia pada reaktor tanpa penambahan EM4 mengalami kenaikan yang signifikan kecuali pada reaktor B5 yang mengalami penurunan. Pada hari ke-18 rata-rata reaktor mengalami penurunan kadar

amonia kecuali reaktor B5. Reaktor ini merupakan reaktor murni sampah sayur.



Gambar 4. 9 Perbedaan Perubahan Amonia pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 10 Perbedaan Perubahan Amonia pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4



Kandungan amonia meningkat dari hari ke-50 ke hari-60 pada tiap reaktor kecuali pada reaktor A1. Raktor dengan penambahan EM4, reaktor kontrol A5 terjadi peningkatan kadar amonia sebesar 63,39%. Sedangkan pada reaktor A2, A3 dan A4 meningkat sebesar 34,69%, 33,99% dan 64,24%. Pada reaktor tanpa penambahan EM4 reaktor kontrol B1 dan B5 kadar amonia meningkat sebesar 73,01% dan 30,15%. Sedangkan reaktor B2, B3 dan B4 meningkat sebesar 43,97%, 45,07% dan 23,85%. Terjadinya peningkatan kadar amonia dikarenakan aktivitas mikroba yang menguraikan nitrogen organik menjadi ammonium dan nitrat melalui ammonifikasi dan nitrifikasi (Zhang dan Sun, 2014).

#### **4.2.6 Kondisi Nitrat**

Nitrat terbentuk dari proses nitrifikasi, dimana nitrat dihasilkan dari reduksi ammonium (Chikae *et al.*, 2006). Menurut Widayat *et al.* (2010), nitrifikasi merupakan proses perubahan nitrogen ammonium menjadi nitrit yang kemudian diubah menjadi nitrat. Ammonium menjadi nitrit diubah oleh bakteri nitrosomonas sedangkan nitrit diubah menjadi nitrat oleh bakteri nitrobakter. Proses nitrifikasi akan berlangsung secara aerob. Proses nitrifikasi biasanya berlangsung pada pH 5,5-10 dan optimum pada pH 8,5 (Damanik *et al.*, 2011).

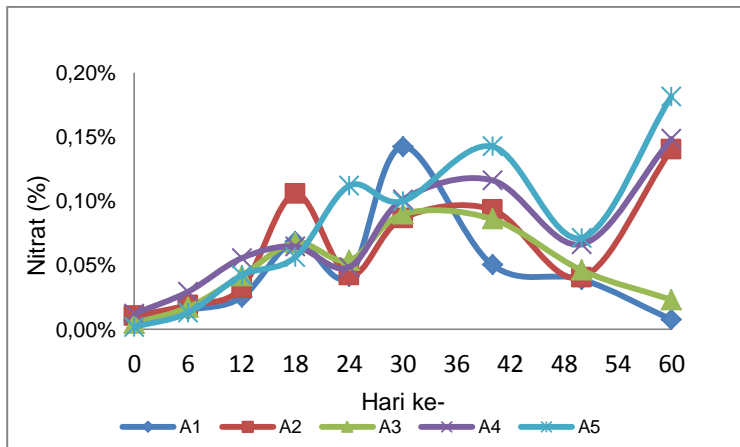
Minggu pertama pengomposan, kandungan nitrat cenderung meningkat. Peningkatan kandungan nitrat juga dipengaruhi tingginya ammonium. Proses amonifikasi berbanding lurus dengan proses nitrifikasi. Hal ini berhubungan dengan nilai pH yang tinggi diawal pengomposan. pH diatas kisaran optimal selama lebih dari seminggu selama tahap awal pengomposan meningkatkan proses nitrifikasi (Awasthi *et al.*, 2016).

Pada reaktor dengan penambahan EM4 rata-rata kenaikan kadar nitrat lebih tinggi daripada reaktor tanpa penambahan EM4. Perubahan kadar nitrat pada reaktor dengan penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 4.13. Terjadi kenaikan kadar nitrat hari ke-6 pada reaktor A1, A3 dan A5. Peningkatan kadar nitrat reaktor A1 sebesar 56,1%;

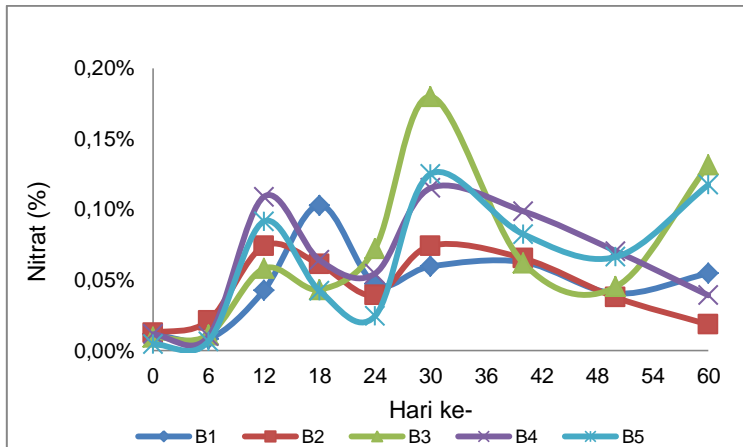
A3 sebesar 14,4% dan A5 sebesar 47,8%. Penurunan kadar nitrat pada reaktor A2 sebesar 1,9% dan A4 sebesar 35,8%.

Pada reaktor tanpa penambahan EM4, kenaikan kadar nitrat terjadi secara fluktuatif. Dimana terjadi kenaikan kadar nitrat hingga hari ke-18 dan mengalami penurunan hari ke-24. Terdapat beberapa reaktor yang mengalami kenaikan kadar nitrat di reaktor pada minggu pertama. Kenaikan kadar nitrat pada minggu pertama di reaktor B1 sebesar 34,0%; B3 sebesar 8,6%; B4 sebesar 36,5% dan B5 sebesar 16,3%. Sedangkan reaktor B2 terjadi penurunan kadar nitrat sebesar 27,4%.

Kadar nitrat dapat menurun karena bakteri nitrifikasi tidak dapat mengubah  $NH_3$  menjadi nitrat dan dengan demikian mengakibatkan hilangnya  $NH_3$  ke lingkungan (Turán dan Ergun, 2008). Kenaikan nitrat dikarenakan adanya proses mineralisasi nitrogen. Artinya perubahan nitrogen anorganik menjadi organik dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroba dalam biodekomposer (Villaseñor *et al.*, 2011).



Gambar 4. 11 Perbedaan Nitrat pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4

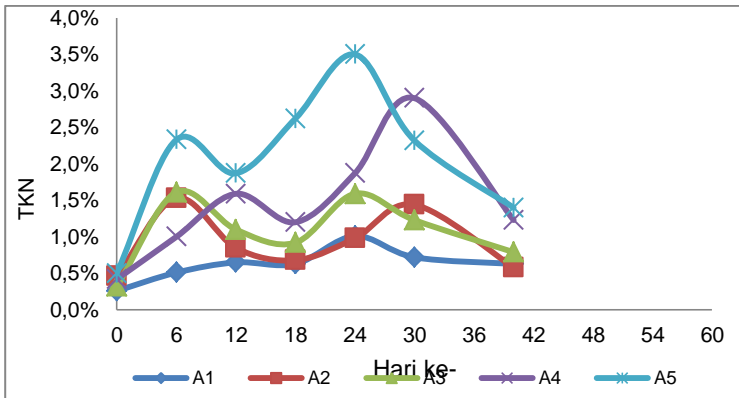


Gambar 4. 12 Perbedaan Perubahan Nitrat pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

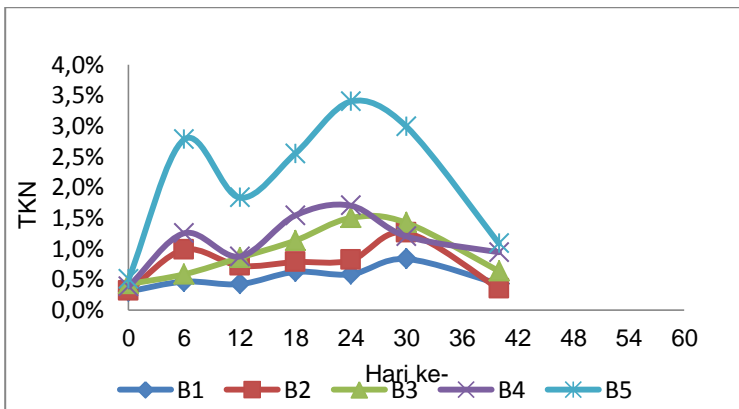
#### 4.2.7 Kondisi Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

Kadar TKN dapat ditentukan dengan cara destruksi untuk merombak protein menjadi amonia dan nitrogen organik. Menurut Bendfeldt *et al.* (2001), hasil analisis TKN digunakan untuk mengevaluasi kapasitas penyimpanan nitrogen tanah dan untuk menunjukkan status kesuburan tanah. Analisis TKN diuji setiap enam hari selama 30 hari pertama dan setiap sepuluh hari setelah hari ke-60. Kandungan TKN di semua reaktor mengalami kenaikan dan penurunan secara fluktuatif. Reaktor dengan penambahan EM4, kadar TKN pada awal pengomposan berada pada kisaran 0,26-0,50%. Pada reaktor dengan penambahan EM4, kadar TKN hingga hari ke-30 meningkat dari hari ke-0. Reaktor kontrol A1 dan A5 mengalami peningkatan kadar TKN sebesar 63,89% dan 78,45%. Sedangkan pada reaktor A2, A3 dan A4 sebesar 68,06%, 73,98% dan 85,52%. Reaktor yang mengalami peningkatan kadar TKN terbesar yaitu reaktor A4. Pada hari ke-40 kadar TKN tiap reaktor menurun. Reaktor kontrol A1 dan A5 mengalami penurunan kadar TKN sebesar

12,5% dan 39,66%. Pada reaktor A2, A3 dan A4 sebesar 59,72%, 35,77% dan 57,59%. Reaktor yang mengalami penurunan yang terbesar yaitu reaktor A2.



Gambar 4. 13 Perbedaan Perubahan TKN pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 14 Perbedaan Perubahan TKN pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

Pada reaktor tanpa penambahan EM4, kadar TKN pada tiap reaktor mengalami peningkatan hingga hari ke-30. Reaktor kontrol B1 dan B5 mengalami peningkatan sebesar 63,86% dan 83,28%. Pada reaktor B2, B3 dan B4 peningkatan kadar TKN sebesar 75,40%, 70,42% dan 68,33%. Adanya peningkatan TKN dipengaruhi nitrifikasi rendah dan emisi amonia rendah (Duan dan Fedler, 2015). Selain itu meningkatnya kadar TKN dikarenakan peningkatan nilai nitorgen organik (Lim *et al.*, 2012). Pada hari ke-40 kadar TKN menurun sama seperti reaktor dengan penambahan EM4. Reaktor kontrol B1 dan B5 menurun sebesar 49,40% dan 63,88%. Sedangkan pada reaktor B2, B3 dan B4 sebesar 73,02%, 55,63% dan 21,67%. Penurunan kadar TKN dikarenakan adanya emisi gas nitrogen (Meng *et al.*, 2018)

#### **4.2.8 Kondisi Total Nitrogen**

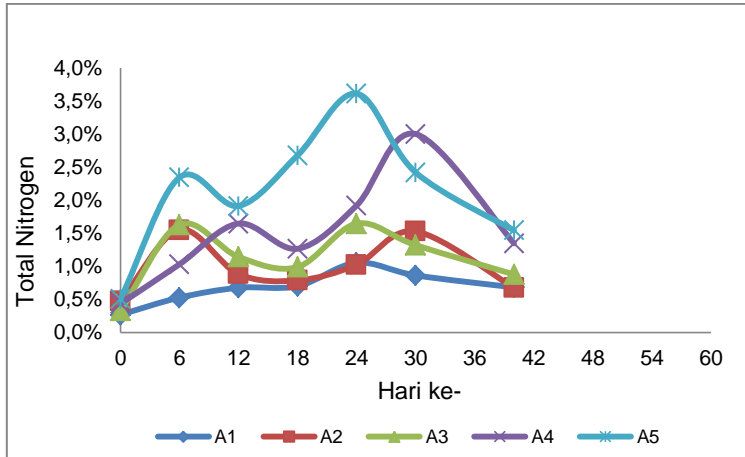
Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No 28 Tahun 2009, total nitrogen adalah penjumlahan dari N-organik, amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ). N-organik didapatkan dari hasil pengurangan TKN dengan amonia. Nitrogen merupakan unsur utama dalam proses pengomposan karena nitrogen berkontribusi terhadap perkembangan mikroorganismenya. Selama proses pengomposan terjadi siklus nitrogen yang meliputi amonifikasi, nitrifikasi, asimilasi, immobilisasi dan denitrifikasi (Meng *et al.*, 2016). Nitrogen digunakan oleh mikroorganismenya untuk pertumbuhan (Campitelli dan Ceppi, 2008).

Reaktor dengan penambahan EM4 mengalami peningkatan dan penurunan kadar total nitrogen secara fluktuatif. Tiap reaktor mengalami peningkatan total nitrogen hingga hari ke-30. Reaktor kontrol A1 dan A5 mengalami peningkatan sebesar 69,01% dan 79,26%. Pada reaktor A2, A3 dan A4 sebesar 69,18%, 75,38% dan 85,60%. Reaktor yang mengalami peningkatan total nitrogen terbesar yaitu reaktor A4. total nitrogen mengalami penurunan dari hari-30 ke hari 40. Reaktor kontrol A1 dan A5 mengalami penurunan

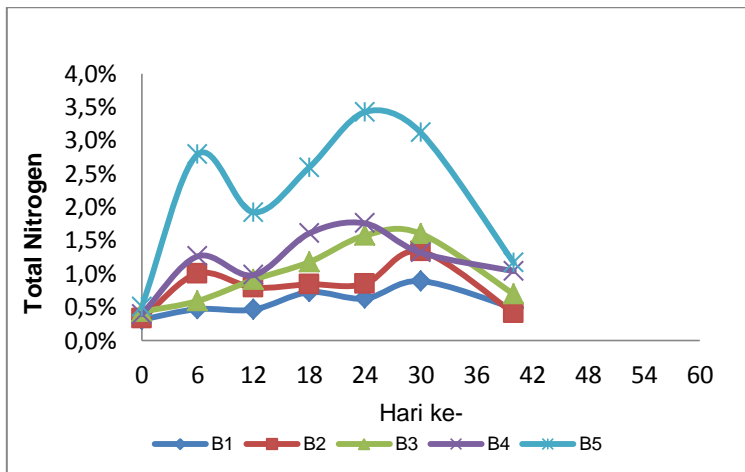
kadar total nitrogen sebesar 21,12% dan 36,26%. Reaktor A2, A3 dan A4 mengalami penurunan sebesar 55,89%, 33,63% dan 55,14%. Reaktor A2 mengalami penurunan kadar total nitrogen terbesar dibandingkan reaktor dengan penambahan EM4.

Reaktor tanpa penambahan EM4, kadar total nitrogen mengalami peningkatan dan penurunan secara fluktuatif. Tiap reaktor mengalami kenaikan kadar total nitrogen hingga hari ke-30 dan pada hari ke-40 mengalami penurunan. Reaktor kontrol B1 dan B5 mengalami peningkatan kadar total nitrogen dari hari ke-0 hingga hari ke-30 sebesar 64,96% dan 83,80%. Kadar Total Nitrogen meningkat pada reaktor B2, B3 dan B4 sebesar 75,83%, 73,15% dan 70,22%. Kadar total nitrogen menurun pada hari ke-40 pada semua reaktor tanpa penambahan EM4. Reaktor kontrol B1 dan B5, kadar Total Nitrogen menurun sebesar 45,73% dan 62,68%. Sedangkan pada reaktor B2, B3 dan B4 sebesar 69,62%, 56,74% dan 21,01%. Reaktor yang mengalami penurunan terbesar yaitu reaktor B2.

Total nitrogen mengalami kenaikan dikarenakan proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganisme mengubah amonia menjadi nitrit (Hastuti *et al.*, 2017). Menurut Ermolaev *et al.* (2015), kehilangan nitrogen dari tumpukan kompos selama proses disebabkan oleh emisi gas dalam bentuk  $\text{NH}_3$ .



