



TUGAS AKHIR - RE 184804

CO-DIGESTION SAMPAH MENGANDUNG LIGNOSELULOSA DAN LINDI PADA PROSES ANAEROBIK

ALYA SYIFA DESYANTI
0321144000010

DOSEN PEMBIMBING:
Dr. Ir. ELLINA SITEPU PANDEBESIE, MT.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RE 184804

CO-DIGESTION SAMPAH MENGANDUNG LIGNOSELULOSA DAN LINDI PADA PROSES ANAEROBIK

ALYA SYIFA DESYANTI
0321144000010

DOSEN PEMBIMBING:
Dr. Ir. ELLINA SITEPU PANDEBESIE, MT.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2019



FINAL PROJECT - RE 184804

CO-DIGESTION OF LIGNOSELULOSE GARBAGE AND LEACHATE WITH ANAEROBIC PROCESS

ALYA SYIFA DESYANTI
0321144000010

ADVISOR

Dr. Ir. ELLINA SITEPU PANDEBESIE, MT.

Department of Environmental Engineering
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**CO-DIGESTION SAMPAH MENGANDUNG
LIGNOSELULOSA DAN LINDI PADA PROSES
ANAEROBIK**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

ALYA SYIFA DESYANTI
NRP 03211440000010

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Ellina Sitepu Pandebesie, MT.
NIP. 195602041992032001



Co-Digestion Sampah Mengandung Lignoselulosa Dan Lindi Pada Proses Anaerobik

Nama Mahasiswa : Alya Syifa Desyanti
NRP : 0321144000010
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, M.T.

ABSTRAK

Komposisi utama sampah kota adalah berisi sampah organik. Salah satu sumber sampah organik adalah sisa buah-buahan dan sayuran yang banyak terdapat di pasar tradisional. Sampah organik berupa buah dan sayur mengandung lignoselulosa yang bisa dimanfaatkan sebagai biogas melalui proses anaerobik. Sampah di Surabaya ada sebagian yang diproses di Stasiun Peralihan Antara (SPA) dan dilakukan proses pemadatan sampah. Salah satu SPA yang ada di Surabaya adalah SPA Rangkah. Dari hasil pemadatan sampah tersebut dihasilkan lindi yang ditampung dalam bak penampung lindi. Lindi yang ditampung ini berpotensi untuk diolah dan dimanfaatkan lebih lanjut karena mengandung unsur hara yang berkadar tinggi.

Pemanfaatan kandungan organik yang tinggi pada lindi dapat dilakukan dengan metode anaerobik digester. Anaerobik digester dapat bekerja optimal apabila adanya pengadukan, dan nutrisi yang baik. Untuk memenuhinya diperlukan tambahan total solid yang didapatkan dari sampah yang mengandung lignoselulosa (co-digestion). Tahap yang penting dari proses anaerobik adalah tahap awal yaitu hidrolisis dimana pada tahap ini terjadi pemecahan senyawa organik kompleks/polimer menjadi monomer. Dalam penelitian ini, dilakukanlah tahapan awal yaitu pembuatan slurry sampah organik dengan pencacahan sebagai substrat untuk proses anaerobik dalam pengolahan lindi. Dengan adanya potensi co-digestion lindi dengan sampah organik untuk bahan baku biogas maka dilakukanlah penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan 8 reaktor dengan volume 6 L. Variasi perbandingan komposisi lindi dan sampah pasar adalah 100:0, 30:70, 50:50, 70:30. Proses dilakukan dalam waktu 30 hari. Hasil reaktor terbaik dengan efisiensi penurunan parameter total solid, volatile solid, BOD didapatkan pada reaktor dengan komposisi 30% air lindi dan 70% sampah dengan pengadukan.

Kata kunci: anaerobik, biogas, co-digestion, lignoselulosa, lindi, sampah organik.

CO-DIGESTION OF LIGNOSELULOSE GARBAGE AND LEACHATE WITH ANAEROBIC PROCESS

Student Name : Alya Syifa Desyanti
NRP : 0321144000010
Departement : Teknik Lingkungan
Supervisor : Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, M.T.

ABSTRACT

Main composition of municipal solid waste is organic waste. It consists of fruits and vegetables that often meet in traditional market. That organic wastes contain of lignoselulose that can be used as biogas through anaerobic process. In other side, Surabaya has transfer station that used to compact the municipal solid waste in certain region, from the compaction process leachate resulted and collected in special chamber. This leachate has potential to be used since it has many organic contents

Utilization of organic content in leachate can be done by anaerobic process with anaerobic digester method. Anaerobic digester can be optimal with mixing, and good nutrition, to obtain that needed a total solid addition from lignoselulose waste (co-digestion). The important step in anaerobic process is hydrolisis step which happen polimer changed to monomer. In this experiment, done with making slurry from organic waste for anaerobic digestion.

This experiment uses 8 reactors laboratorium size with 6 litres volume. The variation of composition of leachate organic waste is 100:0, 30:70, 50:50, 70:30 and the process in 30 days in total. The result, reactor with much efficiency decrease of parameter of total solid, volatile solid, BOD is reactor that contains 30% leachate and 70% organic waste.

Key words : anaerobic, biogas, co-digestion, leachate, lignoselulose, organic waste.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Rahman dan Rahim yang telah melimpahkan Taufiq dan Hidayah-Nya, laporan Tugas Akhir yang berjudul

“CO-DIGESTION SAMPAH MENGANDUNG LIGNOSELULOSA DAN LINDI PADA PROSES ANAEROBIK”

ini dapat penulis selesaikan dengan baik untuk menyelesaikan Pendidikan S1 Program Sarjana Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulisan Laporan Tugas Akhir dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan bimbingan dari pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Ellina Sitepu Pandebesie, MT. selaku Dosen Pembimbing.
2. Ibu Bieby Vojant Tangahu S.T., M.T., Ph.D. , Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST, MT., PhD , Bapak Welly Herumurti, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pengarah dan Penguji.
3. Bapak Adhi Yuniarto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan, FTSLK, ITS, Surabaya.
4. Bapak Welly Herumurti, S.T., M.Sc selaku koordinator tugas akhir Departemen Teknik Lingkungan, FTSP, ITS, Surabaya.
5. Keluarga penulis atas do'a dan supportnya.
6. Teman-teman Departemen Teknik Lingkungan, FTSLK, ITS angkatan 2014 (Envijoyo).

Penulisan laporan ini telah dikerjakan dengan maksimal namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juli 2019
Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Karakteristik Sampah Pasar	5
2.2 Pengertian dan Karakteristik Lindi	7
2.3 Stasiun Peralihan Antara (SPA) Rangkah	10
2.4 Alternatif Bahan Bakar Biogas	12
2.5 Digester Anaerobik	13
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Anerobik Digester	15
2.7 Proses yang Terjadi di Dalam Anerobik Digester	17
2.8 Penelitian Terdahulu	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Kerangka Penelitian	21
3.2 Pengambilan Sampel dan Perlakuan Sebelum Pengujian	23

3.4	Persiapan Alat dan Bahan serta Pembuatan Reaktor.....	24
3.5	Variabel Penelitian	25
3.6	Analisa Data dan Pembahasan	25
BAB 4 PEMBAHASAN.....		27
4.1	Karakteristik Bahan Baku	27
4.2	Kondisi Operasi pada reaktor	28
4.2.1	Kondisi Suhu pada Reaktor	28
4.2.2	Kondisi pH pada Reaktor	30
4.3	Pengaruh Rasio Jumlah sampah sayur dan lindi	33
4.4	Penurunan Total Solid	33
4.5	Penurunan Volatil Solid	35
4.6	Penurunan kandungan C organik	36
4.7	Penurunan BOD	39
4.8	Total Kjeldahl Nitrogen (TKN).....	39
4.9	Penurunan Rasio C/N.....	40
4.10	Nilai NH ₃ -N	42
4.11	Perbandingan Hasil per Parameter	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....		47
LAMPIRAN PROSEDUR ANALISIS		51
Lampiran Hasil Analisis.....		71
Lampiran Persen Removal Tiap Parameter.....		74
Lampiran Hasil Uji SPSS		76
Lampiran Dokumentasi		86
BIOGRAFI PENULIS		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Anaerobik Digester	15
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	23
Gambar 3.2 Reaktor Biogas	24
Gambar 4.1 Suhu pada reaktor	29
Gambar 4.2 Perbandingan suhu pada reaktor Dengan dan Tanpa Pengadukan.....	30
Gambar 4.3 Nilai pH pada reaktor.....	31
Gambar 4.4 Perbandingan Nilai pH pada reaktor Dengan Dan Tanpa Pengadukan.....	32
Gambar 4.5 Nilai TS	34
Gambar 4.6 Nilai TVS	35
Gambar 4.7 Nilai C-Organik	37
Gambar 4.8 Kurva linearitas C Organik.....	38
Gambar 4.9 Nilai BOD	39
Gambar 4.10 Nilai TKN Hari ke 30	40
Gambar 4.11 Nilai Rasio C/N	41
Gambar 4.12 Nilai N (mg/L NH-3)	43

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Sampah Pasar	5
Tabel 2.2 Komposisi Sampah Pasar	6
Tabel 2.3 Polutan dalam air lindi	7
Tabel 2.4 Karakteristik Lindi Berdasarkan Usia TPA	9
Tabel 2.5 Baku Mutu Lindi	10
Tabel 2.6 Fasilitas di SPA Rangkah	11
Tabel 2.7 Klasifikasi Anaerobic Digestion	13
Tabel 3.1 Daftar Komposisi Bahan	23
Tabel 3.2 Parameter uji penelitian	25
Tabel 4.1 Karakteristik Air Lindi dan Slurry yang telah dianalisis.....	27

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Prosedur Analisis.....	51
Lampiran Hasil Analisis	71
Lampiran Persen Removal	74
Lampiran Hasil Uji SPSS.....	76
Lampiran Dokumentasi.....	86

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sampah kota di Indonesia menjadi masalah aktual seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang berdampak pada banyaknya jumlah sampah. (Mahyudin, 2017). Komposisi utama sampah kota adalah berisi sampah organik. Salah satu sumber sampah organik adalah sisa buah-buahan dan sayuran yang banyak terdapat di pasar tradisional (Prasetyo, 2010). Sampah organik berupa buah dan sayur mengandung pati, hemiselulosa, selulosa yang bisa dimanfaatkan sebagai biogas melalui fermentasi anaerobik (Anisah *et al.*, 2014). Jenis sampah ini dapat dijadikan sebagai substrat untuk menghasilkan biogas melalui proses anaerobik karena memiliki tingkat kelembaban dan biodegradabilitas yang tinggi (Wu *et al.*, 2016).

Sampah pasar di Surabaya ada sebagian yang diproses di Stasiun Peralihan Antara (SPA) dan dilakukan proses pemadatan sampah. Salah satu SPA yang ada di Surabaya adalah SPA Rangkah. Dari hasil pemadatan sampah tersebut dihasilkan lindi yang ditampung dalam bak penampung lindi. Lindi yang ditampung ini berpotensi untuk diolah dan dimanfaatkan lebih lanjut karena mengandung unsur hara yang berkadar tinggi (Dimiati *et al.*, 2017). Lindi merupakan limbah cair yang timbul akibat masuknya air ke dalam timbunan sampah dan bersifat melarutkan unsur unsur kimiawi terlarut termasuk materi organik hasil dekomposisi (Tchobanoglaus *et al.*, 1993).

Penyisihan material organik lindi, berdasarkan COD, BOD, dan ammonium yang biasa dilakukan dengan proses biologis menggunakan sistem aerob maupun anaerob. Hasil karakteristik lindi SPA Rangkah yang dilakukan oleh Dimiati pada tahun 2017 menyatakan bahwa kandungan BOD (500 mg/L), COD (1920 mg/L), Amonium Nitrogen (60 mg/L), dan Nitrat Nitrogen (5,028 mg/L).

Pemanfaatan kandungan organik yang tinggi pada lindi dapat dilakukan dengan metode anaerobik digester. Anaerobik

digester dapat bekerja optimal apabila adanya pengadukan, dan C/N rasio yang baik. Rasio C/N Untuk memenuhi rasio C/N pada proses anerobik, diperlukan tambahan total solid yang didapatkan dari ampas hasil fermentasi sampah sayur. Menurut penelitian (Tanimu *et al*, 2014), rasio C/N yang baik untuk digesti anaerobik bernilai 30. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Kawai, *et al*, 2012), rasio C/N lindi bernilai rendah yakni 0,75. Oleh karena itu, penambahan sampah sayur/proses *co-digesting* dilakukan untuk menaikkan rasio C/N. Rasio C/N sampah pasar menurut Tchobanoglous bernilai 34.8 dan bisa digunakan untuk *co-substrat* dalam pengolahan lindi (proses *co-digestion*). Penelitian yang telah dilakukan oleh (Cuetos *et al*, 2008), menyatakan bahwa *co-digestion* dapat meningkatkan rasio C/N.

Tahap yang terjadi di dalam proses anaerobik meliputi empat tahapan yaitu tahap hidrolisis, tahap asidogenesis, tahap asetogenesis, dan tahap metanogenesis. (Kothari, *et al* 2014). Tahap yang penting dari proses anaerobik adalah tahap awal yaitu hidrolisis dimana pada tahap ini terjadi pemecahan senyawa organik kompleks/polimer menjadi monomer. Dalam penelitian ini, dilakukanlah tahapan awal yaitu fermentasi sampah sayur sebagai substrat untuk proses anaerobik dalam pengolahan lindi dengan tambahan mikroorganisme. Disisi lain seiring dengan pertumbuhan penduduk, pengembangan wilayah, dan pembangunan dari tahun ke tahun, kebutuhan akan pemenuhan bahan bakar secara nasional pun semakin besar. Dengan adanya potensi *co-digestion* lindi dengan sampah sayur untuk bahan baku biogas maka dilakukanlah penelitian ini. Penelitian ini mengkaji pembentukan biogas dari pengolahan lindi dengan memberikan variabel berupa frekuensi pengadukan dan komposisi bahan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan komposisi sampah yang mengandung lignoselulosa dalam pengolahan lindi dengan proses anaerobik?
2. Bagaimana pengaruh pengadukan pada proses pembentukan biogas?

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Menentukan komposisi sampah yang mengandung lignoselulosa dalam pengolahan lindi dengan proses anaerobik
2. Menentukan pengaruh pengadukan pada proses pembentukan biogas.