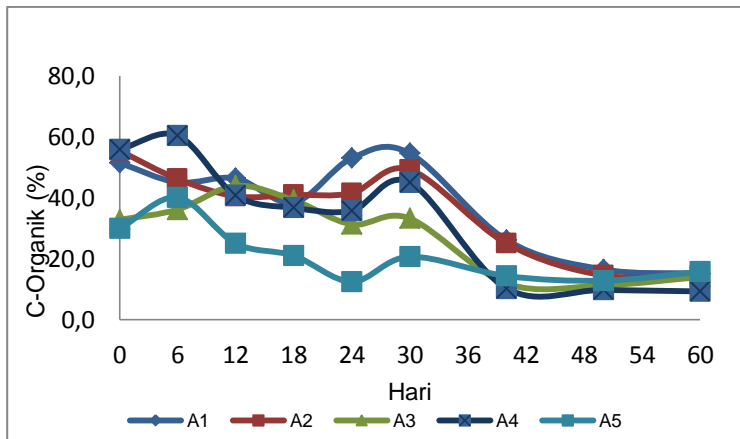
Gambar 4. 15 Perbedaan Perubahan Total Nitrogen pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 16 Perbedaan Perubahan Total Nitrogen pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

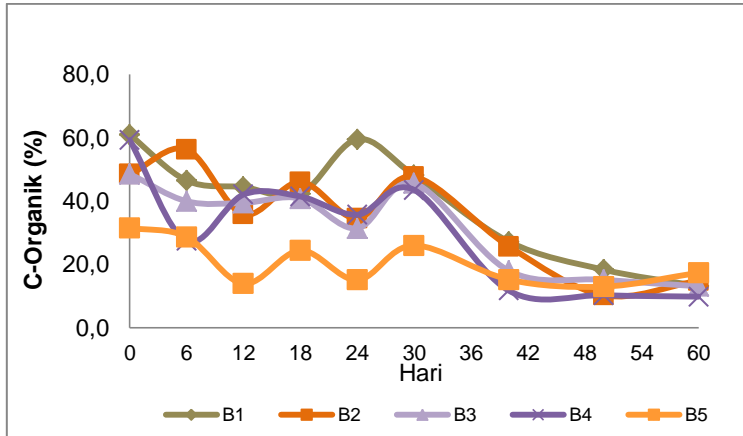
#### 4.2.9 Kondisi C-Organik

C-organik diukur 6 hari sekali selama proses pengomposan. Kadar C-organik akan mengalami penurunan, karena karbon digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk mendegradasi bahan organik. Selama proses pengomposan, CO<sub>2</sub> akan menguap sehingga kadar karbon akan berkurang juga (Pandebesie, 2012). Dalam pengomposan aerobik kurang lebih dua pertiga unsur karbon (C) menguap menjadi CO<sub>2</sub> dan sisanya satu pertiga bagian bereaksi dengan nitrogen dalam sel hidup (Setyorini *et al.*, 2006). Pengukuran kadar C dilakukan untuk mengetahui besarnya rasio C/N kompos. Rasio C/N kematangan kompos menggunakan C-total (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Namun pada penelitian ini tidak dilakukan analisis C-total, sehingga nilai C-organik hasil analisis diasumsikan sebagai nilai C-total. C-organik dianalisis setiap enam hari pada 30 hari pertama proses pengomposan dan setiap 10 hari pada 30 hari berikutnya.



Gambar 4. 17 Perbedaan Perubahan C-Organik pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4





Gambar 4. 18 Perbedaan Perubahan C-Organik pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

Gambar 4.17 dapat dilihat perubahan C-Organik selama proses pengomposan secara fluktuatif pada reaktor dengan penambahan EM4. Gambar 4.18 dapat dilihat perubahan C-Organik selama proses pengomposan secara fluktuatif pada reaktor tanpa penambahan EM4. Kadar C-Organik pada reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 sebesar 51,4%, 55,4%, 32,7%, 55,9% dan 29,9%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 kadar C-Organik sebesar 60,9%, 48,4%, 48,6%, 59,2% dan 31,5%. Reaktor A2, A3, A4, B1, B2, dan B3 memiliki kadar C-Organik yang lebih tinggi dibandingkan reaktor kontrol A5 dan B5. Hal ini dikarenakan kadar C-Organik pada sampah popok tinggi.

Pada hari terakhir pengomposan, penurunan kadar C-Organik pada reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 sebesar 70,66%, 74,08%, 57,29%, 83,41% dan 47,55%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 penurunan kadar C-Organik sebesar 78,49%, 69,43%, 73,09%, 83,48% dan 44,96%. Penurunan kadar C-Organik pada reaktor kontrol A1 dan B1 lebih besar dibandingkan reaktor A5 dan B5. Dengan adanya

penambahan sampah popok, penurunan kadar C-Organik pada sampah pasar menjadi lebih baik.

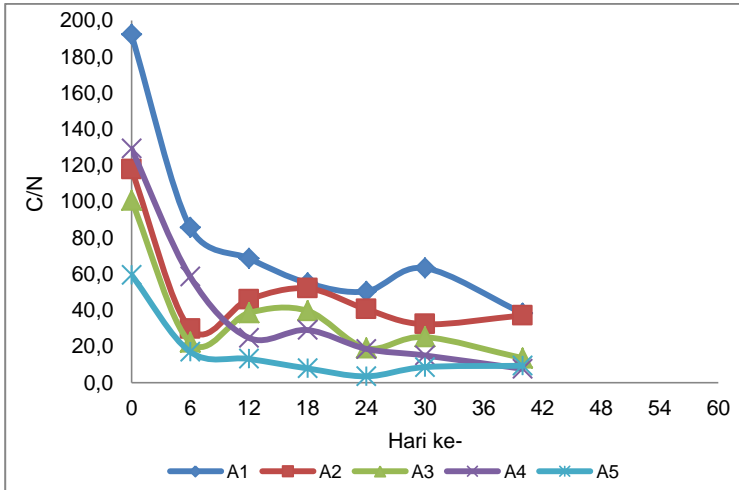
Hasil analisis menunjukkan jika kadar C-organik menurun pada tiap reaktor. Kadar C-organik menurun disebabkan mikroorganisme memanfaatkan karbon sebagai sumber energi utama (Alkoaik dan Ghaly, 2006). Semakin kecil nilai C-organik maka semakin banyak karbon yang didekomposisi.

#### **4.2.10 Kondisi C/N**

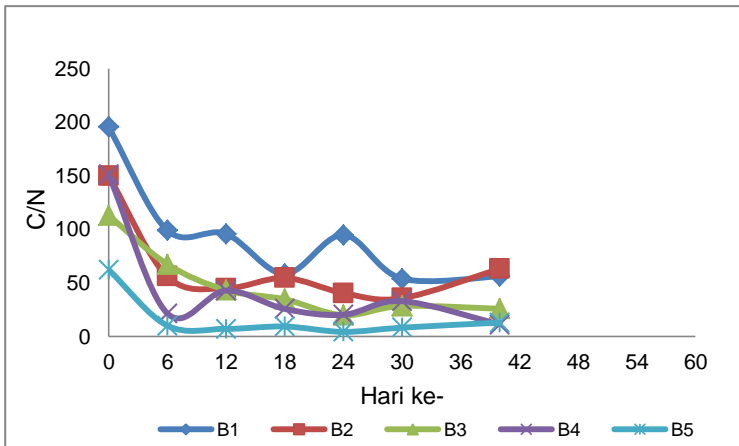
C dan N sangat penting untuk mikroorganisme. C digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi. Sedangkan N adalah komponen dari protein, asam nukleat, asam amino, enzim dan koenzim yang diperlukan untuk pertumbuhan dan fungsi sel (Epstein, 2011). Penurunan nilai C/N dikarenakan terjadinya penurunan jumlah karbon yang digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk menguraikan bahan organik. Selama proses pengomposan terjadi reaksi C menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CH}_4$  yang berupa gas dan menguap sehingga menyebabkan penurunan kadar C. Sedangkan, Total Nitrogen dalam bahan organik mengalami peningkatan karena proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganisme yang menghasilkan amonia dan nitrogen. Dengan menurunnya kandungan C-organik dan meningkatnya kandungan Total Nitrogen maka rasio C/N mengalami penurunan (Trivana dan Predhana, 2017). Rasio C/N merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses dan kualitas kompos (Zhu, 2007 dan Zhang dan Sun, 2016).

Perubahan C/N pada semua reaktor terjadi secara fluktuatif. Gambar 4.19 merupakan grafik kadar C/N pada reaktor dengan penambahan EM4. Sedangkan, Gambar 4.20 merupakan grafik kadar C/N pada reaktor tanpa penambahan EM4. Nilai C/N didapatkan dari hasil perbandingan nilai C-

Organik dengan Total Nitrogen. Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 25-40 (Chen *et al.*, 2011). Pada penelitian ini, rasio C/N tiap reaktor pada awal pengomposan tidak memenuhi rasio C/N pengomposan. Hal ini dikarenakan pada saat perhitungan penambahan urea, Total Nitrogen sampah popok dan sayur yang digunakan berdasarkan literatur. Total Nitrogen sampah popok berdasarkan literatur sebesar 0,69% sedangkan hasil berdasarkan penelitian sebesar 0,11%. Rasio C/N reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 sebesar 192,4, 117,8, 100,7, 129,3 dan 59,5. Sedangkan reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 195,5, 150,1, 113,0, 151,3 dan 62,4. Menurut Shilev *et al.* (2007), rasio C/N optimum untuk memulai pengomposan yaitu 30. Pada penelitian ini, rasio C/N awal pengomposan tidak sesuai dengan rasio awal pengomposan. Hal ini dikarenakan, peneliti menggunakan data %N berdasarkan literatur bukan berdasarkan hasil analisis sehingga perhitungan kebutuhan urea menjadi kurang. Rasio C/N yang tinggi juga dipengaruhi oleh tingginya kandungan C-organik pada sampah popok.



Gambar 4. 19 Perbedaan Perubahan C/N pada Proses Pengomposan dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 20 Perbedaan Perubahan C/N pada Proses Pengomposan tanpa Penambahan EM4

Degradasi rasio C/N pada hari ke-6 rata-rata sebesar 50% dari hari ke-0. Reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 mengalami degradasi sebesar 55,4%, 74,7%, 78,0%, 54,6% dan 71,3%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 49,2%, 62,5%, 40,2%, 85,6% dan 83,5%. Penurunan rasio C/N disebabkan penurunan nilai C dan kenaikan nilai N. Degradasi rasio C/N hingga hari ke-30 pada tiap reaktor pada rentang 67,1-86,6%. Reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 mengalami degradasi sebesar 67,1%, 72,6%, 75,1%, 88,4% dan 85,7%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 72,3%, 76,2%, 74,8%, 78,1% dan 86,6%. Reaktor dengan penambahan Reaktor A4 dan B4 yang memiliki degradasi C/N yang paling optimum.

Menurut Polprasert (1989), rasio C/N bersifat fluktuatif dipengaruhi oleh proses nitrifikasi berjalan dengan lambat. Selain itu, C/N bersifat fluktuatif juga dipengaruhi oleh pH yang tinggi. pH yang tinggi dapat menyebabkan hilangnya gas nitrogen sebagai gas  $\text{NH}_3$ . pH dalam keadaan basa dapat menyebabkan kadar N suatu bahan menurun. Hal ini terjadi karena proses degradasi protein oleh mikroorganisme menghasilkan amonia. Amonia dapat terlepas ke udara melalui proses pengadukan. Dalam kekurangan oksigen proses nitrifikasi berjalan lebih lambat dan lebih banyak menghasilkan ion  $\text{OH}^-$ . Namun proses nitrifikasi juga dapat berjalan dengan baik sehingga kadar N meningkat.

### **4.3 Penentuan Komposisi Optimum Campuran Sampah Popok dan Sampah Sayur dalam Pembentukan Kompos**

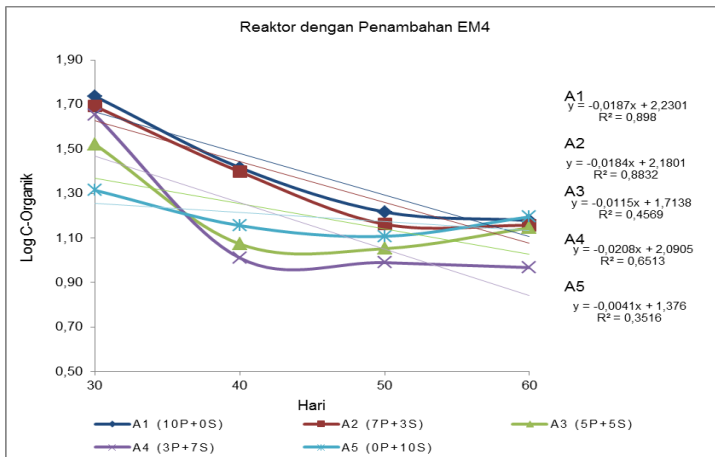
Penentuan komposisi optimum campuran sampah popok dan sampah sayur dalam pembentukan kompos berdasarkan parameter C-Organik, TN, suhu, pH dan kadar air.

#### **4.3.1 Kondisi C-Organik**

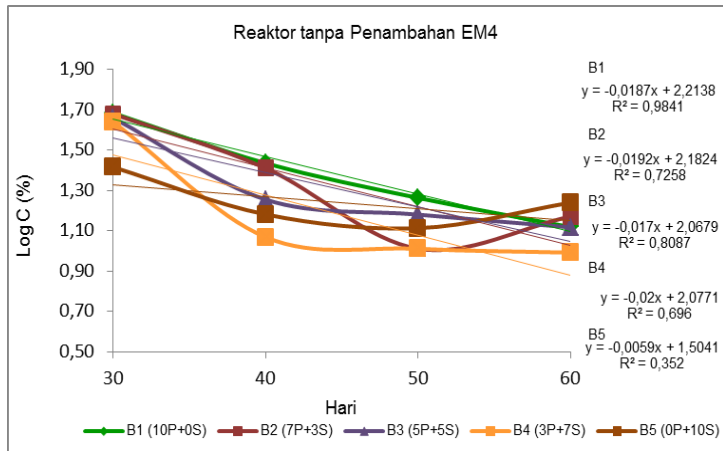
Laju degradasi C-Organik dapat diketahui dari nilai *decimal reduction time* atau nilai D. Penentuan nilai D dapat

dilakukan dengan membuat plot waktu (hari) pada sumbu x dan nilai dari log C-Organik pada sumbu y. Nilai D merupakan (-1/slope) dari kurva persamaan.

Dari Gambar 4.21 dan 4.22 terlihat perbedaan laju degradasi C-Organik pada reaktor dengan dan tanpa penambahan urea. Dari Gambar 4.21 diketahui nilai D pada reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 sebesar 53,48; 54,35; 86,96; 48,08 dan 243,90. Nilai D pada reaktor kontrol (A1 dan A5) sebesar 53,48 dan 243,90. Artinya, laju degradasi pada reaktor A1 lebih besar dari reaktor A5. Sedangkan pada reaktor A2, A3 dan A4 urutan nilai D mulai dari yang terbesar yaitu pada reaktor A2, A3 dan A4. Semakin kecil nilai D maka laju degradasi semakin besar. Jadi, reaktor yang memiliki laju degradasi terbesar yaitu pada reaktor A4.



Gambar 4. 21 Laju Degradasi C-Organik pada Reaktor dengan Penambahan EM4



Gambar 4. 22 Laju Degradasi C-Organik pada Reaktor dengan Penambahan EM4

Pada Gambar 4.22 dapat diketahui laju degradasi C-Organik pada reaktor tanpa penambahan EM4. Nilai D pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 53,48; 52,08; 58,82; 50,00 dan 169,49. Pada reaktor kontrol B1 dan B5, urutan nilai D yang paling besar yaitu reaktor B5 yang artinya laju degradasinya lebih lama dibandingkan dengan reaktor B1. Pada reaktor B2, B3 dan B4 urutan yang memiliki nilai D terbesar yaitu reaktor B2, B3 dan B4. Semakin kecil nilai D maka laju degradasi lebih besar. Jadi yang memiliki laju degradasi paling besar yaitu reaktor B4.

Pada reaktor dengan penambahan EM4 yang memiliki laju degradasi optimum yaitu reaktor A4. Pada reaktor tanpa penambahan EM4 yang memiliki laju degradasi optimum yaitu reaktor B4. Dimana perbandingan sampah popok dengan sampah sayur pada reaktor A4 dan B4 sebesar 3:7.

### 4.3.2 Kondisi C/N

Selama proses pengomposan rasio C/N tiap reaktor cenderung mengalami penurunan. Pada Tabel 4.3 disajikan rasio C/N pada awal pengomposan hingga hari ke-40.

Tabel 4. 3 Hasil Rasio C/N

Reaktor	Hari ke-0	Hari ke-24	Hari ke-30	Hari ke-40
A1	192,4	50,4	63,2	38,3
A2	117,8	40,6	32,2	37,1
A3	100,7	19,0	25,2	13,5
A4	129,3	18,6	15,0	7,6
A5	59,5	3,5	8,5	9,3
B1	195,5	94,8	54,1	56,3
B2	150,1	40,6	35,7	63,3
B3	113,0	19,9	28,5	25,9
B4	151,3	20,3	33,1	11,2
B5	62,4	4,4	8,3	13,0

Keterangan:

A1 : 10 kg sampah popok + EM4

A2 : 7 kg sampah popok + 3 kg sampah sayur + EM4

A3 : 5 kg sampah popok + 5 kg sampah sayur + EM4

A4 : 3 kg sampah popok + 7 kg sampah sayur + EM4

A5 : 10 kg sampah sayur + EM4

B1 : 10 kg sampah popok

B2 : 7 kg sampah popok + 3 kg sampah sayur

B3 : 5 kg sampah popok + 5 kg sampah sayur

B4 : 3 kg sampah popok + 7 kg sampah sayur

B5 : 10 kg sampah sayur



Berdasarkan SNI 19-7030-2004, rasio C/N pada kompos yang telah matang pada rentang 10-20. Pada Tabel 4.3 dapat dilihat perubahan C/N dari hari ke-24, 30 dan 40. Pada hari ke-24 rasio C/N pada reaktor A3 dan A4 telah memenuhi rasio C/N. Penurunan rasio C/N reaktor A4 lebih besar dibandingkan reaktor A3. Rasio C/N reaktor A3 terjadi penurunan sebesar 81,13% sedangkan reaktor A4 sebesar 85,58%. Begitu juga halnya pada reaktor tanpa penambahan EM4, reaktor B3 dan B4 telah memenuhi rasio C/N kompos pada hari ke-24. Dimana rasio C/N pada reaktor B4 lebih besar dibandingkan reaktor B3. Tetapi, penurunan rasio C/N reaktor B4 lebih besar dibandingkan reaktor B3. Dimana reaktor B4 mengalami penurunan sebesar 86,56% sedangkan pada reaktor B3 sebesar 86,56%. Jadi, reaktor dengan perbandingan sampah popok dan sayur sebesar 3:7 memiliki rasio C/N yang paling optimum.