1.4 Manfaat

1. Memberikan sumbangan penelitian di dalam mengembangkan biogas sebagai bahan bakar alternatif skala laboratorium.
2. Sebagai rujukan untuk penelitian berikutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Bahan utama pembuatan biogas adalah lindi dari Stasiun Peralihan Antara (SPA) Rangkah Surabaya dan sampah sayur.
2. Teknik pembuatan biogas adalah dengan metode anaerobik.
3. Variabel dalam penelitian ini adalah variasi komposisi sampah sayuran dan pengadukan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Sampah Pasar

Komposisi sampah di negara berkembang umumnya didominasi sampah organik seperti sayur dan buah. Sampah pasar umumnya juga komposisi terbanyak adalah sampah organik berupa sayuran dan buah, jenis sampah ini dapat dijadikan sebagai substrat untuk menghasilkan biogas melalui *Anaerobic Digestion* (AD) karena memiliki tingkat kelembaban dan biodegradabilitas yang tinggi (Wu *et al.*, 2016). Rasio C/N sampah pasar menurut Tchobanoglous *et al* bernilai 34.8 dan bisa digunakan untuk co-substrat dalam pengolahan lindi (proses *co-digestion*). Penelitian yang telah dilakukan oleh Cuertos *et al*, menyatakan bahwa *co-digestion* dapat meningkatkan rasio C/N dan mengurangi konsentrasi nitrogen.

Karakteristik sampah organik menurut sifatnya dibagi menjadi tiga yakni karakteristik fisik yang mencakup densitas, kadar air, kadar volatil, kadar abu, nilai kalor, distribusi ukuran, *field capacity*, dan permeabilitas kompaksi sampah (Tchobanoglous *et al.*, 1993) dan karakteristik biologi yang diukur dari tingkat biodegradabilitas yaitu kemampuan sampah untuk diuraikan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, dan karakteristik kimia yang menggambarkan susunan kimia sampah tersebut yang terdiri dari C, H, O, N, P dan S. Karakteristik sampah pasar dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Sampah Pasar

Karakteristik	Sampah Pasar
Total solid (TS)	9,51% (a,b)7,94%(c)
Volatil solid (VS)	9,48%(a,b) 9,390%(c)
Selulosa	40%-50% (a,b) 37,2%TS+ -0,9
Lignin	15%-30% (a,b) 6,9%(c)
pH	4,18-5,3 (a,b) 5,6(c)
Total karbon (TC)	29,65% (a,b)

Karakteristik	Sampah Pasar
	52,17%(c)
Total nitrogen (TN)	1,57% (a,b) 1,58%(c)
C/N	18,88 (a,b) 32,81(c)
Kadar air	90,49%

Sumber: (a)Shin *et al.*,(2015)

(b)Srinivasan *et al.*,(2014)

(c)Abdullah dan Pandebesie (2017)

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa karakteristik sampah pasar berupa sayuran sesuai dengan kondisi optimum operasional AD misalnya konsentrasi VS yang tinggi. Namun, sampah sayur memiliki nilai pH yang rendah (4,18-5,3) dan perbandingan C/N di luar rentang optimum operasional AD. Permasalahan pH dan C/N yang tidak optimum dapat diatasi dengan alternatif pencampuran *cosubstrat*. Pencampuran substrat juga meningkatkan laju produksi metana dan mengurangi biaya pengolahan (Zhang *et al.*, 2016). Karakteristik substrat sangat penting untuk diketahui karena akan mempengaruhi operasional reaktor. Berdasarkan jenis sampahnya, komposisi sampah pasar tertera pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Sampah Pasar

No	Komponen	Persentase
1	Sisa sayuran dan makanan	89,14%
2	Plastik	4,49%
3	Kertas	3,33%
4	Kayu	1,23%
5	Kain	0,37%
6	Kaca	0,27%
7	Logam	0,42%
8	lain-lain	0,76%
	Total	100%

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

2.2 Pengertian dan Karakteristik Lindi

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, Lindi adalah cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk materi organik hasil proses dekomposisi secara biologi.

Umumnya, timbulan lindi dipengaruhi oleh perubahan musim. Saat musim hujan, volume lindi yang dihasilkan banyak sedangkan saat musim kemarau, volume lindi yang timbul sedikit. Pada saat presipitasi air hujan, air akan masuk ke dalam timbunan sampah melalui proses infiltrasi. Air yang masuk di tanah akan melalui proses perkolasi yaitu melewati lapisan tanah dan sampah. Sebagian air hujan hanya akan menjadi limpasan (*surface runoff*), sebagian yang lain akan mengalami evapotransporasi kembali ke atmosfer dalam wujud gas. Apabila air yang mengalami perkolasi lebih besar dibandingkan dengan yang mengalami evapotranspirasi untuk waktu yang lama, maka jumlah air yang mampu ditampung oleh timbunan sampah (*field capacity*) akan terlampaui. Akibatnya air yang tertampung di dalam timbunan sampah akan lolos dan mengalir secara gravitasi ke dalam tanah atau saluran. (Worrell dan Vesilind, 2010)

Lindi memiliki nilai *Chemical Oxygen Demand* / COD, pH, nitrogen amonia dan logam berat yang tinggi serta memiliki warna pekat dan bau yang menyengat (Reghab *et al*, 2012). Secara umum, komponen lindi dikelompokkan menjadi tiga penyusun utama yang terdiri dari senyawa organik, senyawa anorganik, dan komponen senyawa organik xenobiotik. Kelompok polutan di dalam lindi dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Polutan dalam air lindi

Kelompok Polutan Lindi	Komponen
1.Senyawa organik	Asam, alkohol, aldehida dan biasa dikualifikasikan sebagai COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>), BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>), DOC (<i>Dissolved Organic Carbon</i>), asam

Kelompok Polutan Lindi	Komponen
	lemak volatile, dan humus.
2.Senyawa anorganik	Sulfat, klorida, amonium, kalsium, magnesium, natrium, kalium, hidrogen karbonat, besi, mangan dan logam berat seperti timbal, nikel, tembaga, kadmium, kromium dan zink.
3.Senyawa organik xenobiotika (tidak terjadi secara alami di alam)	Hidrokarbon aromatik, fenol, alifatik terklorinasi, pestisida dan plastik termasuk PCB, dioksin, PAH, dll.

Sumber:(Lee *et al*, 2010)

Bahan pencemar yang terkandung di dalam lindi dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia serta mencemari lingkungan, baik pencemaran tanah, air permukaan maupun air tanah. Pengaruh lindi yang banyak dirasakan oleh masyarakat adalah perubahan warna, kekeruhan badan air atau akibat keberadaan lindi itu sendiri. Selain itu, adanya air hujan juga dapat mengakibatkan masuknya lindi ke badan air atau air tanah.

Lindi yang berasal dari TPA dengan komposisi sampah perkotaan memiliki karakteristik yang relatif sama, yaitu memiliki kandungan organik *biodegradable* rendah yang ditunjukkan oleh nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *5-day Biological Oxygen Demand* (BOD₅). Nilai *biodegradability* lindi dengan rasio BOD₅/COD mencapai nilai dibawah 0.3. Hal ini mengakibatkan efluen pengolahan biologis lindi selalu mengandung total nitrogen dalam konsentrasi tinggi, terutama nitrat (Lee *et al.*, 2010). Kuantitas timbulan lindi dipengaruhi oleh faktor curah hujan, aliran permukaan, infiltrasi, evaporasi, transpirasi, suhu, komposisi sampah, kelembapan, kedalaman dan ketinggian tumpukan sampah di TPA. Kualitas lindi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut (Riansyah dan Wesen, 2012) :

1. Komposisi material sampah padat
2. Musim
3. Suhu dan kelembapan
4. Teknis operasional pengelolaan lindi

5. Umur timbunan sampah di TPA

Lindi TPA dikelompokkan menjadi tiga kelompok utama berdasarkan usia TPA, yaitu muda (kurang dari 5 tahun), intermediet (5-10 tahun), dan tua atau stabil (lebih dari 10 tahun). Tipikal konsentrasi kimia masing-masing kelompok lindi dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Karakteristik Lindi Berdasarkan Usia TPA

Parameter	Muda (<5 tahun)	Intermediate (5-10 tahun)	Tua (>10 tahun)
pH	6.5	6.5-7.5	> 7.5
COD (mg/L)	> 10.000	4000-10.000	< 4000
BOD ₅ /COD	> 0.3	0.1-0.3	< 0.1
Senyawa organik	80% asam lemak volatil (VFA)	5-30% VFA + asam fulvat dan humat	asam fulvat dan humat
Logam berat	rendah-medium	Rendah	Rendah
Biodegradability	Tinggi	medium	Rendah

Sumber : Bhalla *et al.*, 2013

Seiring meningkatnya usia TPA, kandungan organik (COD) pada lindi akan semakin berkurang, sedangkan konsentrasi amonium nitrogen akan semakin meningkat. Beberapa parameter uji yang dapat digunakan untuk karakteristik lindi antara lain adalah pH, warna, kekeruhan, TSS (*Total Suspended Solid*), VSS (*Volatile Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), TKN (*Total Kjeldahl Nitrogen*), NH₃-N (amonia-nitrogen), NO₃-N (nitrat-nitrogen), NO₂-N (nitrit-nitrogen), PO₄⁻ (fosfat), fenol, dan logam (Zn, Cu, Mn, Cr, Pb dan Fe) (Aljumriana, 2015).

Peraturan mengenai baku mutu kualitas lindi yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air diatur di Indonesia sudah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Hasil karakteristik lindi SPA Rangkah yang dilakukan oleh Dimiati pada tahun 2017 menyatakan bahwa kandungan BOD (500 mg/L),

COD (1920 mg/L), Amonium Nitrogen (60 mg/L), dan Nitrat Nitrogen (5,028 mg/L), terlihat bahwa kualitas lindi masih jauh di atas baku mutu yang diperbolehkan. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan lindi lebih lanjut untuk memenuhi baku mutu.

Tabel 2.5 Baku Mutu Lindi

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
Ph	6-9	-
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup, 2016)

2.3 Stasiun Peralihan Antara (SPA) Rangkah

Stasiun Peralihan Antara (SPA) persampahan adalah sarana pemindahan sampah dari alat angkut kecil ke alat angkut lebih besar dan diperlukan untuk kabupaten/kota yang memiliki lokasi TPA dengan jarak lebih dari 25 km yang dapat dilengkapi dengan fasilitas pengolahan sampah.

SPA di Kota Surabaya terdiri atas dua lokasi, salah satunya berada di wilayah Surabaya Timur, yakni berbatasan dengan Kecamatan Tambaksari. Sistem Pengelolaan SPA Rangkah Kondisi Eksisting SPA Rangkah mulai beroperasi pada Mei tahun 2012 hingga sekarang. SPA Rangkah berada di jalan Kenjeran, Surabaya Timur. Keberadaan SPA Rangkah ini berada di perbatasan dua kecamatan, yakni Tambaksari dan Simokerto. SPA Rangkah melayani empat kelurahan dari Kecamatan Tambaksari, yakni Kelurahan Gading, Kelurahan Rangkah, Kelurahan Dukuh Setro, dan Kelurahan Kapasmadya Baru. Sarana dan prasarana di SPA terdiri atas fasilitas utama, fasilitas perlindungan lingkungan, dan fasilitas pendukung. Untuk detail dan ketersediaan dari masing-masing fasilitas di SPA dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Fasilitas di SPA Rangkah

No.	Fasilitas	Keterangan
1.	Fasilitas Utama	√
	Area transfer sampah	-
	Unit pemilahan sampah	√
2.	Fasilitas Perlindungan Lingkungan	
	Area drainase	-
	Area penghimpunan	-
	Unit penanganan lindi	√
3.	Fasilitas Pendukung	
	Unit pencatatan data sampah	-
	Pos jaga	-
	Kantor pengelola	-
	Area parkir	√
	Rambu keselamatan	√
	Pintu masuk	√
	Pagar keliling	√
	Papan nama	√
	Instalasi air bersih	-
	Toilet	√
	Truk pengangkut sampah hasil pemadatan	√
	Gudang B3 rumah tangga	-

Jenis sampah yang ditangani oleh SPA Rangkah adalah sampah rumah tangga yang diperbolehkan masih dalam keadaan tercampur. Sampah yang ditangani oleh SPA tidak dipilah, karena proses pemilahan sampah, yang diatur dalam ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum (2013), tidak tersedia. Selain itu, sampah jenis Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) rumah tangga juga tidak dipisahkan. Sampah yang ditangani berasal dari sumber masuk menggunakan gerobak.

Keberadaan SPA sebagai salah satu sistem pengolahan sampah dapat juga menimbulkan dampak lingkungan negatif, selain dampak positifnya dapat menurunkan kebutuhan pengangkutan sampah ke TPA, sehingga emisi gas yang dihasilkan juga dapat dikurangi. Dalam ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum (2013), SPA disyaratkan minimal menyediakan bak penampung lindi.

Volume bak disesuaikan dengan kapasitas lindi yang dihasilkan dari proses pengolahan (pemadatan). Lindi yang ditampung kemudian harus ditangani secara berkala melalui penyedotan dan dibawa ke TPA atau Instalasi Pengolahan Lindi (IPL). Lindi yang dihasilkan dari proses pemadatan sampah di SPA Rangkah saat ini ditampung dalam bak penampung lindi dan dilakukan proses penyedotan lindi secara berkala oleh petugas Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Kota Surabaya.

2.4 Alternatif Bahan Bakar Biogas

Energi adalah kebutuhan vital bagi perkembangan sosial dan ekonomi. Dengan semakin tingginya pertumbuhan global, maka semakin tinggi pula kebutuhan energi. Saat ini, penggunaan energi berbahan fosil semakin dikurangi karena berhubungan dengan perubahan iklim dan emisi karbon, cara yang digunakan untuk mengurangi ketergantungan bahan baku fosil adalah dengan mengurangi konsumsi energi serta yang kedua adalah dengan menggunakan sumber energi terbarukan. (Banos *et al*, 2011)

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang secara kontinu tersedia di alam. Energi terbarukan ini tidak termasuk sumber daya turunan dari fosil. Teknologi tepat guna digunakan untuk mengubah sumber daya alam diubah ke dalam bentuk energi listrik, bahan bakar cair, energi panas/biogas.(Ellabban *et al*, 2014). Biogas merupakan campuran gas yang umumnya terdiri dari hidrokarbon (metana) dan karbondioksida serta menjadi bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui. Seperti yang kita ketahui, bahan bakar minyak termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, hal ini memicu kekhawatiran terhadap ketersediaan sumber bahan bakar, maka perlulah dicari sebuah alternatif salah satunya menggunakan biogas. (Abdulkareem, 2005)

Teknologi biogas sebenarnya bukan sesuatu hal yang baru. Berbagai negara telah mengaplikasikan teknologi ini sejak puluhan tahun yang lalu seperti petani di Inggris, Rusia, dan Amerika Serikat. Sementara itu di Benua Asia, India merupakan negara pelopor dan pengguna biogas sejak tahun 1900 semasa masih dijajah oleh Inggris, negara tersebut mempunyai lembaga khusus yang meneliti pemanfaatan biomassa limbah kotoran ternak yang

disebut *Agricultural Research Instutey* dan *Gobar Gas Research Station*, lembaga tersebut pada tahun 1980 sudah mampu membangun instalasi biogas sebanyak 36.000 unit. Selain negara-negara tersebut di atas, Taiwan, Cina, Korea juga telah memanfaatkan kotoran ternak sebagai bahan baku pembuatan biogas (Sanjaya *et al.*, 2015). Biomassa dapat dikonversi menjadi bioenergi melalui proses termokimia, dan biokimia. Di dalamnya termasuk proses pembakaran, pirolisis, gasifikasi dan digesti anaerobik (Ellabban *et al.*, 2014).