Pada hari ke-40 rasio C/N pada reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 mengalami penurunan sebesar 80,07%, 68,50%, 86,60%, 94,12% dan 84,41%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar 71,22%, 57,84%, 77,07%, 92,57% dan 79,13%. Penurunan rasio C/N pada reaktor yang memiliki sampah popok lebih besar dibandingkan reaktor yang hanya sampah sayur. Hal ini menandakan dengan adanya penambahan sampah popok dapat menurunkan rasio C/N sampah sayur lebih optimum. Hal ini dikarenakan adanya penambahan bakteri dan nitrogen dari feses dan urin bayi yang terdapat dalam sampah popok. Selain itu, ukuran bahan juga mempengaruhi penurunan rasio C/N.

Pada sampah popok terkandung 4,72% feses dan 75,94% urin. Dengan adanya bantuan mikroorganisme dari feses bayi pada sampah popok dapat mempercepat proses dekomposisi pengomposan. Jumlah dan jenis mikroorganisme menentukan keberhasilan proses dekomposisi (Saraswati *et al.*, 2006). Feses manusia mengandung mikroorganisme yang sangat kaya (Ketchum, 1988). Menurut Salkioja-Saloen (1983) dalam Malkki (1999), pengomposan feses manusia lebih optimum jika dikomposkan

dengan sampah sayur. Hal ini dikarenakan populasi mikroorganisme menjadi lebih bervariasi untuk mempercepat proses pengomposan.

Selain mikroorganisme, tingginya kandungan nitrogen pada urin manusia membantu mempercepat proses dekomposisi kompos. Dimana nitrogen ini diperlukan mikroorganisme untuk bertumbuh dan berkembangbiak. Kandungan nitrogen yang tinggi berasal dari urin bayi. Urin mengandung 98% nitrogen, 65% fosfat dan 80% potasium (Claesson dan Steineck 1996).

Ukuran bahan menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas) dalam kompos. Ruang antar bahan tersebut akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplai oksigen untuk proses pengomposan. Selain itu ukuran bahan juga menentukan luas permukaan yang memungkinkan kontak antar mikroba dengan bahan. Semakin luas permukaannya maka proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat (Widarti *et al.*, 2015).

### 4.3.3 Kondisi pH

Selama proses pengomposan terjadi kenaikan dan penurunan pH secara fluktuatif. Pada hari ke-60, didapatkan nilai pH pada masing-masing reaktor pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Nilai pH pada hari ke-60

Reaktor	Nilai pH
A1	7,08
A2	8,94
A3	8,29
A4	8,97
A5	8,30
B1	7,84
B2	8,53
B3	8,43
B4	8,42
B5	8,34

Berdasarkan SNI 19-7030-2004, kadar pH optimum pada kompos yang telah matang pada rentang 6,8-7,49. Pada reaktor dengan penambahan EM4, reaktor kontrol A1 dan A5 memiliki nilai pH sebesar 7,08 dan 8,30. Hal ini hanya reaktor kontrol A1 yang memenuhi standar SNI. Pada reaktor A2, A3 dan A4 nilai pH belum memenuhi standar SNI. Pada reaktor tanpa penambahan EM4, reaktor kontrol B1 dan B5 yang memiliki nilai pH sesuai SNI yaitu reaktor B1. Pada reaktor B2, B3 dan B4 belum memiliki memenuhi standar SNI. Sedangkan, berdasarkan Permentan 28 Tahun 2009, kadar pH kompos pada rentang 4-9. Semua reaktor baik pada reaktor dengan dan tanpa penambahan EM4 memenuhi standar Permentan.

pH sangat berpengaruh pada tanaman. Untuk pertumbuhan pH yang sesuai adalah 5,0-6,5, sedangkan bila pH terlalu rendah (<4,5) atau terlalu tinggi (>7,0) dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara invitro (Widiastoety *et al.*, 2005). Sedangkan menurut Arditi dan Ernst (1993), pH mempengaruhi pengambilan nutrisi yang optimal pada tanaman. Dimana untuk fosfor pada pH 4,5-7,6, ion nitrat pada pH 6,0-8,0, magnesium pada pH 6,0-8,5. Sedangkan untuk kalsium pada pH 6,0-9,0, besi 4,0-7,0, aluminium pada pH >7,5 dan mangan pada pH <7,5.

#### 4.3.4 Kondisi Kadar Air

Selama proses pengomposan, terjadi kenaikan dan penurunan kadar air secara fluktuatif. Pada Tabel 4.4 disajikan kadar air didalam tiap reaktor pada akhir pengomposan (hari ke-60).

Tabel 4. 5 Kadar Air pada hari ke-60

Reaktor	Kadar Air
A1	58,13%
A2	57,15%
A3	58,76%
A4	53,86%

<b>Reaktor</b>	<b>Kadar Air</b>
A5	55,48%
B1	57,77%
B2	58,23%
B3	55,34%
B4	53,10%
B5	54,84%

Berdasarkan SNI 19-7030-2004, kadar air pada kompos yang telah matang maksimum 50%. Kadar air pada semua reaktor tidak memenuhi standar kadar air. Tetapi reaktor yang memiliki kadar air terendah yaitu pada reaktor A4 dan B4 yang memiliki perbandingan sampah popok dengan sampah sayur sebesar 3:7. Berdasarkan Permentan 28-130 Tahun 2009, kadar air kompos pada rentang 15-25%. Semua reaktor baik pada reaktor dengan dan tanpa penambahan EM4 belum memenuhi standar Permentan.

Dengan perbandingan sampah sayur lebih besar daripada sampah popok menghasilkan kadar air yang mendekati standar SNI. Hal ini berhubungan dengan kadar air pada reaktor kontrol. Dimana pada reaktor kontrol sampah sayur saja memiliki kadar air yang lebih kecil dibandingkan reaktor sampah popok saja. Hal ini disebabkan adanya gel pada popok sehingga air sulit untuk diuapkan atau dikeluarkan. Jadi, semakin banyak kadar sampah popok maka kadar air akan semakin tinggi. Jika kadar air terlalu tinggi maka perlu dilakukan penjemuran pada kompos.

#### **4.3.5 Kondisi Warna**

Pada reaktor A1 dan B1 belum terjadi perubahan warna. Pada reaktor A5 dan B5 warna kompos telah berwarna kehitaman. Warna pada tiap reaktor sudah terlihat berwarna kehitaman. Semakin banyak perbandingan sampah sayur, warna kompos pada tiap reaktor semakin berwarna kehitaman. Hal ini berkaitan dengan reaktor kontrol sampah

sayur saja yang memiliki waktu yang lebih cepat berwarna kehitaman. Untuk melihat perbedaan kondisi warna pada tiap reaktor dapat dilihat pada Lampiran E.

Menurut Brinton dan Droffner (1994), kompos dapat berwarna coklat kehitaman dikarenakan transformasi bahan organik dan membentuk zat humus.

#### **4.3.6 Kondisi Ukuran Partikel**

Ukuran partikel sesuai dengan standart SNI sebesar 0,55-25 mm. Sedangkan berdasarkan Permantan ukuran partikel optimum kompos sebesar 2-5 mm. Ukuran partikel diawal pengomposan dibawah 4 cm dan setelah proses pengomposan, ukuran partikel akan mengecil. Ukuran partikel yang semakin kecil dikarenakan sudah hancur akibat penguraian alami oleh mikroorganisme yang hidup dalam kompos (Ismayana *et al.*, 2012). Perlu dilakukan pengayakan untuk mendapatkan ukuran partikel kompos sesuai dengan standart SNI. Pada penelitian ini digunakan pengayakan dengan diameter maksimal 0,5 cm. Berhubung kadar air pada tiap reaktor belum memenuhi standar SNI untuk mempermudah pengayakan dilakukan penjemuran pada tiap reaktor.

#### **4.3.7 Kondisi Bau**

Berdasarkan SNI 19-7030-2004, kompos yang telah matang memiliki bau seperti bau tanah. Reaktor yang berisi sampah popok saja memiliki bau yang lebih besar dibandingkan reaktor yang berisi sampah sayur saja. Pada hari ke-60, reaktor kontrol A1 dan B1 memiliki kadar bau yang paling besar dibandingkan reaktor lainnya. Sedangkan pada reaktor kontrol A5 dan B5 bau pada reaktor telah sesuai dengan bau tanah. Pada reaktor A2, A3 dan A4 memiliki kadar bau dibawah reaktor kontrol A1. Hal ini juga sama pada reaktor B2, B3 dan B4 yang memiliki kadar bau dibawah reaktor kontrol. Pada hari ke-60 dilakukan penjemuran kompos pada tiap reaktor guna mempermudah pengayakan.

Kadar bau pada tiap reaktor setelah diayak hilang dan bau sudah seperti bau tanah.

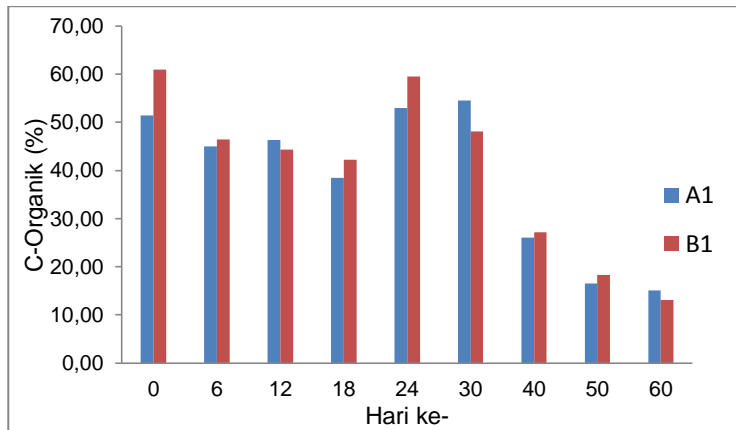
#### **4.4. Penentuan Pengaruh Penambahan EM4 dalam Pembentukan Kompos**

Penentuan pengaruh penambahan EM4 dalam pembentukan kompos berdasarkan parameter C/N, suhu, pH, kadar air, ukuran partikel, warna dan bau. EM4 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp. (penghasil asam laktat) pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp, jamur pengurai selulosa dan ragi. EM4 merupakan tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM4 dapat mencerna selulose, pati, gula, protein, dan lemak (Surung, 2008). EM4 juga digunakan untuk mempercepat pengomposan sampah organik (Marsono, 2001).

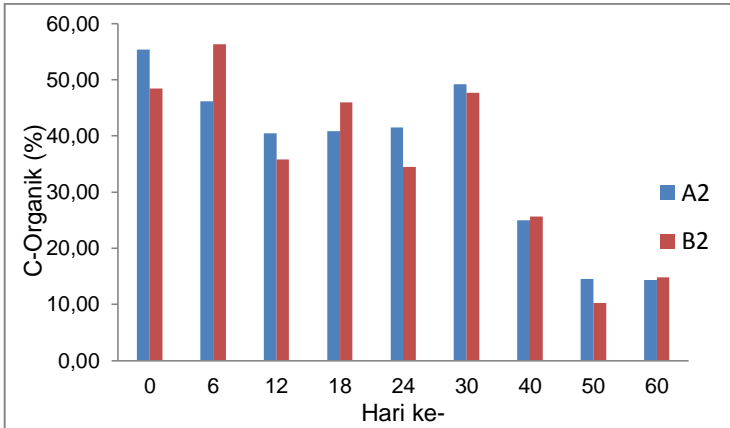
##### **4.4.1 Kondisi C-Organik**

Secara umum konsentrasi c-organik turun secara bertahap selama proses pengomposan dikarenakan lepasnya karbondioksida melalui respirasi mikroorganisme. Pada Gambar 4.23 sampai 4.27 dapat dilihat perbedaan perubahan konsentrasi c-organik pada reaktor yang memiliki perbandingan komposisi sampah popok dan sayur yang sama. Dimana, reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 merupakan reaktor dengan penambahan EM4. Sedangkan reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 merupakan reaktor tanpa penambahan EM4. Selama proses pengomposan, rerata perubahan konsentrasi c-organik pada reaktor dengan penambahan EM4 lebih kecil dibandingkan reaktor tanpa penambahan EM4. Tetapi pada hari terakhir pengomposan, reaktor dengan dan tanpa penambahan EM4 memiliki konsentrasi c-organik yang tidak terlalu berbeda jauh.

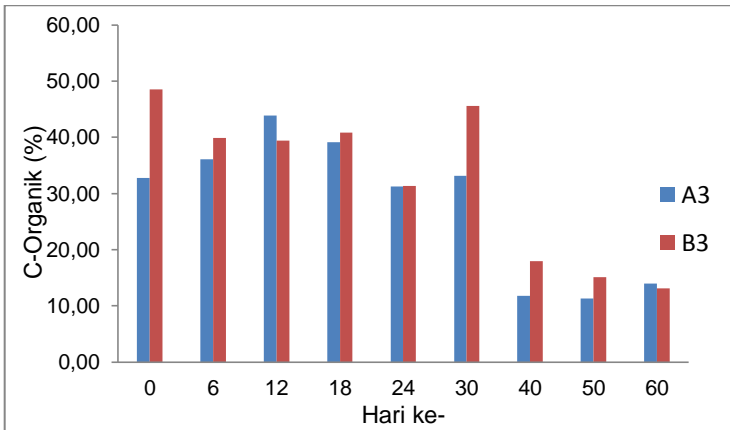
Berdasarkan uji ANOVA menunjukkan nilai  $p > 0,05$  yang berarti hipotesa ditolak. Hal ini berarti dengan adanya penambahan EM4 tidak berpengaruh dalam pengomposan pada penelitian ini. Jadi mikroorganisme dari sampah popok dan sampah sayur telah mencukupi untuk proses pengomposan. Dalam penelitian Favier *et al.* (2003), mikroorganisme pada feses bayi diantaranya *Escherichia coli*, *Clostridium sp.*, *Bifidobacterium*, *Bacteroides*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Enterococcus* dan *Actinomyces*. Sedangkan mikroorganisme pada sampah sayur diantaranya *Bacillus*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* (Waldezgina dan Muleta, 2016). Dengan adanya bantuan mikroorganisme ini telah mencukupi dalam proses pengomposan pada penelitian ini.



Gambar 4. 23 Perubahan C-Organik Reaktor A1 dan B1

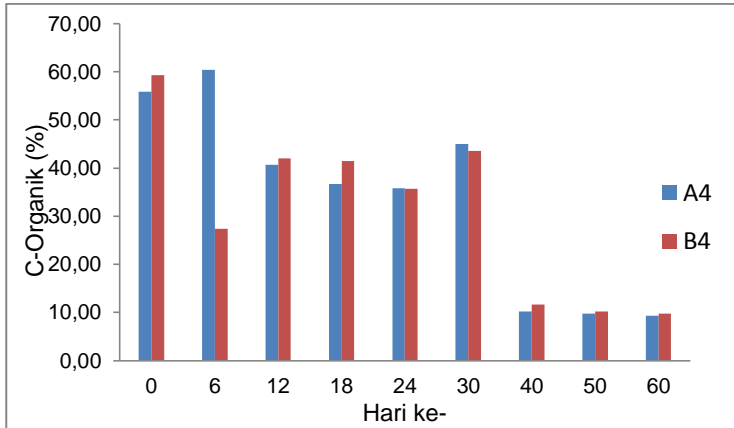


Gambar 4. 24 Perubahan C-Organik Reaktor A2 dan B2

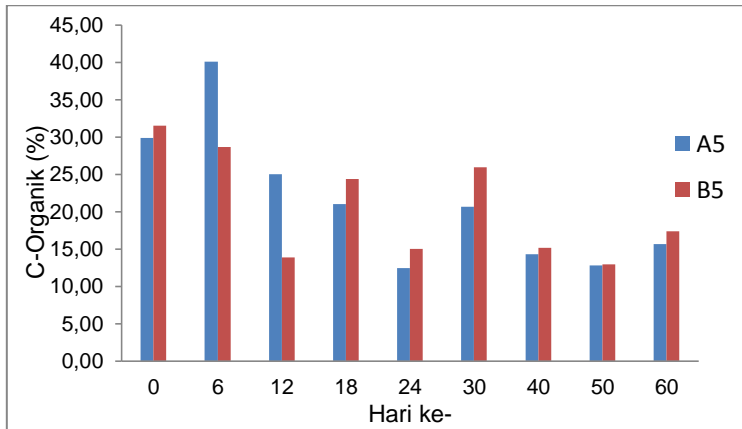


Gambar 4. 25 Perubahan C-Organik Reaktor A3 dan B3





Gambar 4. 26 Perubahan C-Organik Reaktor A4 dan B4



Gambar 4. 27 Perubahan C-Organik Reaktor A5 dan B5

#### 4.4.2 Kondisi C/N

Selama proses pengomposan rasio C/N tiap reaktor cenderung mengalami penurunan. Pada Tabel 4.3 disajikan rasio C/N pada awal pengomposan hingga hari ke-40.

Tabel 4. 6 Hasil Rasio C/N

Reaktor	Hari ke-0	Hari ke-24	Hari ke-30	Hari ke-40
A1	192,4	50,4	63,2	38,3
A2	117,8	40,6	32,2	37,1
A3	100,7	19,0	25,2	13,5
A4	129,3	18,6	15,0	7,6
A5	59,5	3,5	8,5	9,3
B1	195,5	94,8	54,1	56,3
B2	150,1	40,6	35,7	63,3
B3	113,0	19,9	28,5	25,9
B4	151,3	20,3	33,1	11,2
B5	62,4	4,4	8,3	13,0

Berdasarkan SNI 19-7030-2004, rasio C/N pada kompos yang telah matang pada rentang 10-20. Pada Tabel 4.6 dapat dilihat perubahan C/N pada tiap reaktor. Dimana dengan pada reaktor A1-A5 rerata penurunan rasio C/N lebih besar dibandingkan dengan reaktor B1-B5. Hal ini terjadi karena adanya penambahan EM4 sehingga mikroorganismenya pada reaktor A1-A5 lebih banyak dibandingkan dengan reaktor B1-B5.

Berdasarkan hasil uji ANOVA, nilai  $p > 0,05$  yang berarti hipotesa ditolak. Hal ini berarti tidak adanya pengaruh penambahan EM4 terhadap penurunan rasio C/N selama proses pengomposan. Jumlah mikroorganismenya dari sampah sayur dan sampah popok telah memenuhi dalam proses

pengomposan ini. Penambahan EM4 tidak berpengaruh signifikan karena mikroorganisme indigenus memiliki aktivitas dalam menurunkan kadar C yang hampir sama dengan mikroorganisme pada EM4 (Luqman dan Warmadewanthi, 2013). EM4 juga tidak memiliki bakteri pemfiksasi nitrogen.

#### 4.4.3 Kondisi pH

Selama proses pengomposan terjadi kenaikan dan penurunan pH secara fluktuatif. Pada hari ke-60, didapatkan nilai pH pada masing-masing reaktor pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 7 Perbandingan nilai pH pada reaktor dengan dan tanpa penambahan EM4

Reaktor	Nilai pH
A1	7,08
A2	8,94
A3	8,29
A4	8,97
A5	8,30
B1	7,84
B2	8,53
B3	8,43
B4	8,42
B5	8,34

Perbandingan nilai pH pada reaktor dengan dan tanpa penambahan EM4 tidak terlalu signifikan. Nilai pH pada semua reaktor berada dalam rentang 7,08-8,97. Nilai pH yang paling tinggi dimiliki reaktor A4. Pada penelitian Manuputty *et al.* (2012), nilai pH dengan penambahan EM4 berkisar 7,6-8,2 dan dengan adanya penambahan EM4 tidak terlalu berpengaruh terhadap pH. Berdasarkan uji ANOVA nilai  $p > 0,05$  yang berarti hipotesa ditolak. Hal ini berarti tidak adanya pengaruh penambahan EM4 terhadap nilai pH selama proses pengomposan. Aktivitas mikroorganisme pada EM4 yang ditambahkan pada starter tidak terlalu berbeda dengan mikroorganisme indigenus sehingga fluktuasi pH tidak

terpengaruhi dengan penambahan EM4 (Faure dan Deschamps, 1991)

#### 4.4.4 Kondisi Kadar Air

Selama proses pengomposan, terjadi kenaikan dan penurunan kadar air secara fluktuatif. Untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh penambahan EM4 dapat dilihat berdasarkan kadar air diakhir proses pengomposan. Berdasarkan SNI 19-7030-2004, kompos yang telah matang memiliki kadar air maksimal 50%. Pada Tabel 4.6 disajikan perbandingan kadar air pada reaktor dengan penambahan EM4 (A) dan tanpa penambahan EM4 (B). Rata-rata kadar air pada reaktor A lebih kecil dibandingkan reaktor B.

Tabel 4. 8 Kadar Air pada hari ke-60

Reaktor	Kadar Air
A1	58,13%
A2	57,15%
A3	58,76%
A4	53,86%
A5	55,48%
B1	57,77%
B2	58,23%
B3	55,34%
B4	53,10%
B5	54,84%

Selisih kadar air pada reaktor berisi sampah popok saja (A1 dan B1) sebesar 3,16%. Selisih kadar air pada reaktor berisi sampah popok dan sampah sayur dengan perbandingan 7:3 (A2 dan B2) sebesar 0,16%. Selisih kadar air pada reaktor berisi sampah popok dan sampah sayur dengan perbandingan 5:5 (A3 dan B3) sebesar 1,31%. Selisih kadar air pada reaktor berisi sampah popok dan sampah sayur dengan perbandingan 3:7 (A4 dan B4) sebesar 0,94%. Selisih kadar air pada reaktor berisi sampah sayur saja (A5 dan B5) sebesar 9,01%.

Berdasarkan hasil uji ANOVA nilai  $p > 0,05$  yang berarti hipotesa ditolak. Hal ini berarti tidak adanya pengaruh EM4 terhadap nilai kadar air selama pengomposan.

#### **4.5 Korelasi Antar Parameter**

Setiap parameter yang dianalisis mempunyai korelasi antara parameter yang satu dengan lainnya. Parameter yang saling berkorelasi dibuat dalam bentuk grafik. Dimana parameter yang dalam grafik tersebut dianalisis pada hari yang sama. Parameter yang diuji pada hari yang sama selama penelitian ini adalah amonia, nitrat, C-Organik dan TKN. Berikut akan dibahas parameter apa saja yang saling berkorelasi

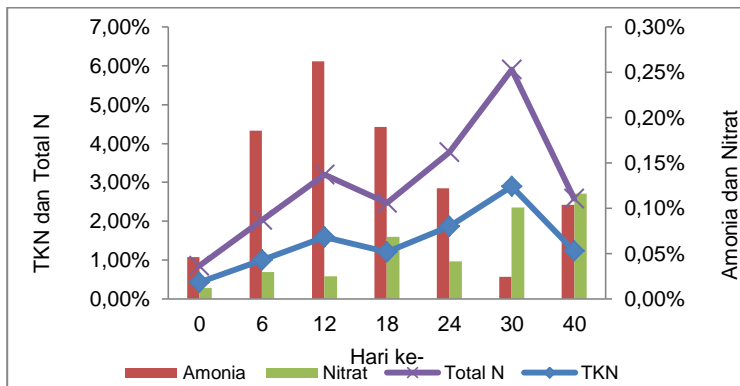
##### **4.5.1 Korelasi Parameter Amonia, Nitrat, TKN dan Total N**

Suhu, pH, amonia dan nitrat saling berkorelasi. Dimana dengan adanya peningkatan suhu dan pH akan menghambat proses nitrifikasi, sehingga kadar amonia akan meningkat (Tiqua dan Tam, 2002). Hal ini juga didukung pendapat Polprasert (1989), jika suhu dan pH tinggi menyebabkan hilangnya gas nitrogen menjadi gas  $\text{NH}_3$ . Kenaikan pH juga disebabkan karena dekomposisi protein yang menghasilkan amonium disertai pelepasan ion  $\text{OH}^-$  yang dapat menaikkan pH tumpukkan (Septianingrum dan Purwanti, 2006). Apabila sudah terjadi pembentukan amonia, maka pH akan meningkat menjadi basa (Baharuddin *et al.*, 2009).

Korelasi parameter yang dianalisis hanyalah pada reaktor A4. Pada Gambar 4. 28 dapat dilihat grafik korelasi parameter amonia, nitrat, TKN dan total nitrogen pada reaktor A4. Pada gambar dapat dilihat kandungan amonia, nitrat, TKN dan total nitrat meningkat sebesar 0,82%, 0,51%, 0,74% dan 0,74% hingga hari ke-12. Menurut Hibban *et al.* (2016), peningkatan kandungan amonia dari proses asimilasi nitrat-nitrit yang berdampak pada penurunan kandungan nitrat. Namun pada penelitian ini, kandungan nitrat meningkat seiring meningkatnya kandungan amonia. Nitrat yang meningkat

dikarenakan proses perubahan amonia menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat. Peningkatan amonia dikarenakan perombakan protein oleh enzim membentuk asam amino kemudian menghasilkan amonia melalui proses hidrolisis (Prasaswari, 2011). Amonia meningkat seiring nitrat meningkat dikarenakan pada saat terjadi proses nitrifikasi, terjadi pula perombakan protein oleh mikroorganismenya.

Dari hari ke-12 hingga hari ke-30 terjadi penurunan kandungan amonia yang diiringi peningkatan kandungan nitrat, TKN dan total nitrogen. Adanya peningkatan ini mengindikasikan sedikit banyak penurunan amonia tidak hanya disebabkan karena proses nitrifikasi tetapi juga karena proses asimilasi amonium (Davis, 2010 dalam Hibban *et al.*, 2016). Amonia juga mengalami penurunan diakibatkan meningkatnya aktivitas bakteri yang berperan dalam pengubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat.



Gambar 4. 28 Perubahan Kadar Amonia, Nitrat, TKN dan Total Nitrogen pada Reaktor A4

#### 4.6 Kompos yang Dihasilkan

Pada awal pengomposan berat kompos dalam tiap reaktor sebesar 10 kg. Proses pengomposan berlangsung

selama 60 hari. Setelah hari ke-60 berat kompos tiap reaktor ditimbang kembali. Untuk hasil berat kompos pada reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4. 9 Berat Kompos pada Reaktor selama Proses Pengomposan

Reaktor	Berat Kompos (kg)				
	Hari ke-0	Hari ke-30	Hari ke-60	Setelah diayak	Residu
A1	10	6,149	3,742	-	3,742
A2	10	4,470	2,329	0,349	0,079
A3	10	4,1378	1,950	0,785	0,496
A4	10	2,738	0,789	0,971	0,393
A5	10	1,811	1,418	1,013	-
B1	10	6,694	3,992	-	3,992
B2	10	4,998	2,113	0,235	0,057
B3	10	3,596	1,730	0,686	0,452
B4	10	3,005	1,542	0,826	0,348
B5	10	1,870	1,242	0,887	-

Setelah 60 hari fermentasi, kompos mengalami penyusutan. Penyusutan berat kompos terjadi karena adanya proses dekomposisi. Proses dekomposisi akan mengalami peristiwa secara biologi, fisika dan kimia, dimana pada proses pembusukan sampah secara aerobik memerlukan mikroba pengurai. Pada reaktor A1, A2, A3, A4 dan A5 mengalami penyusutan sebesar 62,6%, 76,7%, 80,5%, dan 85,8%. Sedangkan pada reaktor B1, B2, B3, B4 dan B5 mengalami penyusutan sebesar 60,1%, 78,9%, 82,7%, 84,6% dan 87,6%. Semua reaktor mengalami penyusutan berat lebih dari 60%. Menurut Sutanto (2001), standar kualitas fisik kompos adalah bau, warna, tekstur yang telah menyerupai tanah dan penyusutan berat mencapai 60%.

Setelah proses pengomposan, kompos yang telah matang dijemur terlebih dahulu guna mengurangi kadar air dan mempermudah proses pengayakan. Pada reaktor kontrol A1 dan B1 tidak dapat dilakukan pengayakan dikarenakan tidak terjadi proses dekomposisi. Setelah diayak kompos yang didapatkan pada reaktor A2, A3, A4 dan A5 sebesar 0,27 kg, 0,29 kg, 0,577 kg dan 1,013 kg. Sedangkan pada reaktor B2, B3, B4 dan B5 sebesar 0,178 kg, 0,234 kg, 0,478 kg dan 0,887 kg. Pada reaktor dengan penambahan EM4 memiliki hasil kompos yang lebih banyak dibandingkan dengan reaktor tanpa penambahan EM4.



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Komposisi optimum campuran sampah popok dan sampah sayur dalam pembentukan kompos sebesar 3:7. Reaktor A4 dan B4 memiliki nilai D C-Organik sebesar 48,08 dan 50,00. Rasio C/N A4 dan B4 terdegradasi sebesar 94,1% dan 92,6% dengan hasil akhir sebesar 7,6 dan 11,2.
2. Berdasarkan uji ANOVA tidak adanya pengaruh penambahan EM4 terhadap proses pengomposan. Nilai  $p > 0,05$  pada parameter c-rganik, C/N, pH dan kadar air.

#### **5.2 Saran**

Saran yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian selanjutnya bagian popok yang digunakan hanya bagian dalam saja (gel dan kapas).
2. Perlu dilakukan *Pre-treatment* pada sampah popok sebelum pengomposan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N.O. 2017. Peningkatan Produksi Biogas Sampah Pasar dengan Penambahan M-16 dengan Menggunakan *Digester Anaerobik*. Master Thesis. Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Ahn, H.K., Richard, T.L dan Choi, H.L. 2007. Mass and Thermal Balance During Composting of A Poultry Manure-Wood Shavings Mixture at Different Aeration Rates. **Process Biochemistry**, 42(2):215-223.
- Alkoaik, F dan Ghaly, A.E. 2006. Determination of Heat Generated by Metabolic Activities During Composting of Greenhouse Tomato Plant Residues. **Journal of Environmental Engineering and Science**, 5:137-150.
- Ardiningtyas, T.R. 2013. Pengaruh Penggunaan *Effective Microorganism 4* (EM4) dan Molase Terhadap Kualitas Kompos dalam Pengomposan Sampah Organik RSUD Dr. R. Soetrasno. Skripsi. Ilmu Kesehatan Masyarakat, UNESA, Semarang.
- Arditti, J dan R. Ernst. 1993. Micropropagation of Orchids.. New York: John Wiley and Sons. [https://books.google.co.id/books?id=zZ34w2WPqoUC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?id=zZ34w2WPqoUC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) diakses pada 17 Juni 2018.
- Ayunin, R., Nugraha, W.D dan Samudro, G. 2016. Pengaruh Penambahan Pupuk Urea dalam Pengomposan Sampah Organik Secara Aerobik menjadi Kompos

Matang dan Stabil Diperkaya. **Jurnal Teknik Lingkungan**, 5(2).

Awasthi, M.K., Pandey, A.K., Bundela, P.S., Wong, J.W., Li, R dan Zhang, Z. 2016. Cocomposting of Gelatin Industry Sludge Combined with Organic Fraction of Municipal Solid Waste and Poultry Waste Employing Zeolite Mixed With Enriched Nitrifying Bacterial Consortium. **Bioresource Technology**, 213:181-189.

Awasthi, M.K., Wang, Q., Huang, H., Ren, X., Lahori, A.H., Mahar, A., Ali, A., Shen, F., Li, R. dan Zhang, Z. 2016. Influence of Zeolite and Lime as Additives on Greenhouse Gas Emissions and Maturity Evolution During Sewage Sludge Composting. **Bioresource Technology**, 216:172-181.

Azis, S. 2016. Manfaat dan Bahaya EM4. **Nusa Tani**. <http://www.nusatani.com/2016/04/manfaat-dan-bahaya-EM4-pertanian.html> diakses pada 16 Januari 2018.

Baharuddin, A.S., M. Wakisaka, Y. Shirai, S. Abd-Aziz, N.A.A. Rahman dan M.A. Hassan. 2009. Co-Composting of Empty Fruit Bunches and Partially Treated Palm Oil Mill Effluents in Pilot Scale. **International Journal of Agricultural Research**, 4(2):69–78.

Baldwin, S., Odio, M.R., Haines, S.L., O'Connor, R.J., Englehart, J.S dan Lane, A.T. 2001. Skin Benefits From Continuous Topical Administration of A Zinc Oxide/Petrolatum Formulation by A Novel Disposable Diaper. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, 15(1):5-11.

Beck-Friis, B., Smars, S., Jönsson, H. dan Kirchmann, H. 2001. Gaseous Emissions of Carbon Dioxide,

Ammonia and Nitrous Oxide from Organic Household Waste in A Compost Reactor Under Different Temperature Regimes. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 78:423-430.

Benito, A.K., Hidayati, Y.A., Rusdi, U dan Marlina, E.T. 2010. Deteksi Jumlah Bakteri Total Dan Coliform Pada Sludge Dari Proses Pembentukan Biogas Campuran Feses Sapi Potong dan Feses Kuda. **Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan**, 13(5):92-101.

Bernal, M.P., Albuquerque, J.A. dan Moral, R. 2009. Composting of Animal Manures and Chemical Criteria for Compost Maturity Assessment. A review. **Bioresource Technology**, 100(22):5444–5453.

Bendfeldt, E.S., Burger, J.A dan Daniels, W.L. 2001. Quality of Amended Mine Soils After Sixteen Years. **Journal of Soil Science Society of America**, 65(6):1736-174.

Bolado-Rodriguez, S., Toquero, C., Martin-Juarez, J., Travaini, R dan Garcia-Encina, P.A., 2016. Effect of Thermal, Acid, Alkaline and Alkaline-Peroxide Pretreatments on The Biochemical Methane Potential and Kinetics of The Anaerobic Digestion of Wheat Straw and Sugarcane Bagasse. **Journal of Bioresource Technology**, 201:182–190.

Boldrin, A., Hartling, K.R., Laugen, M. dan Christensen, T.H., 2010. Environmental Inventory Modelling of The Use of Compost and Peat in Growth Media Preparation. **Resources, Conservation and Recycling**, 54(12):1250–1260.

- Brinton W.F dan Droffner M.D. 1994. Tes Kits for Determining The Chemical Stability of A Compost Sample. US Patent 5320807. <https://patents.google.com/patent/US5320807A/en> diakses pada 16 Juni 2018.
- Bustamante, M.A., Paredes, C., Marhuenda-Egea, F.C., Pérez-Espinosa, A., Bernal, M.P dan Moral, R., 2008. Co-composting Distillery Wastes With Animal Manure: Carbon and Nitrogen Transformations and Evaluation of Compost Stability. **Journal of Chemosphere**, 72:551–557.
- Campitelli, P dan Ceppi, S. 2008. Chemical, Physical and Biological Compost and Vermicompost Characterization: A Chemometric Study. **Journal of Chemometrics and Intelligent Laboratory System**, 90:64-71.
- Chen, L., De Haro, M.M., Moore, A dan Falen, C. 2011. The Composting Process: Dairy Compost Production and Use in Idaho CIS 1179. University of Idaho.
- Chikae, M., Ikeda, R., Kerman, K., Morita, Y. dan Tamiya, E. 2006. Estimation of Maturity of Compost from Food Aastes and Agro-residues by Multiple Regression Analysis. **Journal of Bioresource Technology**, 97:1979–1985.
- Claesson, S dan Steineck, S. 1996. Plant Nutrient Management and The Environment. Special Report 41, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Colon, J., Ruggieri, L., Gonzales, A., Puig, I dan Sanchez, A. 2011. Possibilities of Composting Disposable Diapers

With Municipal Solid Wastes. **Waste Management and Research**, 29(3)249-259.