2.5 Digester Anaerobik

Pengendalian secara biologis dapat dilakukan dengan proses aerob dan anaerob. Proses anaerob mampu merombak senyawa organik yang terkandung dalam limbah sampai batas tertentu yang dilanjutkan dengan proses aerob secara alami atau dengan bantuan mekanik. Perombakan senyawa organik tersebut akan menghasilkan gas metana, karbon dioksida yang merupakan hasil kerja dari mikroba asetogenik dan metanogenik. Berbagai sistem dan jenis air buangan telah dikembangkan dan diteliti, yang semuanya bertujuan untuk memberi perlindungan terhadap lingkungan dan dari beberapa penelitian tersebut diketahui bahwa proses anaerobik memberikan hasil yang lebih baik untuk mengolah limbah dengan kadar COD yang lebih tinggi (Manurung, 2004).

Anaerobic Digestion (AD) merupakan proses biologis yang mengkonversi kandungan organik menjadi biogas dengan komposisi metana dan CO₂ sebagai hasil utama (Metcalf dan Eddy, 2014). AD merupakan teknologi yang dapat mengolah kandungan organik tinggi yang berasal dari limbah bervariasi dan dapat diklasifikasikan berdasarkan total padatan substrat, input substrat yang masuk ke dalam digester, tahapan reaktor, dan substrat yang digunakan. (Kothari *et al.*, 2014). Klasifikasi AD ditampilkan pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Klasifikasi Anaerobic Digestion

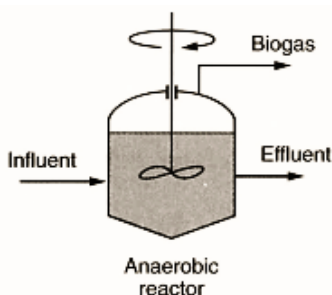
Jenis <i>Anaerobic Digestion</i>	Keterangan
Berdasarkan Total Solid	
Sistem Basah	Substrat organik berbentuk lumpur

Jenis Anaerobic Digestion	Keterangan
	dengan komposisi air yang tinggi dan memiliki konsentrasi padatan 10%-15%.
Sistem Kering	Substrat organik yang digunakan memiliki konsentrasi padatan 20%-40%.
Berdasarkan Sistem Input Substrat	
Proses Batch	Sistem input dilakukan dengan memasukkan substrat kemudian ditutup dan dibiarkan sesuai waktu retensi hingga proses degradasi terjadi. Selanjutnya reaktor AD dikosongkan kembali dan diisi dengan material organik yang baru.
Proses Kontinu	Sistem input dilakukan secara berkelanjutan sehingga material yang telah didegradasi akan dikeluarkan secara berkelanjutan juga
Berdasarkan Jumlah Tahapan	
Satu tahap	Seluruh proses degradasi kandungan organik terjadi di satu digester
Multi tahap	Proses degradasi terdiri dari beberapa reaktor. Umumnya memisahkan tahapan asetogenesis dan metanogenesis
Berdasarkan Jumlah Substrat Yang Digunakan	
<i>Co-digestion</i>	Material organik yang digunakan adalah campuran dari beberapa substrat misalkan limbah sayuran dan feses sapi. Tujuan dari penggabungan substrat adalah untuk mengatur rasio C/N sehingga optimum dalam meningkatkan produksi biogas.

Sumber: (Kothari *et al*, 2014)

Teknologi AD banyak digunakan untuk pengolahan lumpur dari Instalasi pengolahan air limbah, atau limbah lainnya. Dalam prosesnya, AD menggunakan bakteri untuk memecah material yang dapat dibiodegradasi menjadi biogas yang banyak mengandung gas

metana.(Bridgemen, J, 2012). AD dapat diklasifikasikan menjadi *mono-digestion* dengan satu substrat serta *co-digestion* yang menggunakan lebih dari satu substrat. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Zhang, *co-digestion* memiliki produksi biogas yang lebih stabil. (Zhang *et al*, 2016). Pengolahan secara anaerobik telah banyak digunakan untuk mengolah limbah, salah satu teknologi pengolahan secara anaerobik adalah *Continuously stirred tank anaerobic reactor* (ANCSTR).



Gambar 2. 1 Skema Anaerobik Digester (Metcalf dan Eddy, 2014)

Sistem ini menggunakan biomassa anaerobik tersuspensi, dengan waktu detensi dalam reaktor adalah sama dengan nilai *Solid retention time* (SRT) yang berkisar antara 15 sampai 30 hari. Teknologi ini menghasilkan COD tipikal kurang dari 4 kg/m³ hari. (Metcalf dan Eddy, 2014).

2.6 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Anerobik Digester

Dalam menyiapkan proses anaerobik, terdapat tiga langkah/faktor yang perlu dipersiapkan dan diperhatikan. Langkah pertama adalah persiapan fraksi organik termasuk di dalamnya pencacahan bahan-bahan seperti sampah sayuran, Langkah kedua ialah penambahan nutrient dan pengaturan kelembaban, pengadukan, pengaturah pH dan temperatur. Anaerobik digester umumnya diperlakukan dalam reaktor beraliran kontinu untuk pengadukan bahan secara sempurna. Pengadukan yang sesuai adalah hal yang penting dalam perencanaan dan operasi sistem anaerobik digester. (Tchobanoglauset *al*, 1993)

Tujuan utama pengadukan di AD adalah untuk meningkatkan uniformitas materi di dalam digester secara fisik, kimia, dan biologi serta untuk mengurangi deposisi partikel grit/pasir (Bridgemen, J, 2012). Pengadukan juga berperan penting dalam distribusi nutrient, penyuplaian nutrien untuk mikroorganisme, pengurangan inhibitor, dan pengaturan pH dalam reaktor AD (Zhang *et al*, 2016). Di dalam fermentasi anaerobik khususnya pada pembuatan biogas, pengadukan merupakan parameter penting. Pengadukan mempengaruhi kehidupan mikroba, karena terdapat pencampuran kembali atau menjadikan substrat dalam bioreaktor menjadi homogen. Proses yang tidak terdapat sistem pengadukan menyebabkan mikroba kurang optimal dalam mendapatkan nutrisi atau makanan saat aktifitas mikroba yang berlangsung menghasilkan gas metan. (Yuwono dan Soehartanto, 2013).

Menurut penelitian Abdullah dan Pandebesie (2017), frekuensi pengadukan 8 kali sehari menghasilkan biogas lebih baik dibandingkan frekuensi pengadukan 4 kali sehari. Mengacu pada penelitian tersebut, diharapkan dengan semakin sering frekuensi pengadukan, semakin besar pula biogas yang terbentuk.