- Colon, J., Mestre-Montserrat, M., Puig-Ventosa, I dan Sanchez, A. 2013. Performance of Compostable Baby Used Diapers in the Composting Process with the Organic Fraction of Municipal Solid Waste. **Waste Management**, 33:1097-1103.
- Damanik, M. M. B., Hasibuan, B. E., Fauzi, S dan Hanum, H. 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Damayanti, N., Nugroho, T.T. dan Haryani, Y. 2010. Biodegradasi Popok Bayi Menggunakan Jamur Selulolitik *Trichoderma asperellum* T.N.J63 dengan Fermentasi Padat. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Riau.
- De Guardia, A., Mallard, P., Teglia, C., Marin, A., Le Pape, C dan Launay, M. 2010. Comparison of Five Organic Wastes Regarding Their Behavior During Composting: Part 1, Biodegradability, Stabilization Kinetics and Temperature Rise. **Wates Management**, 30(3):402-414.
- Doaly, T. 2017. Rise Ecoton: 37% Sampah di Sungai Surabaya adalah Popok Bayi. Mongabay (Surabaya).
- Duan, R dan Fedler, C.B. 2015. Preliminary Field Study of Soil TKN in A Wastewater Land Application System. **Journal of Ecological Engineering**, 83:1-4.
- Duong, T.T.T., Penfold, C dan Marschner, P. 2012. Differential Effects of Composts on Properties of Soils

With Different Textures. **Biology and Fertility of Soils**, 48(6):699- 707.

Eklind, Y dan Kirchmann, H. 2000. Composting and Storage of Organic Household Waste with Different Litter Amendments II: Nitrogen Turnover and Losses. **Bioresource Technology**, 74(2):125-133.

Enayetullah, I dan Sinha, A.H.M.M. 2013. Co-Composting of Municipal Solid Waste and Faecal Sludge for Agriculture in Kushtia Municipality. Bangladesh.

Epstein, E. 2011. Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management. CRC. Tailor & Francis Group. **CRC Press**  
<http://libgen.io/book/index.php?md5=551A967546DF109D4153C52DE6B95E3A> diakses pada 17 Juni 2018.

Ermolaev, E., Jarvis, A., Sundberg, C., Smars, S., Pell, M dan Jonsson, H. 2015. Nitrous Oxide and Methane Emissions from Food Waste Composting at Different Temperatures. **Journal of Waste Management**, 46:113-119.

Espinosa-Valdemar, R.M., Sotelo-Navarro, P.X., Quecholac-Pina, X., Garcia-Rivera, M.A., Beltran-Villavicencio, M., a Ojeda-Benitez, S dan Vazquez-Morillas, A. 2014. Biological Recycling of Used Baby Diapers in A Small-Scale Composting System. **Journal of Resources Conversation and Recycling**, 87:153-157.

Faure, D dan Deschamps, A. M. 1991. The Effect of Bacterial Inoculation on the Initiation of Composting of Grape Pulps. **Journal of Bioresource Technology**, 37:235-238.

- Favier, C.F., de Vos, W.M dan Akkermans A.D.L. 2003. Development of Bacterial and Bifidobacterial Communities in Feces of Newborn Babies. **Journal of Clinical Microbiology**, 9:219-229.
- Firdausiyah, N. 2015. Variasi Perbandingan Bahan Baku Kompos dan Kotoran Sapi serta Waktu Fermentasi dalam Produksi Biogas dengan Penambahan Konsorsium Bakteri Hidrolitik. Thesis. Fakultas Sains dan Teknologi, UNAIR, Surabaya.
- Gao, M.C., Li, B., Yu, A., Liang, F.Y., Yang, L.J dan Sun, Y.X. 2010. The Effect of Aeration Rate on Forced-Aeration Composting of Chicken Manure and Sawdust. **Bioresource Technology**, 101(6):1899-1903.
- Ghozali, Imam. 2009. Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS. Semarang: UNDIP.
- Godlewska, P., Schmidt, H.P., Ok, Y.S dan Oleszczuk, P. 2017. Biochar for Composting Improvement and Contaminants Eeduction. **Journal of Bioresource Technology**.
- Hastuti, S. M., Samudro, G dan Sumiyati, S. 2017. Pengaruh Kadar Air Terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik dengan Metode Composter Tub. **Jurnal Teknik Mesin**, 6.
- Haug, R.T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers, USA.
- Hibban, M., Rezagama, A dan Purwono. 2016. Studi Penurunan Konsentrasi Amonia dalam Limbah Cair Domestik dengan Teknologi Biofilter Aerobmedia



- Tubular Plastik Pada Awal Pengolahan. **Jurnal Teknik Lingkungan**, 5(2).
- Indrasti N.S dan Wimbanu O. 2006. Campuran Jerami dan Ampas Batang Sagu dengan Kotoran Sapi. **Jurnal Teknik Industri Pertanian**, 16(2):51-90.
- Insam, H dan de Bertoldi, M. 2007. Microbiology of the composting process. **Waste Management Series**, 8:25-48.
- Ismayana, A., Indrasti, N. S., Suprihatin, Maddu, A dan Fredy A. 2012. Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse Dan Blotong. **Jurnal Teknik Industri Pertanian**, 22(3):173-179.
- Jenkins, J. 2006. The Humanure Handbook. USA: Joseph Jenkins, Inc. [humanurehandbook.com](http://humanurehandbook.com) diakses pada 18 Juni 2018.
- Jiang, J.S., Huang, Y.M., Liu, X.L dan Huang, H. 2014. The Effects of Apple Pomace, Bentonite and Calcium Superphosphate on Swine Manure Aerobic Composting. **Waste Manage**,34:1595-1602.
- Jiang, T., Li, G., Tang, Q., Ma, X., Wang, G dan Schuchardt, F. 2015. Effects of Aeration Method and Aeration Rate on Greenhouse Gas Emissions During Composting of Pig Feces in Pilot Scale. **Journal of Environmental Sciences**, 31:124-132.
- Jiang, T., Schuchardt, F., Li, G., Guo, R dan Zhao, Y. 2011. Effect of C/N Ratio, Aeration Rate and Moisture Content on Ammonia And Greenhouse Gas Emission During The Composting. **Journal of Environmental Sciences**, 23:1754-1760.

- Kalamdhad, A.S dan Kazmi, A.A. 2009. Effects of Turning Frequency on Compost Stability and Some Chemical Characteristics During Rotary Drum Composting. **Chemosphere**, 74:1327-1334.
- Ketchum, P.A. 1988. Microbiology: Concepts and Application. New York: John Wiley and Sons. [https://books.google.co.id/books/about/Microbiology.html?id=zeZFAAAAAYAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.co.id/books/about/Microbiology.html?id=zeZFAAAAAYAAJ&redir_esc=y) diakses pada 21 Juni 2018.
- Kigozi R, Aboyade A.O dan Muzenda E. 2014. Sizing of an Anaerobic Biodigester for the Organic Fraction of Municipal Solid Waste. **Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science**, 2, ISBN: 978-988-19253-7-4.
- Kim, J., Park, C., Kim, T.H., Lee, M., Kim, S., Kim, S.W dan Lee J. 2003. Effects of Various Pretreatments for Enhanced Anaerobic Digestion with Waste Activated Sludge. **Journal of Bioscience Bioengineering**, 95(3):271–275.
- Kurnia, V.C., Sumiyati, S dan Samudro, G. 2017. Pengaruh Kadar Air Terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik dengan Metode *Open Windrow*. **Jurnal Teknik Mesin**, 6(2).
- Kurniawan D., Sri, K dan Nimas M. S., 2013. Pengaruh Volumee Penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) 1% dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Pupuk Bokashi dari Kotoran Kelinci dan Limbah Nangka. **Jurnal Industria**, 2(1):57-66.

- Kusuma, M. A. 2012. Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Thesis, Universitas Indonesia, Depok.
- Lehrburger, C. 1989. Popok in The Waste Stream: A Review of Waste Management and Public Policy Issues. <http://infohouse.p2ric.org/ref/29/28817.pdf> diakses pada 16 Januari 2018.
- 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.
- Lim,S.L.,Wu, T.Y., Sim, E.Y.S, Lim, P.N dan Clarke, C. 2012. Biotransformation of Rice Husk Into Organik Fertilizer Through Vermicomposting. **Journal of Ecological Engineering**. 41:60-64.
- Lin, Y.P., Huang, G.H., Lu, H.W dan He, L. 2008. Modeling of Substrate Degradation and Oxygen Consumption in Waste Composting Processes. **Journal of Waste Management**, 28:1375-1385.
- Listyantarto, A. 2002. Studi Pengaruh Variasi Penambahan Degra Simba dan Kotoran Ayam pada Rasio C/N, C/P, C/K, Berat dan Volume pada Pengomposan Eceng Gondok. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Liu, Hong-Taw, Lu dan Cai. 2014. Effect of Sewage Sludge Addition on The Completion of Aerobic Composting of Thermally Hydrolyzed Kitchen Biogas Residue. **Journal of Bioresource Technology**,9(3):4862-4872.
- Lu Y., Wu X dan Guo J. 2009. Characteristics of Municipal Solid Waste and Sewage Sludge Cocomposting. **The**

**National Engineering Research Center.** Tongji University.

Luo, W., Chen, T.B., Zheng, G.D., Gao, D., Zhang, Y.A dan Gao, W. 2008. Effect of Moisture Adjustments on Vertical Temperature Distribution During Forced-Aeration Static-Pile Composting of Sewage Sludge. **Journal of Resources, Conservation and Recycling**, 52:635-642.

Luqman, A dan Warmadewanthi, IDAA. 2013. Optimisasi Proses Pengomposan dan Pengaruhnya Terhadap Fluktuasi Mikroorganisme. **Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII**

Malkki, S. 1999. The Current Situation and The Legislation Concerning The Use of Municipal Organic Waste in Finland. **Journal of Agricultural Research Centre**, 2:33-39.

Manuputty, M.C., Jacob, A dan Haumahu, J.P. 2012. Pengaruh Effective Inoculan Promi dan EM4 terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos dari Sampah Kota Ambon. **Jurnal Agrologia**, 1(2):143-151.

Marsono, S.P. 2001. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta: Penebar Swadaya.  
<https://books.google.co.id/books?id=KuX8CAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=petunjuk+penggunaan+pupuk&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj1geKg9fLbAhVIXCsKHQJ2BW8Q6AEIKTAA#v=onepage&q=petunjuk%20penggunaan%20pupuk&f=false> diakses pada 3 Juni 2018

- Meng, T., Wei, H., Li, C., Dai, Q., Xu, K., Huo, Z., Wei, H., Guo, B dan Zhang H. 2016. Morphological and Physiological Traits of Large-Panicle Rice Varieties with High Filled-Grain Percentage. **Journal of Integrative Agriculture**, 15:1751–1762.
- Meng, L., Zhang, S., Gong, H., Zhang, W., Wu, C dan Li, W. 2018. Improving Sewage Sludge Composting by Addition of Spent Mushroom Substrate and Sucrose. **Journal of Bioresource Technology**, 253:197-203.
- Meunchang S., Panichsakpatana S, Weaver RW. 2005. Co-composting of Filter Cake and Bagasse; by Products from Sugar Mill. **Bioresource Technology**, 96(4):437-442
- Moraga, N.O., Corvalán, F., Escudey, M., Arias, A dan Zambra, C.E. 2009. Unsteady 2D Coupled Heat and Mass Transfer in Porous Media with Biological and Chemical Heat Generations. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, 52(25–26):5841-5848.
- Naghdi, M., Cledon, M. Brar, S.K dan Ramirez, A.A. 2017. Nitrification of Vegetable Waste Using Nitrifying Bacteria. **Ecological Engineering**.
- Nakasaki, K dan Hirai, H. 2017. Temperature Control Strategy to Enhance The Activity of Yeast Inoculated Into Compost Raw Material for Accelerated Composting. **Waste Management**, 65:29-36.
- Nanda, S., Reddy, S.N., Hunter, H.N., Dalai, A.J dan Kozinski, J.A. 2015. Supercritical Water Gasification of Fructose as a Model Compound for Waste Fruits and Vegetables. **Journal of Supercritical Fluids**, 104:112–121.

- Neklyudov, A.D., Fedotov, G.N dan Ivankin, A.N. 2008. Intensification of Composting Processes by Aerobic Microorganisms: A Review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, 44:6-18.
- Pandebesie, E. S., Rayuanti, D. 2013. Pengaruh Penambahan Sekam pada Proses Pengomposan Sampah Domestik. **Jurnal Lingkungan Tropis**.
- Pangaribuan, D dan Pujsiswanto, H. 2008. Pemanfaatan Kompos Jerami untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Buah tomat. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2008, Universitas Lampung
- Pavi, S., Kramer, L.E., Gomes, L.P dan Miranda, L.A. 2017. Biogas Production from Co-Digestion of Organic Fraction of Municipal Solid Waste and Fruit and Vegetable Waste. **Bioresource Technology**, 228:362-367.
- Pham, T.N dan Brown, W.E. 2009. Diapers and Environment. **NEARTA**.  
<https://www.nearata.com/Papers/DiaperEnvironment.pdf>  
 f diakses pada 10 Januari 2018.
- Polprasert, C. 1989. Organic Waste Recycling Enviromental Engineering. **Division Asian Institut of Technology**. Bangkok-Thailand.
- Pratiwi IGAP. 2013. Analisis Kualitas Kompos Limbah Persawahan dengan MOL sebagai Dekomposer. **E-Jurnal Agroteknologi Tropika**, 2(4):195-203.
- Putro, B.P., Samutro dan Nygraha, W.D. 2016. Penagaruh Penambahan Pupuk NPK dalam Pengomposan

Sampah Organik secara Aerobik menjadi Kompos Matang dan Stabil Diperkaya. **Jurnal Teknik Lingkungan**, 4(2).

- Rafter, J.A., Abell, M.L dan Braselton, J.P. 2002. Multiple Comparison Methods for Means. Siam Review: Society for Industrial and Applied Mathematics, 44(2):259-278.
- Rahmawati, E. 2015. Pemanfaatan Cacing *E. eugeniae* dan *E. foetida* dalam Mendegradasi Sampah Kebun. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Reswari,S. 2013. Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah Popok di Kecamatan Gubeng Surabaya Timur. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Rowe, P. 2007. Essential Statistics For The Pharmaceutical Sciences. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Ruskandi. 2006. Tehnik Pembuatan Kompos Limbah Kebun Pertanian Kelapa Polikultur. **Buletin Tehnik Pertanian**, 11(10):112-115.
- Rynk, R., 1992. On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension, Ithaca, New York.
- Saidi, N., Cherif, M., Jedidi, N., Mahrouk, M., Fumio, M., Boudabus, A dan Hassen, A. 2008. Evolution of Biochemical Parameters During Composting of Various Wastes Compost. **Enviromental Science**, 4(4):332-341.
- Sanchez, O.J., Ospina, D.A dan Montoya, S. 2017. Compost Supplementation with Nutrients and Microorganisms in Composting Process. **Waste Management**.

- Saraswati, R., Santosa, E dan Yuniarti, E. 2006. Pupuk Organik dan Hayati. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/eng/dokumentasi/buku/pupuk/pupuk10.pdf?secure=true> diakses pada 21 Juni 2018.
- Sari, F.P., Hendrawan, D dan Indrawati, D. 2015. Pengaruh Penambahan Bioaktivator pada Proses Dekomposisi Sampah Organik Secara Anaerob. **Jurnal Teknik Lingkungan**, 7(2):57-66.
- Septianingrum, R dan Purwanti, I.P. 2006. Pengaruh Penambahan Kotoran Ayam dan Mikroorganisme M-16 Pada Proses Pengomposan Sampah Kota Secara Aerobik. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi III. ISBN : 979-99735-1-1
- Setyorini, D., Saraswati, R. Dan Anwar E.K. 2006. Kompos. Bogor : Balitbang Sumber Daya Lahan Pertanian <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/buku/buku%20pupuk%20hayatipupuk%20organik/02kompos%20diahrasti.pdf?secure=true> diakses pada 25 April 2018.
- Singh, J., Kalamdhad, A.S dan Lee, B.K. 2015. Reduction of Eco-Toxicity Risk of Heavy Metals in The Rotary Drum Composting of Water Hyacinth: Waste Lime Application and Mechanisms. **Environmental Engineering Research**, 20(3):212-222.
- Suhardjadinata dan Pangesti, H.D. 2016. Proses Produksi Pupuk Organik Limbah Rumah Potong Hewan dan Sampah Organik. **Jurnal Siliwangi**, 2(2).