Pada sistem *co-digestion*, kemampuan kerja reaktor tidak hanya dipengaruhi oleh jenis substrat, rasio bahan, *organic loading rate*, dan *hydraulic retention time*, namun juga dipengaruhi oleh mode pengadukan dan kondisi pengadukan. Penelitian Zhang Tahun 2016, menggunakan dua substrat untuk AD yaitu feses hewan ternak dan limbah jagung. Proses menggunakan mode sequencing dengan volume 8 L, dioperasikan selama 40 hari pada temperature mesofilik (35°C) dengan kecepatan 80 rpm. Percobaan ini dibedakan dengan pengadukan secara kontinu dan intermitten serta perbedaan rasio substrat hewan ternak dan jagung. Hasilnya, digester yang dioperasikan dengan pengadukan kontinu dengan rasio perbandingan substrat feses dan jagung (1:1, 1:2, 1:3, 1:4) menghasilkan pengurangan daya negatif dengan bertambahnya rasio jagung. Sedangkan pada pengadukan intermitten menghasilkan peningkatan daya. Kesimpulannya, rasio penambahan substrat bukan hanya mempengaruhi produksi biogas tapi juga kebutuhan daya pengadukan. Sehingga dalam perancangan desain

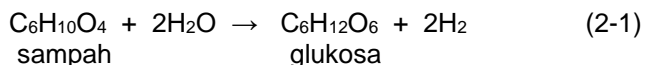
anaerobic co-digestion bukan hanya fokus pada produksi biogas namun juga konsumsi daya untuk mencapai positif net power produksi. (Zhang *et al*, 2016)

2.7 Proses yang Terjadi di Dalam Anerobik Digester

Beberapa tahap proses yang terjadi di Anaerobik Digester meliputi empat tahapan yaitu tahap hidrolisis, tahap asidogenesis, tahap asetogenesis, dan tahap metanogenesis. AD dioperasikan secara kontinu sehingga keseluruhan tahapan terjadi di dalam reaktor yang sama. (Kothari *et al*, 2014). Secara umum, AD memiliki empat tahap utama yaitu:

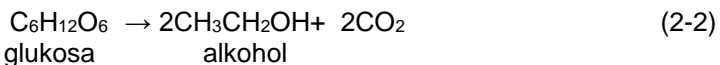
1. Tahap Hidrolisis

Pada tahap hidrolisis, terjadi reaksi hidrolisis yaitu pemecahan senyawa organik kompleks/polimer menjadi monomer (monomer gula, asam amino, dan asam lemak). Secara teoritis, senyawa kimia sampah organik adalah $C_6H_{10}O_4$ (Kothari, *et al* 2014). Reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis ditampilkan pada persamaan senyawa (2-1).



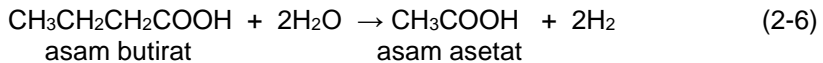
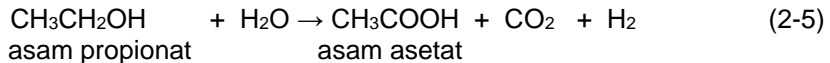
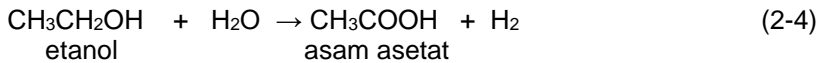
2. Tahap Asidogenesis

Tahap hidrolisis dilanjutkan oleh tahap pembentukan asam yang disebut tahap asidogenesis. Pada tahap asidifikasi, bakteri asidogenik akan mengubah produk hidrolisis menjadi senyawa organik yang lebih sederhana seperti rantai pendek asam volatil (contohnya *propionic*, *formic*, *lactic*, *butyric*, dan *succinic*), katones (contohnya: ethanol, methanol, gliserol, aseton), dan alkohol (Zeshan, 2012). Reaksi yang terjadi pada asidogenesis ditampilkan pada persamaan senyawa (2-2) dan (2-3).



3. Tahap Asetogenesis

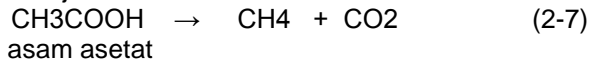
Tahap setelah asidogenesis biasa disebut tahap asetogenesis. Asetogenesis terjadi akibat fermentasi karbohidrat yang diproduksi menjadi H₂, CO₂, dan asam asetat. Selain itu, *volatile fatty acid* (VFA) yang terbentuk akan menjadi asetat atau propionat dan H₂. Dalam kondisi standar, keberadaan H₂ akan mengatasi permasalahan oksidasi yang terjadi dalam AD. Secara lengkap, reaksi yang terjadi pada tahap asetogenesis ditampilkan pada persamaan senyawa (2-4), (2-5), dan (2-6).



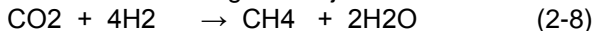
4. Tahap Metanogenesis

Tahap akhir dari proses AD adalah pembentukan metana dari material yang telah terbentuk di tahap sebelumnya. Pembentukan metana dapat terjadi dari metanol, asam asetat atau hidrogen, dan karbon dioksida. Proses metanogenesis dibantu oleh mikroorganisme metanogenik yang diklasifikasikan menjadi dua langkah:

1. Metanogen *acetoclastic* yang mengubah asam asetat menjadi metana dan CO₂.



2. Metanogen *hydrogenotropic* yang mengubah karbon dioksida dan hidrogen menjadi metana.



2.8 Penelitian Terdahulu Mengenai Pengolahan Lindi Dengan Proses Anaerobik

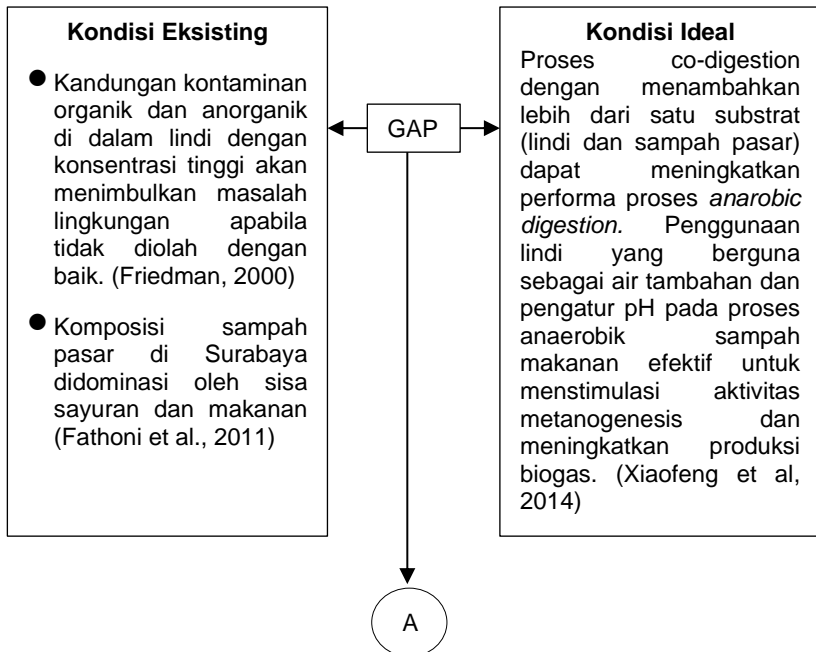
Pada Tahun 2014, Xiaofeng *et al* telah melakukan penelitian mengenai *anaerobic co-digestion* menggunakan sampah makanan yang terdiri dari nasi, dan sayur dan lindi dari TPA dalam fase reaktor batch. Proses *co-digestion* dengan menambahkan lebih dari satu substrat dapat meningkatkan performa proses dengan meningkatkan produksi biogas. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan lindi yang berguna sebagai air tambahan dan pengatur pH pada proses anaerobik sampah makanan efektif untuk menstimulasi aktivitas metanogenesis dan meningkatkan produksi biogas.

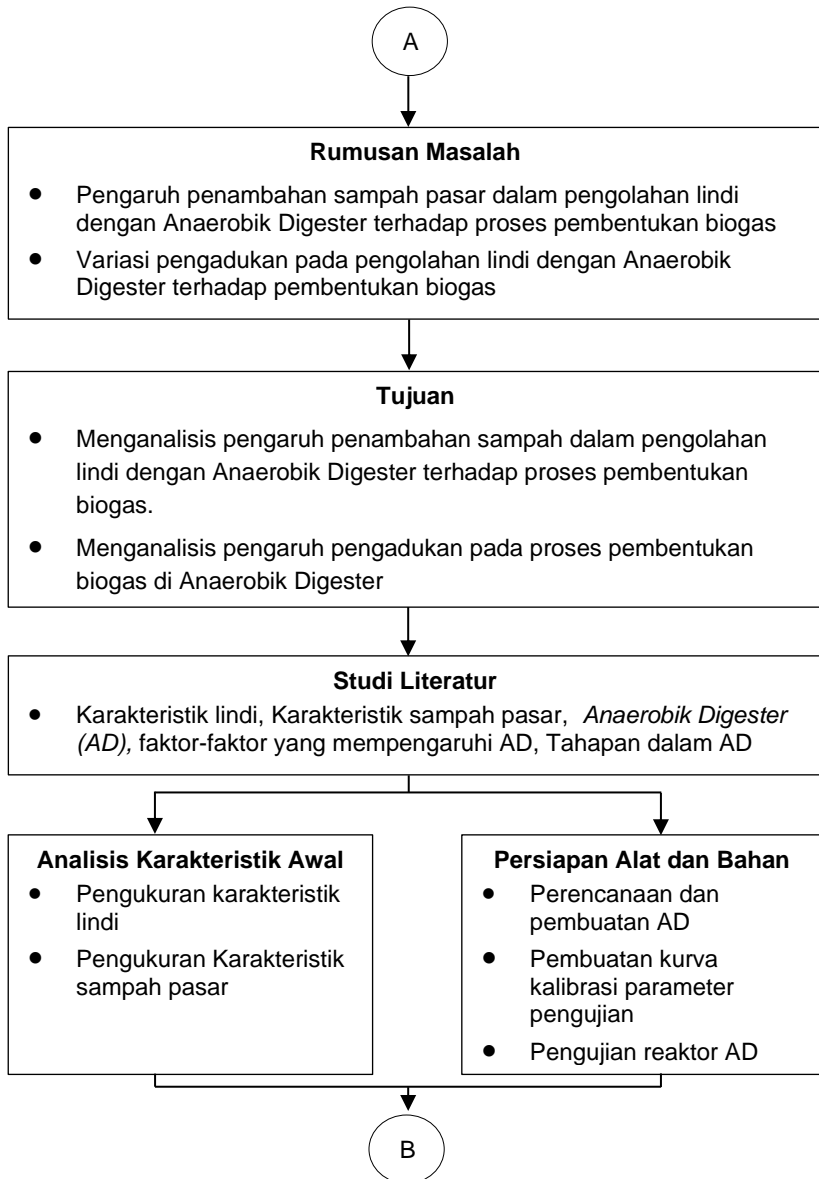
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

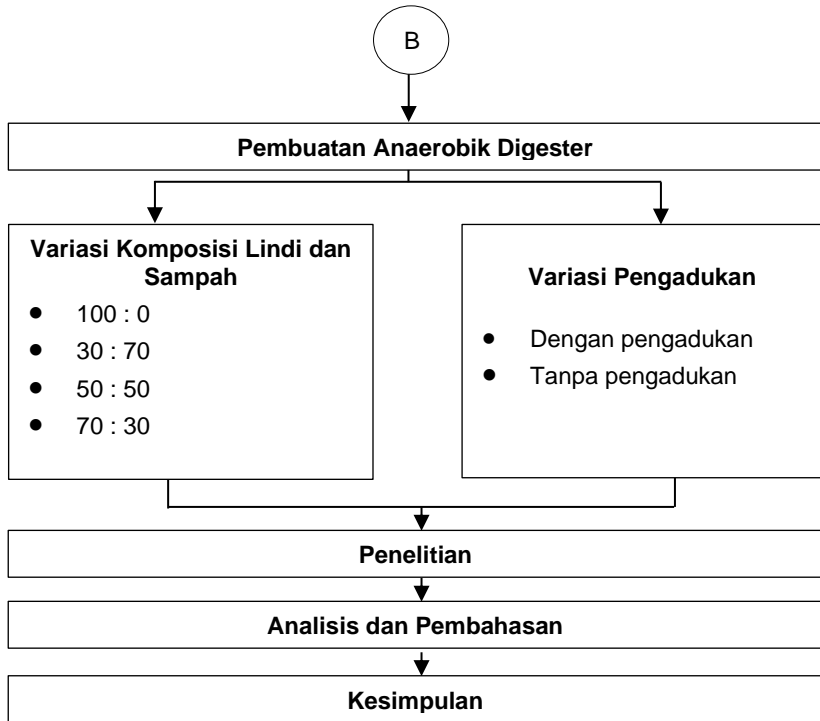
BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh penambahan sampah sayur, dan pengadukan dalam pengolahan lindi di dalam *anaerobic digester* yang bisa menjadi alternatif baru untuk biogas. Penelitian ini didasarkan atas adanya "GAP" antara kondisi ideal dengan kondisi eksisting sehingga dapat ditentukan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian. Berikutnya, dilakukan persiapan awal penelitian yang terdiri dari persiapan alat dan bahan serta penelitian pendahuluan untuk memudahkan pelaksanaan penelitian. Setelah itu dilakukan analisis dan pembahasan terkait hasil penelitian untuk merumuskan kesimpulan. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.







Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.2 Pengambilan Sampel dan Perlakuan Sebelum Pengujian

Sampah sayur diambil dari pasar, sedangkan sampel air lindi diambil dari bak penampung lindi SPA Rangkah, Surabaya. Sampah pasar dipilah berupa sampah organik (buah dan sayuran) selanjutnya dilakukan proses penghalusan dengan menggunakan alat blender listrik. Variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1

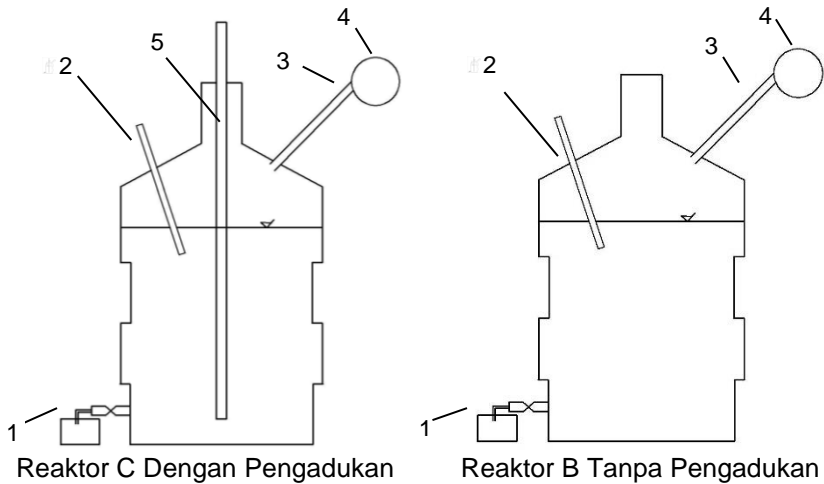
Tabel 3.1 Daftar Komposisi Bahan

NO	Reaktor	Komposisi		Volume	Keterangan
		Air lindi	Slurry		
1.	C1	100%	0%	5L	Dengan pengadukan
2.	B1	100%	0%	5L	Tanpa pengadukan