- Sukasih, E., Setyadjit dan Hariyadi, R. D. 2005. Analisis Kekurangan Panas Pada Proses Pasteurisasi Puree Mangga (*Mangifera indica* L). **Jurnal Pascapanen**, 2(2).
- Sundberg, C., Smårs, S dan Jönsson H. 2004. Low pH As An Inhibiting Factor in The Transition From Mesophilic to Thermophilic Phase in Composting. **Bioresource Technology**, 95:145-150.
- Suriadikarta, D.A. dan Adimihardja, A. 2001. Penggunaan Pupuk Dalam Rangka Peningkatan Produktivitas Lahan Sawah. **Jurnal Litbang Pertanian**, 20(4).
- Surung M. Y., 2008. Pengaruh Dosis EM4 (*Effective Microorganism-4*) dalam Air Minum Terhadap Berat Badan Ayam Buras. **Jurnal Agrisistem**, 4(4)
- Sutanto, R. 2006. Dasar-dasar Ilmu Tanah Konsep dan Kenyataan. Yogyakarta: Kanisius.
- Suyasa, I.W.B. 2010. Pengolahan Lumpur (*Sludge*) Limbah Pencelupan dengan Cara Pengomposan. **Jurnal Bumi Lestari**, 10(1):52-59.
- Suwatanti, E.P.S dan Widiyaningrum, P. 2017. Pemanfaatan MOL Limbah Sayur pada Proses Pembuatan Kompos. **Jurnal MIPA**, 40(1):1-6.
- Tang, J., Atsushi, S., Qixing, dan Arata, K. 2007. Effect of Temperature on Reaction Rate and Microbial Community in Composting of Cattle Manure with Rice Straw. **Journal of Bioscience And Bioengineering**, 104(4):321-328.
- Tchobanoglous. Theisen, H dan Virgil, S. 1993. Integrated Solid Waste Management. Second Edition.

- Trivana, L dan Pradhana, A.Y. 2017. Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec. **Jurnal Sain Veteriner**, 35(1).
- Turan, N.G dan Ergun, O.N. 2008. Improving the Quality of Municipal Solid Waste Compost by Using Expanded Perlite and Natural Zeolite. **Article CleanSoil, Air, Water**, 36(3):330-334 <https://sci-hub.tw/https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/clen.200700135> diakses pada 17 Juni 2018.
- Vargas, D.D.C., Sanchez-Monedero, M.A., Urpilainen, S.T dan Stentiford, E.I. 2005. Assessing The Stability and Maturing of Compost at Large Scale Plants. **Artículo de Investigación**. <http://www.redalyc.org/html/467/46790203/> diakses pada 15 Juni 2018.
- Van Ginkel, J.T., Raats, P.A.C dan Van Haneghem I.A. 1999. Bulk Density and Porosity Distribution in Compost Pile, **Netherlands Journal of Agricultural Science** 47:105- 121.
- Varma, V.S., Chatuphale, M dan Kalamdhad, A.S. 2014. Effects of Bulking Agent in Composting of Vegetable Waste and Leachate Control Using Rotary Drum Composter. **Journal of Environmental Engineering Research**, 24(4):245-256.
- Verma, S.L dan Marschner, P. 2013. Compost Effects on Microbial Biomass and Soil P Pools as Affected by Particle Size and Soil Properties. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 13(2):313-328.

- Villasenor, J., Rodriguez, L dan Fernandez, F.J. Composting Domestic Sewage Sludge with Natural Zeolites in A Rotary Drum Reactor. **Journal of Bioresource Technology**, 102(2):1447-1454.
- Waldezgina, D dan Muleta, D. 2016. Bacteriological Contaminants of Some Fresh Vegetables Irrigated with Awetu River in Jimma Town, Southwestern Ethiopia. **Research Article**, <https://www.hindawi.com/journals/ab/2016/1526764/> diakses pada 15 Juli 2018.
- Wang, X., Wen, W., Pan, S., Lin, X dan Chen, S. 2016. Influence of Conditioner Proportion on Aerobic Composting of Food Waste and Microbial Characteristics. **Chinese Journal of Environmental Engineering**, 10(6):3215-3222.
- Widarti, B.N., Wardhini, W.K dan Sarwono, E. 2015. Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. **Jurnal Integrasi Proses**, 5(2):75-80.
- Widayat, W., Suprihatin dan Herlambang A. 2010. Penyisihan Amoniak dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon. **Jurnal Air Indonesia**, 6(1).
- Widiastoety, D., Kartikaningrum, S dan Purbadi. 2005. Pengaruh pH Media terhadap Pertumbuhan Plantlet Anggrek Dendrobium. **Jurnal J.Hort**, 15(1):18-21.
- Windyasmara, L., Ambar, P dan Lies M.Y. 2012. Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dengan Penambahan Serasah Daun Jati (*Tectona Grandis*)

Terhadap Karakteristik Biogas Pada Proses Fermentasi. **Buletin Peternakan**, 36(1):40-47.

- Wong, L dan Hockenberry, M. 2008. Buku Ajar Keperawatan Pediatrik WONG. EGC. Jakarta. [https://books.google.co.id/books/about/Buku\\_Ajar\\_Keperawatan\\_Pediatrik\\_Vol\\_1\\_Wo.html?id=HHjThPtweDsC&redir\\_esc=y](https://books.google.co.id/books/about/Buku_Ajar_Keperawatan_Pediatrik_Vol_1_Wo.html?id=HHjThPtweDsC&redir_esc=y) diakses pada 18 Januari 2018.
- Wong, J.W.C., Fung, S.O dan Selvam, A. 2009. Coal Fly Ash and Lime Addition Enhances The Rate and Efficiency of Decomposition of Food Waste During Composting. **Journal of Bioresource Technology**, 100:3324-3331.
- Wong, J.W.C., Mark, K.F., Chan, N.W., Lam, A., Fang, M., Zhou, L.X., Wu, Q.T. dan Liao, X.D. 2001. Co-composting of Soybean Residues and Leaves in Hong Kong. **Journal of Bioresource Technology**, 76(2):99–106.
- Yuanyuan, W., Wang, C., Liu, X., Hailing, M., Wu, J., Zuo, J dan Wang, K. 2016. A New Methode of Two-Phase Anaerobic Digestion for Fruit and Vegetable Waste Treatment. **Journal of Bioresource Technology**, 211(1):16-23.
- Zhang, J., Chen, G., Sun, H., Zhou, S dan Zou, G. 2016. Straw Biochar Hastens Organic Matter Degradation and Produces Nutrient-rich Compost. **Journal of Bioresource Technology**, 200:876–883.
- Zhang, L dan Sun, X. 2014. Changes in Physical, Chemical, and Microbiological Properties During the Two-Stage Co-composting of Green Waste with Spent Mushroom

Compost and Biochar. **Journal of Bioresource Technology**, 171:274-284.

Zhang, L dan Sun, X.Y. 2016. Influence of Bulking Agents on Physical, Chemical, and Microbiological Properties During the Two-Stage Composting of Green Waste. **Journal of Waste Management**, 48:115-126.

Zhang, L.H., Zeng, G.M., Dong, H.R., Chen, Y.N., Zhang, J.C., Yan, M., Zhu, Y., Xie, Y.K dan Huang, Z.Z. 2017. The Impact of Silver Nanoparticles on The Co-Composting of Sewage Sludge and Agricultural Waste: Evolutions of Organic Matter and Nitrogen. **Journal of Bioresource Technology**, 230:132-139

Zhang, L.H., Zeng, G.M., Zhang, J.C., Chen, Y.N., Yu, M., Lu, L.H., Zhu, Y., Yuan, Y.J., Huang, A.Z dan He, L. 2015. The Response of Denitrifying Genes Coding for Nitrite (NirK or NirS) and Nitrous Oxide (NosZ) Reductases to Different Physico-Chemical Parameters During Agricultural Waste Composting. **Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, 99(9):4059-4070.

Zhu, N.W. 2007. Effect of Low Initial C/N Ratio on Aerobic Composting of Swine Manure with Rice Straw. **Journal of Bioresource Technology**, 98(1):9-13.

**LAMPIRAN A**  
**KOMPOSISI BAHAN PENGOMPOSAN**

Parameter	Nilai
C/N Popok	92,09
C/N Sampah Sayur	17,86
C/N Urea	0,43
% N Popok	0,69
% N Sampah Sayur	1,58
% N Urea	46
% Kadar Air Popok	70
% Kadar Air Sampah Sayur	70
% Kadar Air Urea	0,297

- Untuk 1 kg sampah sayur
  - Berat air = 1 kg x % kadar air sampah sayur  
= 1 kg x 70%  
= 0,7kg
  - Berat kering = 1 kg – berat air  
= 1 kg – 0,7 kg  
= 0,3 kg
  - N = berat sampah sayur x %N  
= 0,3 kg x 1,58%  
= 0,0047 kg
  - C = Rasio C/N x berat N  
= 17,86 x 0,0047 kg  
= 0,0847 kg
- Untuk 1 kg popok
  - Berat air = 1 kg x % kadar air popok  
= 1 kg x 70%  
= 0,7 kg
  - Berat kering = 1 kg – berat air  
= 1 kg - 0,7 kg = 0,3 kg

$$\begin{aligned}
 N &= \text{berat popok} \times \%N \\
 &= 0,3 \text{ kg} \times 0,69\% \\
 &= 0,0021 \text{ kg} \\
 C &= \text{Rasio C/N} \times \text{berat N} \\
 &= 92,09 \times 0,0021 \text{ kg} \\
 &= 0,1906 \text{ kg} \\
 \bullet \text{ Untuk 1 kg urea} \\
 \text{Berat air} &= 1 \text{ kg} \times \% \text{ kadar air urea} \\
 &= 1 \text{ kg} \times 0,5\% \\
 &= 0,005 \text{ kg} \\
 \text{Berat kering} &= 1 \text{ kg} - \text{berat air} \\
 &= 1 \text{ kg} - 0,005 \text{ kg} \\
 &= 0,9950 \text{ kg} \\
 N &= \text{berat urea} \times \%N \\
 &= 0,9950 \text{ kg} \times 46 \% \\
 &= 0,4577 \text{ kg} \\
 C &= \text{Rasio C/N} \times \text{berat N} \\
 &= 0,43 \times 0,4577 \text{ kg} \\
 &= 0,1972 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### 1. Sampah Popok : Sampah Sayur = 0:10

*Perhitungan C/N untuk sampah popok (sp): sampah sayur (ss)*

$$\begin{array}{l}
 N \text{ sp} = 0 \times 0,0021 \text{ kg} = 0 \\
 C \text{ sp} = 0 \times 0,1906 \text{ kg} = 0 \\
 N \text{ ss} = 10 \times 0,0047 \text{ kg} = 0,047 \text{ kg} \\
 C \text{ ss} = 10 \times 0,0847 \text{ kg} = 0,847 \text{ kg} \\
 C/N = \frac{C \text{ campuran}}{N \text{ campuran}} = \frac{0,9860 \text{ kg}}{0,0301 \text{ kg}} = 17,86
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\}
 \begin{array}{l}
 N \text{ campuran} = 0 + 0,047 \text{ kg} \\
 \quad \quad \quad = 0,047 \text{ kg} \\
 C \text{ campuran} = 0 + 0,847 \text{ kg} \\
 \quad \quad \quad = 0,847 \text{ kg}
 \end{array}$$

*Tidak perlu penambahan urea*

## 2. Sampah Popok : Sampah Sayur = 7:3

Perhitungan C/N untuk sampah popok (sp): sampah sayur (ss)

$$\left. \begin{array}{l} N_{sp} = 7 \times 0,0021 \text{ kg} = 0,0145 \text{ kg} \\ C_{sp} = 7 \times 0,1906 \text{ kg} = 1,3343 \text{ kg} \\ N_{ss} = 3 \times 0,0047 \text{ kg} = 0,0142 \text{ kg} \\ C_{ss} = 3 \times 0,0847 \text{ kg} = 0,2540 \text{ kg} \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{\text{campuran}} = (0,0145 + 0,0142) \text{ kg} \\ \quad = 0,0287 \text{ kg} \\ C_{\text{campuran}} = (1,3343 + 0,2540) \text{ kg} \\ \quad = 1,5883 \text{ kg} \end{array}$$

$$C/N = \frac{C_{\text{campuran}}}{N_{\text{campuran}}} = \frac{1,5883 \text{ kg}}{0,0287 \text{ kg}} = 55,32$$

Kebutuhan urea(u) supaya C/N = ± 30

$$C_u = 0,1968 \text{ kg}$$

$$N_u = 0,4577 \text{ kg}$$

$$C/N = \frac{C_{\text{campuran}} + x C_{\text{urea}}}{N_{\text{campuran}} + x N_{\text{urea}}}$$

$$30 = \frac{1,5833 \text{ kg} + x 0,1968 \text{ kg}}{0,0287 \text{ kg} + x 4,3931 \text{ kg}}$$

$$X = 0,05 \text{ kg/ } 10 \text{ kg bahan campuran}$$

## 3. Sampah Popok : Sampah Sayur = 5:5

Perhitungan C/N untuk sampah popok (sp): sampah sayur (ss)

$$\left. \begin{array}{l} N_{sp} = 5 \times 0,0021 \text{ kg} = 0,0105 \text{ kg} \\ C_{sp} = 5 \times 0,1906 \text{ kg} = 0,9530 \text{ kg} \\ N_{ss} = 5 \times 0,0047 \text{ kg} = 0,0235 \text{ kg} \\ C_{ss} = 5 \times 0,0847 \text{ kg} = 0,4235 \text{ kg} \end{array} \right\} \begin{array}{l} N_{\text{campuran}} = (0,0105 + 0,0235) \text{ kg} \\ \quad = 0,0341 \text{ kg} \\ C_{\text{campuran}} = (0,9530 + 0,4235) \text{ kg} \\ \quad = 1,3764 \text{ kg} \end{array}$$

$$C/N = \frac{C_{\text{campuran}}}{N_{\text{campuran}}} = \frac{1,3764 \text{ kg}}{0,0341 \text{ kg}} = 40,42$$



*Kebutuhan urea(u) supaya C/N = ± 30*

$$C u = 0,1968 \text{ kg}$$

$$N u = 0,4577 \text{ kg}$$

$$C/N = \frac{C \text{ campuran} + x C \text{ urea}}{N \text{ campuran} + x N \text{ urea}}$$

$$30 = \frac{1,3764 \text{ kg} + x 0,1968 \text{ kg}}{0,0341 \text{ kg} + x 4,3931 \text{ kg}}$$

$$X = 0,025 \text{ kg/ } 10 \text{ kg bahan campuran}$$

#### **4. Sampah Popok : Sampah Sayur = 3:7**

*Perhitungan C/N untuk sampah popok (sp): sampah sayur (ss)*

$N_{sp} = 3 \times 0,0021 \text{ kg} = 0,0063 \text{ kg}$	}	$N \text{ campuran} = (0,0063 + 0,0329) \text{ kg} = 0,0392 \text{ kg}$
$C_{sp} = 3 \times 0,1906 \text{ kg} = 0,5718 \text{ kg}$		
$N_{ss} = 7 \times 0,0047 \text{ kg} = 0,0329 \text{ kg}$		
$C_{ss} = 7 \times 0,0847 \text{ kg} = 0,5929 \text{ kg}$		
		$C \text{ campuran} = (0,5718 + 0,5929) \text{ kg} = 1,1647 \text{ kg}$

$$C/N = \frac{C \text{ campuran}}{N \text{ campuran}} = \frac{1,1647 \text{ kg}}{0,0392 \text{ kg}} = 29,7$$

Tanpa penambahan urea

#### **5. Sampah Popok : Sampah Sayur = 10:0**

*Perhitungan C/N untuk sampah popok (sp): sampah sayur (ss)*

$N_{sp} = 10 \times 0,0021 \text{ kg} = 0,0210 \text{ kg}$	}	$N \text{ campuran} = 0,021 \text{ kg}$
$C_{sp} = 10 \times 0,1906 \text{ kg} = 1,9060 \text{ kg}$		
$N_{ss} = 0 \times 0,0047 \text{ kg} = 0,00 \text{ kg}$		
$C_{ss} = 0 \times 0,0847 \text{ kg} = 0,00 \text{ kg}$		
		$C \text{ campuran} = 1,9060 \text{ kg}$

$$C/N = \frac{C \text{ campuran}}{N \text{ campuran}} = \frac{1,9060 \text{ kg}}{0,021 \text{ kg}} = 90,76$$

*Kebutuhan urea(u) supaya C/N = ± 30*

$$C_u = 0,1968 \text{ kg}$$

$$N_u = 0,4577 \text{ kg}$$

$$C/N = \frac{C \text{ campuran} + x C \text{ urea}}{N \text{ campuran} + x N \text{ urea}}$$

$$30 = \frac{1,9060 \text{ kg} + x 0,1968 \text{ kg}}{0,021 \text{ kg} + x 4,3931 \text{ kg}}$$

X = 0,09 kg/ 10 kg bahan campuran

### **Kebutuhan EM4**

Tiap 1 L EM4 untuk 1 ton bahan pupuk. Total bahan campuran di tiap reaktor sebesar 20 kg sehingga kebutuhan EM4 tiap reaktor sebesar 20 ml. Sehingga kebutuhan semua bahan pengomposan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Komposisi Bahan Pengomposan

Reaktor	Perlakuan			
	Sampah Popok (kg)	Sampah Sayur (kg)	Urea (g)	EM4 (ml)
1	10	0	90	10
2	7	3	50	10
3	5	5	20	10
4	3	7	0	10
5	0	10	0	10
6	10	0	90	0
7	7	3	50	0
8	5	5	20	0

9	3	7	0	0
10	0	10	0	0

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN B**  
**PROSEDUR PERCOBAAN**

**1. Analisis pH**

a. Peralatan dan bahan

<b>Alat</b>	<b>Bahan</b>
pH meter	Sampel
Gelas Beaker	Aquades

b. Prosedur kerja analisis

- Timbang sampel sebanyak 2 gram dengan neraca analitis, lalu masukkan ke dalam tabung Erlenmeyer 100 ml.
- Tambahkan 10 ml aquades.
- Aduk dengan *magnetic stirrer* selama 10 menit.
- Tuangkan larutan ke dalam gelas ukur 50 ml sebanyak 10 ml, biarkan sampel yang tidak terlarut di dalam erlenmeyer.
- Ukur dan catat hasil pembacaan pH meter.

**2. Analisis Kadar Air, Total solid, dan Volatil solid**

a. Peralatan dan bahan

<b>Alat</b>	<b>Bahan</b>
Furnace dengan suhu 550°C	Sampel
Oven dengan suhu 105°C	
Cawan <i>porcelain</i>	
Neraca analitik	
Desikator	

b. Prosedur Kerja Analisis Kadar Air dan Total Solid

- Siapkan cawan porselen yang telah dioven selama  $\pm$  1 jam, kemudian dinginkan selama 15 menit di dalam desikator.

- Timbang cawan porselen kosong dengan menggunakan neraca analitis, catat hasil pembacaannya (a).
- Tambahkan sampel sebanyak 1 gram ke dalam cawan kosong, kemudian timbang dan catat hasil pembacaannya (b).
- Keringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Dinginkan di dalam desikator selama 15 menit, kemudian timbang dengan neraca analitis dan catat hasil pembacaannya (c).
- Hitung kadar air dengan rumus perhitungan.

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

Dimana:

a = berat awal cawan kosong

b = berat cawan kosong+sampel

c = berat cawan+sampel setelah dioven

**Total Solid (%) = 100% - kadar air (%)**

#### c. Prosedur Kerja Analisis Volatil Solid

- Cawan + berat kering ditimbang dengan neraca analitik, catat hasil pembacaannya (c)
- Cawan dimasukkan ke dalam furnace dengan suhu 550°C selama 1 jam
- Keringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 15 menit. Dinginkan di dalam desikator selama 15 menit, kemudian timbang dengan neraca analitis dan catat hasil pembacaannya (d).
- Hitung kadar *volatile solid* dengan rumus perhitungan.

$$\text{Volatile solid (\%)} = \frac{(c - a) - (d - a)}{(c - a)} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat awal cawan kosong

c = berat cawan+sampel setelah dioven

d = berat cawan+berat abu

### 3. Analisis Total C-organik

#### Analisis Metode Walkey and Black

##### a. Peralatan dan bahan

Alat	Bahan
Neraca Analitis;	Sampel
Erlenmeyer 250 ml;	Aquades
Pipet tetes	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 1 N
Buret 50 ml	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Labu pengencer 1 L	Ferro Amonium Sulfat (FAS)

##### b. Pembuatan reagen

- Larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1 N  
K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ditimbang sebanyak 49,03 gram kemudian aquadest hingga 1L.
- Larutan Ferro Amonium Sulfat (FAS) 0,1  
Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O ditimbang sebanyak 39,2 gram kemudian ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sebanyak 8 mL. Homogenkan dan dibiarkan mendingin. Setelah larutan dingin, dilakukan pengenceran dengan cara penambahan aquades hingga 1 L dengan menggunakan labu pengencer 1 L.
- Larutan Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
10 gram Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilarutkan ke dalam 1 L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hingga larut.
- Larutan Indikator Ferroin

1,485 gram Orthophenanthroline dan 0,695 gram  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan kedalam 100 mL aquades menggunakan labu pengencer 100 mL.

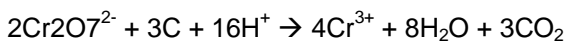
c. Prosedur Analisis

- Timbang 0,02 gram sampel yang telah dikeringkan kemudian dimasukkan kedalam botol COD
- Ditambah 1 mL aquades
- Ditambahkan 1,5 ml  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1 N dan 3,5 mL  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ , kemudian campuran dikocok perlahan.
- Lakukan cara yang sama untuk pengukuran blanko.
- Tabung COD berisi sampel dan blanko dipanaskan menggunakan kompor pemanas selama 2 jam. Setelah pemanasan, sampel didinginkan.
- Ditambahkan indikator Ferroin sebanyak 4 tetes.
- Sampel dititrasi menggunakan Larutan FAS 0,1 N hingga berwarna merah-cokelat yang tidak hilang selama 1 menit.
- Catat dan hitung hasil dengan rumus perhitungan.

$$\%C = \frac{0,003 \text{ g} \times N \times 100 \text{ ml} \times (S-T) \times 100}{ODW}$$

Keterangan:

T = mL  $\text{FeSO}_4$  untuk titrasi sampel  
S = mL  $\text{FeSO}_4$  untuk titrasi blanko  
N = Normalitas larutan FAS  
ODW = berat kering sampel (g)





1 mL dari 1 N dikromat sama dengan 3 mg karbon.

#### 4. Total Kjeldahl Nitrogen

##### a. Peralatan dan bahan

Alat	Bahan
Neraca analitik	Reagen campuran $\text{CuSO}_4$ dengan $\text{H}_2\text{SO}_4$
Tabung dan alat Kjeldahl	
Spektrofotometer	NaOH 4 N
Labu pengencer 1000 ml	Garam signet
Labu Erlenmeyer 100 ml	Larutan Nessler

##### b. Pembuatan Reagen

- Campuran  $\text{CuSO}_4$   
1,55 g  $\text{CuSO}_4$  anhidrat, 96,9 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   
anhidrat dan 1,55 g selen kemudian  
dicampur dan dihaluskan.
- Nessler  
50 gram serbuk  $\text{HgI}_2$  dan 35 gram KI  
dicampur dengan 80 gram NaOH yang  
sudah dilarutkan dengan aquades hingga  
500 mL. Biarkan mengendap dan diambil  
supernatannya.
- Garam signet  
50 gram K.Na.Tartrat dilarutkan ke dalam  
500 mL aquades, kemudian ditambahkan 5  
mL larutan nessler sebagai pengawet.

##### c. Prosedur Analisis

- Timbang 0,1 gram sampel dengan timbangan  
anallitis
- Masukkan ke dalam labu kjeldahl
- Tambahkan 10 ml reagen  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$  pekat
- Panaskan dengan alat Kjeldahl selama 4 jam  
hingga warna berubah hijau
- Dinginkan hasil destilasi. Kemudian encerkan  
menjadi 1000 ml, setelah itu ambil 25 ml dan  
masukkan kedalam labu Erlenmeyer 100ml.

- Tambahkan 0,5 ml NaOH 40%
- Tambahkan 1 ml garam signet dan 1 ml Nessler
- Diamkan selama 10 menit
- Lakukan tahap sebelumnya pada aquadest sebagai blanko
- Baca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 411  $\mu\text{m}$
- Hitung total kjehdahl nitrogen dengan rumus dari kurva kalibrasi

## 5. Analisis Nitrat-nitrogen

### a. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
<i>Beaker Glass</i>	Sampel
Labu pengencer 100 mL	Bruцин Asetat
Spektrofotometer	Larutan standar nitrat
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

### b. Pembuatan Reagen

- Bruцин Asetat 0,5%  
0,5 gram serbuk brucine dengan 100 mL acetic acid glacial (CH<sub>3</sub>COOH) dilarutkan ke dalam labu pengencer 100 mL. Kocok hingga homogen
- Larutan Standart Nitrat  
721,8 mg KNO<sub>3</sub> ditimbang kemudian dilarutkan ke dalam aquades sebanyak 1 L di dalam labu pengencer 1 L.

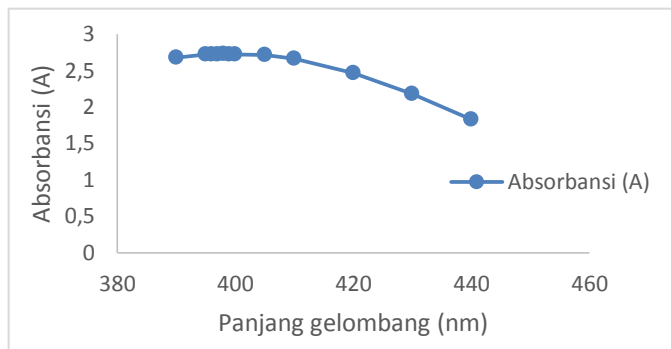
### c. Kurva Kalibrasi

Hal pertama yang dilakukan yaitu menentukan panjang gelombang maksimum sebelum melakukan kalibrasi.

- Penentuan Panjang Gelombang

Pemilihan panjang gelombang berdasarkan nilai absorbansi tertinggi. Pada analisis ini, nilai absorbansi paling tinggi pada panjang gelombang 398 nm.

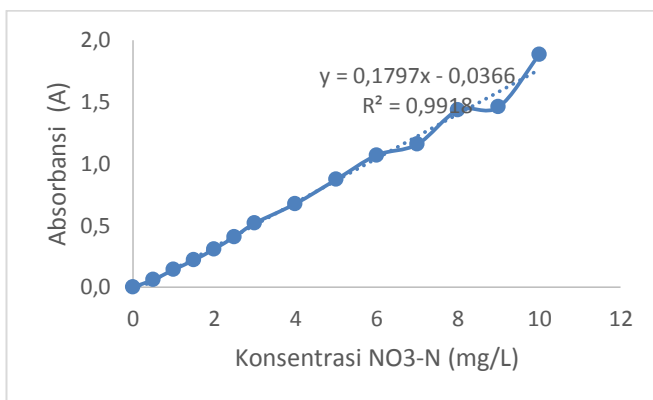
Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi (A)
390	2.68
395	2.721
396	2.722
397	2.723
398	2.728
399	2.720
400	2.720
405	2.712
410	2.660
420	2.463
430	2.177
440	1.825



- Kurva Kalibrasi

Digunakan panjang gelombang 398 nm sesuai dengan hasil penentuan panjang gelombang optimum.

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi (A)
0	0.000
0.5	0.058
1	0.140
1.5	0.217
2	0.307
2.5	0.406
3	0.516
4	0.674
5	0.869
6	1.067
7	1.155
8	1.432
9	1.457
10	1.880



### c. Prosedur Analisis

- Sampel ditimbang sebanyak 2 gram kemudian ditambahkan aquades 100 mL.
- Diambil sampel sebanyak 2 mL
- Ditambahkan 2 mL larutan brucin asetat
- Ditambahkan 4 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat
- Diaduk dan didiamkan selama ± 10 menit
- Dibaca dengan spektrofotometer
- Lakukan hal yang sama dengan blanko

## 6. Analisis Amonium-Nitrogen

### a. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Labu Pengencer 100 mL	Reagen Nessler
<i>Beaker Glass</i>	Reagen Garam Signet
Spektrofotometer	Larutan Standart Amonium
Neraca Analitik	

### b. Pembuatan Reagen

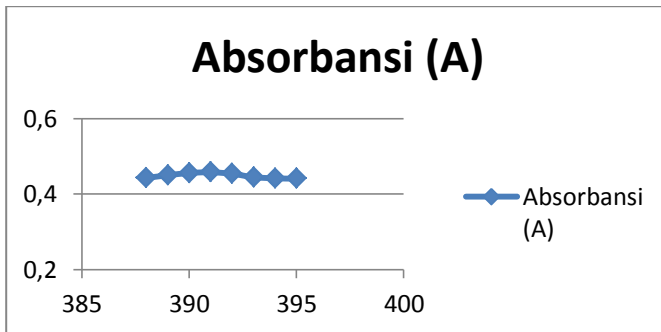
- Larutan Nessler  
50 gram serbuk HgI<sub>2</sub> dan 35 gram KI dicampur dan dilarutkan dengan 80 gram NaOH yang sudah dilarutkan dengan aquades hingga 500 mL. Diaduk hingga homogen dan dibiarkan mengendap kemudian diambil supernatnya.
- Larutan Garam Sigent  
50 gram K.Na.Tatrat dilarutkan ke dalam 500 mL aquades, kemudian ditambahkan 5 mL larutan nessler sebagai pengawet.
- Larutan Standart Amonium  
382,14 mg NH<sub>4</sub>Cl ditimbang kemudian larutkan ke dalam aquades sebanyak 1 L di dalam labu pengencer 1 L. Ditambahkan 3 tetes toluen sebagai pengawet.

### c. Kalibrasi

- Penentuan Panjang Gelombang

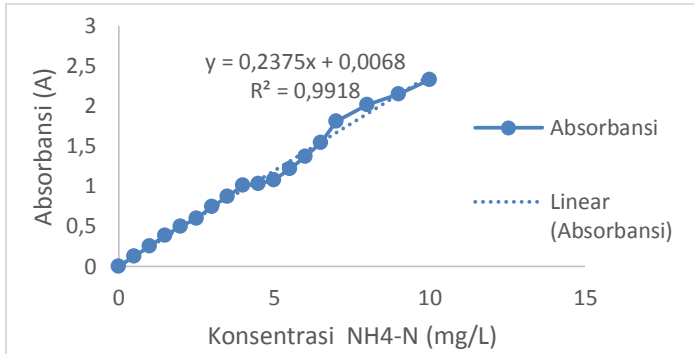
Pemilihan panjang gelombang berdasarkan nilai absorbansi tertinggi. Pada analisis ini, nilai absorbansi paling tinggi pada panjang gelombang 391 nm.

Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi (A)
388	0.443
389	0.450
390	0.456
391	0.458
392	0.454
393	0.445
394	0.442
395	0.441



- Kurva Kalibrasi  
Dengan panjang gelombang 391 nm kurva kalibrasi dapat ditentukan.

<b>Konsentrasi (mg/L)</b>	<b>Absorbansi (A)</b>
0	0
0.5	0.125
1	0.249
1.5	0.382
2	0.497
2.5	0.595
3	0.747
3.5	0.872
4	1.007
4.5	1.029
5	1.074
5.5	1.218
6	1.37
6.5	1.543
7	1.808
8	2.015
9	2.149
10	2.325



### c. Prosedur Analisis

- Sampel ditimbang sebanyak 2 gram kemudian ditambahkan aquadest 100 mL.
- Sampel yang telah diencerkan diambil sebanyak 25 mL
- Ditambahkan 1 mL larutan nessler
- Ditambahkan 1,25 mL larutan garam signet
- Diaduk dan didiamkan selama  $\pm$  10 menit
- Dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 391 nm.
- Lakukan hal yang sama dengan blanko



## LAMPIRAN C HASIL ANALISIS

### 1. Kadar Air (%)

Hari Reaktor	0	6	12	18	24	30	40	50	60
A1	75,49	64,69	60,51	69,50	72,38	66,57	52,55	58,13	53,70
A2	72,93	63,28	70,35	79,63	72,00	68,52	58,57	57,15	50,14
A3	68,84	68,85	78,12	74,67	71,91	64,39	58,78	58,76	54,72
A4	77,04	74,16	69,80	70,72	66,87	62,32	50,18	53,86	50,17
A5	65,87	53,96	48,41	50,03	38,65	26,18	57,14	55,48	55,51
B1	78,83	74,51	73,64	72,76	75,54	66,96	58,59	57,77	57,21
B2	70,26	70,96	71,54	69,44	72,61	68,54	59,37	58,23	58,78
B3	77,45	73,71	72,60	72,76	73,22	70,70	58,62	55,34	52,80
B4	79,49	67,67	77,16	70,24	65,93	65,52	58,89	53,10	54,41
B5	66,67	44,53	52,41	50,46	47,66	43,82	51,49	54,84	53,65

## 2. Total Solid (%)

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40	50	60
A1	24,51	35,31	39,49	30,50	27,62	33,43	47,45	41,87	46,30
A2	27,07	36,72	29,65	20,37	28,00	31,48	41,43	42,85	49,86
A3	31,16	31,15	21,88	25,33	28,09	35,61	41,22	41,24	45,28
A4	22,96	25,84	30,20	29,28	33,13	37,68	49,82	46,14	49,83
A5	34,13	46,04	51,59	49,97	61,35	73,82	42,86	44,52	44,49
B1	21,17	25,49	26,36	27,24	24,46	33,04	41,41	42,23	42,79
B2	29,74	29,04	28,46	30,56	27,39	31,46	40,63	41,77	41,22
B3	22,55	26,29	27,40	27,24	26,78	29,30	41,38	44,66	47,20
B4	20,51	32,33	22,84	29,76	34,07	34,48	41,11	46,90	45,59
B5	33,33	55,47	47,59	49,54	52,34	56,18	48,51	45,16	46,35

### 3. Volatile Solid (%)

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40	50	60
A1	85,77	87,67	88,34	86,71	73,71	80,12	79,97	78,23	79,97
A2	71,01	65,86	72,68	74,27	60,08	66,41	70,95	72,02	65,88
A3	79,57	80,19	72,07	76,06	65,54	68,86	70,47	60,50	70,47
A4	75,05	63,09	60,13	68,11	56,08	68,27	62,10	66,93	62,10
A5	80,72	60,41	54,74	52,72	53,56	45,01	50,51	47,42	24,96
B1	82,90	81,51	74,56	82,65	75,36	77,20	75,95	77,17	78,55
B2	79,17	76,93	72,91	81,33	69,66	71,56	78,40	71,06	74,28
B3	77,32	77,28	75,55	80,63	66,72	63,44	67,48	73,53	67,48
B4	68,87	73,24	79,41	68,25	56,07	55,37	60,34	59,20	60,34
B5	82,07	62,34	53,31	53,08	55,93	49,94	40,22	49,53	29,04

#### 4. C-Organik (%)

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40	50	60
A1	51,4	45,0	46,3	38,4	52,9	54,52	26,1	16,48	15,08
A2	55,4	46,2	40,5	40,9	41,5	49,19	25,0	14,53	14,36
A3	32,7	36,1	43,9	39,2	31,2	33,17	11,8	11,27	13,98
A4	55,9	60,4	40,7	36,7	35,8	44,99	10,2	9,75	9,27
A5	29,9	40,1	25,0	21,0	12,5	20,63	14,3	12,80	15,67
B1	60,9	46,5	44,4	42,3	59,5	48,12	27,2	18,29	13,11
B2	48,4	56,3	35,8	46,0	34,5	47,68	25,7	10,23	14,80
B3	48,6	39,9	39,4	40,8	31,4	45,57	17,9	15,12	13,07
B4	59,2	27,4	42,0	41,4	35,7	43,50	11,7	10,23	9,79
B5	31,5	28,7	13,9	24,4	15,0	25,97	15,2	12,96	17,34

## 5. Ammonia (%)

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40	50	60
A1	0,09	0,08	0,16	0,35	0,15	0,06	0,13	0,06	0,05
A2	0,10	0,13	0,33	0,27	0,08	0,02	0,19	0,08	0,12
A3	0,04	0,11	0,22	0,28	0,20	0,06	0,27	0,07	0,11
A4	0,05	0,19	0,26	0,19	0,12	0,02	0,10	0,03	0,09
A5	0,03	0,10	0,14	0,17	0,08	0,02	0,30	0,04	0,12
B1	0,10	0,09	0,24	0,19	0,10	0,03	0,15	0,03	0,11
B2	0,09	0,08	0,31	0,13	0,06	0,02	0,26	0,05	0,10
B3	0,09	0,23	0,19	0,15	0,15	0,05	0,16	0,08	0,14
B4	0,15	0,10	0,27	0,17	0,15	0,04	0,15	0,07	0,10
B5	0,03	0,06	0,16	0,16	0,12	0,04	0,11	0,05	0,07

## 6. Nitrat (%)

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40	50	60
A1	0,01	0,02	0,02	0,07	0,04	0,14	0,05	0,04	0,01
A2	0,01	0,02	0,03	0,11	0,04	0,09	0,09	0,04	0,14
A3	0,00	0,02	0,04	0,07	0,05	0,09	0,09	0,05	0,02
A4	0,01	0,03	0,06	0,06	0,05	0,10	0,12	0,07	0,15
A5	0,00	0,01	0,04	0,06	0,11	0,10	0,14	0,07	0,18
B1	0,01	0,01	0,04	0,10	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05
B2	0,01	0,02	0,07	0,06	0,04	0,07	0,07	0,04	0,02
B3	0,01	0,01	0,06	0,04	0,07	0,18	0,06	0,05	0,13
B4	0,01	0,01	0,11	0,06	0,05	0,12	0,10	0,07	0,04
B5	0,00	0,01	0,09	0,04	0,02	0,13	0,08	0,07	0,12

## 7. pH

Hari Reaktor	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	40	50	60
A1	8,42	7,61	7,6	7,56	7,66	7,68	7,78	7,51	7,69	7,39	7,76	7,97	7,25	7,08
A2	7,92	8,21	8,07	8,52	8,32	7,93	8,26	8,22	8,37	8,28	8,53	8,21	8,22	8,94
A3	8,01	8,15	7,39	8,5	8,79	9,17	8,89	9,19	9,07	7,06	9,43	8,44	8,34	8,29
A4	8,13	8,6	8,3	8,98	8,8	9,23	9,16	9,41	9,21	8,86	9,56	9,55	9,36	8,97
A5	7,04	8,22	7,66	8,96	8,81	9,02	9,31	9,78	9,71	7,76	9,56	8,16	8,42	8,3
B1	7,56	7,95	7,52	7,68	7,82	8,44	7,9	7,42	7,83	7,33	7,53	7,91	7,27	7,84
B2	8,18	8,23	8,37	8,23	8,5	8,23	8,12	7,73	8,42	8,24	8,05	8,47	8,32	8,53
B3	7,91	8,51	8,65	8,59	8,73	8,8	8,82	9	8,76	8,28	9,09	8,91	8,85	8,43
B4	7,95	8,41	8,94	8,94	8,81	9,07	9,1	9,55	9,12	9,25	9,57	9,26	8,98	8,42
B5	7,1	8,51	8,88	8,88	8,93	9,27	9,17	9,34	9,5	9,24	9,6	8,68	8	8,34

## 8. Suhu

Reaktor \ Hari	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A1	29,2	33,8	34,5	32,8	32,3	32,7	31,5	31,9	32,2	32,5	33	32,5	32,8
A2	29,2	42,9	40,3	37,9	31,1	36,3	33,4	34	35,1	35,1	35,5	32,4	34,7
A3	29,2	43,1	42,6	38,3	31,5	32,9	31,5	32,1	32,5	32,8	33,1	33,6	32,5
A4	29,2	44,5	43,6	38,9	35,1	38,7	35,5	36,1	34,3	33,9	33,9	32,5	32,9
A5	29,2	44,9	35,4	31,1	36,3	34,8	36,4	36,1	37,2	37,8	35,8	36,9	32,5
B1	29,2	36,1	38,9	37,1	36,9	38,5	36,3	35,8	36,9	35,6	35,5	34,2	31,4
B2	29,2	44,5	41,5	37,5	35,9	36	31,5	32	34,3	33,1	33,4	32,3	33
B3	29,2	46	47,1	41,1	36,3	36,3	34,3	34,7	36,1	34,8	34,7	34,3	33,2
B4	29,2	41,4	44,8	39,2	35,3	37,8	33,8	34,4	34,3	34	33,7	33,4	32,1
B5	29,2	42,2	35,7	33,5	37,6	37,1	37,1	38,2	40,1	34,9	37,7	35,8	34,2



*Lanjutan Suhu*

Reaktor \ Hari	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A1	31,5	31,6	31,5	31,7	31,9	32	31,8	31,6	31,5	30,4	30,7	31,2
A2	34,4	34,5	32,3	33,8	31,8	33,5	33,3	33,1	32,9	31,7	32,1	31,9
A3	32,5	33,1	33,1	33,5	33,5	33,8	33,7	33,9	34	32,8	32,8	32,8
A4	32,9	33,5	33,9	33,8	33,3	32,8	33,3	33,3	32,1	32,3	33	32,8
A5	32,5	32,5	33,7	31,9	31,1	31,7	31,5	31,1	30,6	31	31,2	30,9
B1	31,4	32,5	32,9	32,6	32,5	32,6	32,2	31,9	31,6	30,9	31,3	31,7
B2	33	33,6	34,4	33	32,8	33,5	32,1	32,5	31,5	31,5	31,8	31,3
B3	33,2	33,8	34,4	33,8	33,5	34,3	34,3	33,5	32,8	32,2	32,3	32,2
B4	32,1	33,2	34,1	33,3	33	34,2	34,9	34,4	33,5	32	32,3	32,2
B5	34,2	36,1	33,7	33,9	32,1	32,7	31,7	32,1	31,9	30,9	31,3	31,5

*Lanjutan Suhu*

Reaktor \ Hari	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
A1	30,9	30,6	30,2	30,6	30,3	30	30,1	30,5	30,6	29,8	30,1	31,2
A2	31,5	31,5	31	31,6	31,3	30,9	30,9	31,3	31,5	29,9	30,2	31,4
A3	32,4	32	31,3	32,5	32,4	31,6	31,9	32,4	32,6	29,9	30,1	31,2
A4	31,3	31,9	31,1	31,6	30,8	29,8	29,9	30,3	30,5	29,7	30,3	31,1
A5	30,1	30,1	30,3	30,9	30,5	29,3	29,5	30,5	30,8	29,9	30,5	31
B1	30,8	30,8	30,3	31,1	31,1	30,7	30,8	31,2	31,5	29,6	30,2	31,2
B2	31,3	31,5	30,6	30,9	30,9	30,8	30,8	31,4	31,8	29,4	30,3	31
B3	31,6	31,6	31,3	31,6	31,4	29,8	29,9	30,1	30,5	29,7	30	31,2
B4	31,3	31,6	30,6	31,8	31,8	31	31,1	31,6	31,9	29,8	30,2	31,2
B5	30,5	30,2	30,4	29,9	29,7	28,9	29,3	30,4	30,8	29,5	30,3	30,7

*Lanjutan Suhu*

Reaktor \ Hari	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
A1	28,7	29,3	30,3	29	30,6	30,4	29,5	29,5	29,5	29,3	29,9	30,6
A2	28,6	29,4	30,6	29,9	31,2	30,6	30,5	30,3	30,1	30,1	30,9	30,9
A3	28,8	29,5	30,1	29,6	32,1	30,8	30,6	30,3	30,1	30	30,5	30,7
A4	28,4	29,1	30,1	29,8	31,2	30,2	30,1	29,9	29,8	29,1	29,2	30,5
A5	28,9	29,1	30,4	29,3	30,8	30,6	30,3	30,5	30,6	29,4	29,5	30,7
B1	28,1	29,9	30,1	29,7	31,1	30,9	29,9	29,9	29,8	29,3	29,8	30,7
B2	28,5	29,3	29,9	29,8	30,5	30,3	30,3	30,1	29,8	29,6	30,1	30,8
B3	28,6	29	29,9	29,8	31,1	30	29,7	29,7	29,7	29,2	29,4	29,9
B4	28,2	29,2	30,1	29,1	31,4	30,2	30,3	30,1	29,9	29,4	30,1	29,8
B5	28,2	29,7	30,2	29,3	29,8	29,7	29,5	29,7	29,9	29,3	29,8	31

*Lanjutan Suhu*

Reaktor \ Hari	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
A1	30,5	30,9	29,6	30,8	29,9	29,1	30,3	29,8	29,7	30,6	29,4	29,4
A2	30,3	31,2	29,8	30,9	29,7	29,6	31,1	29,9	29,8	30,5	29,7	29,5
A3	30,4	30,9	30	30,8	29,6	29,3	30,2	29,7	29,5	30,8	29,9	29,9
A4	29,5	30,6	30,3	30,2	29,1	29,3	30,2	29,4	29,5	30,7	29,9	29,4
A5	30,2	30,5	30,3	30,6	30,6	29,6	30,6	29,6	29,7	30,1	30,1	29,8
B1	30,4	30,5	29,9	30,7	30	29,7	30,1	29,5	29,3	30,1	29,4	29,4
B2	29,6	30,5	29,7	30,3	29,8	30,5	30,4	29,3	29,1	30,5	29,5	29,7
B3	29,3	30,2	29,5	30,5	29,6	29,5	30,1	29,6	29,5	30,3	29,4	29,6
B4	30,3	30,2	29,3	30,6	29,6	29,2	30,2	29,4	29,3	30,5	29,6	29,5
B5	30,2	30,6	30,4	30,8	30,2	29,7	30,2	29,3	29,1	30,3	29,4	29,4

### 9. TKN (%)

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40
A1	0,26	0,51	0,65	0,63	1,01	0,72	0,63
A2	0,46	1,53	0,85	0,68	0,98	1,44	0,58
A3	0,32	1,61	1,1	0,92	1,59	1,23	0,79
A4	0,42	1	1,59	1,2	1,87	2,9	1,23
A5	0,5	2,33	1,87	2,62	3,5	2,32	1,4
B1	0,3	0,46	0,42	0,62	0,58	0,83	0,42
B2	0,31	0,98	0,72	0,78	0,81	1,26	0,34
B3	0,42	0,58	0,85	1,13	1,5	1,42	0,63
B4	0,38	1,25	0,87	1,54	1,7	1,2	0,94
B5	0,5	2,78	1,83	2,55	3,4	2,99	1,08

### 10. Total Nitrogen (%)

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40
A1	0,27	0,53	0,67	0,70	1,05	0,86	0,68
A2	0,47	1,55	0,88	0,79	1,02	1,53	0,67
A3	0,32	1,63	1,14	0,99	1,64	1,32	0,88
A4	0,43	1,03	1,65	1,26	1,92	3,00	1,35
A5	0,50	2,34	1,91	2,68	3,61	2,42	1,54
B1	0,31	0,47	0,46	0,72	0,63	0,89	0,48
B2	0,32	1,00	0,79	0,84	0,85	1,33	0,41
B3	0,43	0,59	0,91	1,17	1,57	1,60	0,69
B4	0,39	1,26	0,98	1,60	1,75	1,32	1,04
B5	0,50	2,79	1,92	2,59	3,42	3,12	1,16

11. C/N

Reaktor \ Hari	0	6	12	18	24	30	40
A1	192,4	85,8	68,7	55,0	50,4	63,2	38,3
A2	117,8	29,8	45,9	52,0	40,6	32,2	37,1
A3	100,7	22,2	38,4	39,7	19,0	25,1	13,5
A4	129,3	58,7	24,7	29,0	18,6	15,0	7,6
A5	59,5	17,1	13,1	7,8	3,5	8,5	9,3
B1	195,5	99,3	95,9	58,4	94,8	54,1	56,3
B2	150,1	56,2	45,1	54,7	40,6	35,7	63,3
B3	113,0	67,5	43,4	34,8	19,9	28,5	25,9
B4	151,3	21,7	42,9	25,8	20,3	33,1	11,2
B5	62,4	10,3	7,2	9,4	4,4	8,3	13,0

## LAMPIRAN D DOKUMENTASI SELAMA PENELITIAN

a. Pengumpulan dan pencacahan sampah popok



b. Pengumpulan, pencacahan dan pengeringan sampah sayur



c. Pencampuran sampah popok, sayur, urea dan EM4



d. Reaktor yang telah berisi sampel





e. Analisis C-Organik



Pemanasan

Titration



f. Analisis Kadar Air, Total Solid dan Volatile Solid



Sampel di oven



Sampel di furnace



g. Analisis Ammonia dan Nitrat



h. Analisis suhu dan pH



## LAMPIRAN E DOKUMENTASI HASIL PENGOMPOSAN

Reaktor A1

Berwarna agak kecoklatan dan bentuk serta ukuran masih sama seperti awal pengomposan



Reaktor A2

Berwarna kecoklatan.



Reaktor A3  
Berwarna kehitaman



Reaktor A4  
Berwarna kehitaman



Reaktor A5  
Berwarna hitam



Reaktor B1

Warna, ukuran dan bentuk masih sama seperti hari pertama pengomposan



Reaktor B2

Berwana kecoklatan



Reaktor B3

Berwarna kehitaman



Reaktor B4  
Berwarna kehitaman





Reaktor B5  
Berwarna kehitaman



**“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”**

**LAMPIRAN F**  
**HASIL ANALISIS ANOVA**

1. Kadar Air

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KadarAirA1B1	Between Groups	112,884	1	112,884	1,613	,220
	Within Groups	1260,022	18	70,001		
	Total	1372,906	19			
KadarAirA2B2	Between Groups	,131	1	,131	,002	,964
	Within Groups	1105,042	18	61,391		
	Total	1105,174	19			
KadarAirA3B3	Between Groups	2,346	1	2,346	,035	,853
	Within Groups	1196,225	18	66,457		
	Total	1198,571	19			
KadarAirA4B4	Between Groups	15,260	1	15,260	,164	,690
	Within Groups	1676,988	18	93,166		
	Total	1692,248	19			
KadarAirA5B5	Between Groups	24,931	1	24,931	,294	,594
	Within Groups	1527,294	18	84,850		
	Total	1552,225	19			

## 2. C-organik

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CorganikA1B1	Between Groups	11,045	1	11,045	,042	,841
	Within Groups	4226,080	16	264,130		
	Total	4237,125	17			
CorganikA2B2	Between Groups	3,827	1	3,827	,016	,901
	Within Groups	3797,216	16	237,326		
	Total	3801,043	17			
CorganikA3B3	Between Groups	81,920	1	81,920	,479	,499
	Within Groups	2735,858	16	170,991		
	Total	2817,778	17			
CorganikA4B4	Between Groups	29,134	1	29,134	,083	,776
	Within Groups	5584,491	16	349,031		
	Total	5613,625	17			
CorganikA5B5	Between Groups	2513,405	1	2513,405	,881	,362
	Within Groups	45628,178	16	2851,761		
	Total	48141,583	17			

### 3. Total Nitrogen

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TNA1B1	Between Groups	,046	1	,046	,935	,353
	Within Groups	,587	12	,049		
	Total	,632	13			
TNA2B2	Between Groups	,134	1	,134	,926	,355
	Within Groups	1,738	12	,145		
	Total	1,872	13			
TNA3B3	Between Groups	,066	1	,066	,304	,591
	Within Groups	2,595	12	,216		
	Total	2,661	13			
TNA4B4	Between Groups	,378	1	,378	,889	,364
	Within Groups	5,102	12	,425		
	Total	5,480	13			
TNA5B5	Between Groups	,018	1	,018	,017	,898
	Within Groups	12,557	12	1,046		
	Total	12,575	13			

#### 4. Rasio C/N

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CNA1B1	Between Groups	721,446	1	721,446	,280	,606
	Within Groups	30925,183	12	2577,099		
	Total	31646,629	13			
CNA2B2	Between Groups	582,435	1	582,435	,470	,506
	Within Groups	14859,069	12	1238,256		
	Total	15441,504	13			
CNA3B3	Between Groups	394,321	1	394,321	,402	,538
	Within Groups	11762,294	12	980,191		
	Total	12156,615	13			
CNA4B4	Between Groups	39,111	1	39,111	,019	,893
	Within Groups	24909,746	12	2075,812		
	Total	24948,857	13			
CNA5B5	Between Groups	1,031	1	1,031	,003	,960
	Within Groups	4727,909	12	393,992		
	Total	4728,940	13			

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis adalah Minar Saraswati Simamora yang lahir pada 22 tahun yang lalu di Sidikalang, 13 Juni 1996. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2002-2008 di SD Negeri 173593 Parsoburan. Kemudian dilanjutkan di SMP Kartini Parsoburan pada tahun 2008-2011, sedangkan pendidikan tingkat atas dilalui di SMA Negeri 2 Balige dari tahun 2011-2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, ITS, Surabaya pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 03211440000028.

Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia di berbagai kegiatan di jurusan maupun fakultas dan organisasi ITS, KMK. Selain itu, penulis aktif dalam kegiatan volunteer. Penulis juga pernah menjabat sebagai Sekretaris Persekutuan Doa Teknik Lingkungan HMTL 2016/2017. Berbagai pelatihan dan seminar di bidang Teknik Lingkungan telah banyak diikuti dalam rangka untuk pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi via email [minarsimamora44@gmail.com](mailto:minarsimamora44@gmail.com)