NO	Reaktor	Komposisi		Volume	Keterangan
		Air lindi	Slurry		
3.	C2	30%	70%	5L	Dengan pengadukan
4.	B2	30%	70%	5L	Tanpa pengadukan
5.	C3	50%	50%	5L	Dengan pengadukan
6.	B3	50%	50%	5L	Tanpa pengadukan
7.	C4	70%	30%	5L	Dengan pengadukan
8.	B4	70%	30%	5L	Tanpa pengadukan

3.4 Persiapan Alat dan Bahan serta Pembuatan Reaktor

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampah organik berupa ampas sampah hasil fermentasi yang telah diblender, dan air lindi dari SPA Rangkah. Sementara alat-alat yang digunakan adalah galon plastik dengan kapasitas 6L, selang plastik dengan kapasitas 1/2 inci, valve air 1/4 dim, kayu pengaduk, thermometer, gelas ukur, botol sampel, plastisin, kursi plastik, balon mylar, toples, gayung dan corong.



Gambar 3.2 Reaktor Biogas

Keterangan Gambar:

1. Lubang outlet sampling.
2. Termometer terendam sampel.

3. Selang penghubung ke balon pengumpul gas.
4. Balon pengumpul gas.
5. Tongkat untuk mengaduk.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini ada 2 yaitu kadar komposisi lindi dan sampaj, serta adanya pengadukan dan tanpa pengadukan dalam digester.

3.6 Analisa Data dan Pembahasan

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran suhu, pengukuran pH, C organic, N Total, Volatil Solid, Total Solid, dan volume gas yang dihasilkan selama 30 hari.

Tabel 3.2 Parameter uji penelitian

Parameter	Waktu Sampling	Metode Analisis
pH	Selama proses operasi reaktor 1 kali setiap 5 hari	pH meter
Suhu	Selama proses operasi reaktor 1 kali setiap 5 hari	Termometer
Total Solid	Setiap 5 hari proses operasi	Gravimetri
Total Volatil Solid	Setiap 5 hari proses operasi	Gravimetri
C	Setiap 5 hari proses operasi	Gravimetri
COD	Setiap 5 hari proses operasi	SNI 6989.73:2009
BOD	Setiap 5 hari proses operasi	SNI 6989.72:2009
N	Setiap 5 hari proses operasi	SNI 4146:2013

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Langkah awal dalam penelitian adalah menganalisis karakteristik bahan baku yang digunakanyaitu sampah sayur dan lindi. Lindi berwarna hitam dan berbau yaitu cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah. Slurry adalah sampah sayur yang dicacah dan dijadikan sejenis bubur.

Sampah yang digunakan berasal dari pasar Gebang-Sukilo yang berupa sayur dan buah- buahan. Perbandingan substrat sampah sayur dan lindi yaitu 30:70, merujuk pada penelitian (Abdullah dan Pandebesie,2017). Dan perbandingan bahan baku 50:50 berdasarkan penghitungan C/N optimal. Menurut Shahrari *et al* (2012) dan Chiument *et al* (2009) tujuan dari penggabungan bahan baku adalah untuk mengatur rasio C/N sekitar 25-30 sehingga optimal dalam meningkatkan produksi gas.

Pada penelitian ini dilakukan proses dengan pengadukan sebanyak 8x sehari selama 5' di 4 reaktor C1, C2, C3, C4 dan tanpa pengadukan di 4 reaktor B1, B2, B3, B4. Sampah sayur dan buah yang sudah di cacah kemudian ditimbang sesuai komposisi dan diblender hingga halus dan berbentuk seperti bubur (slurry) dengan penambahan air 1:1 ditampung di dalam wadah tertutup berukuran 30 liter. Untuk memenuhi kebutuhan 8 reaktor diperlukan sebanyak 25 liter air lindi, sedangkan slurry yang diperlukan sebanyak 15 liter. Sebelum dimasukkan kedalam reaktor dilakukan pengadukan terlebih dulu sehingga homogen dan disesuaikan dengan perbandingan masing- masing reaktor. Karakteristik bahan bisa dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Karakteristik air lindi dan slurry yang telah dianalisis

Parameter	Air lindi	Slurry
TS	10,3 mg/L	28,4 mg/L
VS	3,592 mg/L	20,716 mg/L
C	2,083 mg/L	12,015 mg/L
N(mg/L NH3-N)	6,680 mg/L	7,676 mg/L

Parameter	Air lindi	Slurry
C/N	6,95	12,1
BOD	1,939 mg/L	11,186 mg/L

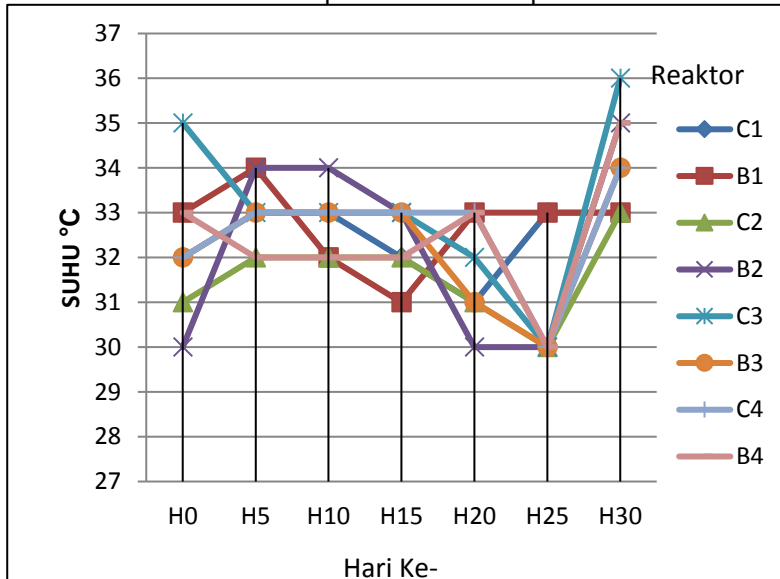
4.2 Kondisi Operasi pada reaktor

4.2.1 Kondisi Suhu pada Reaktor

Suhu memiliki peranan penting dalam pembentukan biogas. Pada suhu mesofilik (25-35°C) semakin tinggi temperatur semakin baik hasil gas metannya, namun hasil metan tidak secara linear naik dengan meningkatnya suhu. Semakin tinggi suhu tidak menjamin semakin baik gas yang dihasilkan.

Suhu pada setiap reaktor adalah termasuk rentang suhu mesofilik (30-37 °C). Berdasarkan pengamatan seluruh reaktor memiliki pola perubahan suhu yang hampir sama, hal ini mengindikasikan adanya proses degradasi secara anaerob. Panas yang dihasilkan serta kenaikan temperatur pada sampah akan disertai dengan pembentukan gas melalui proses yang kompleks. Kenaikan temperatur sampah pada reaktor yang mendapatkan perlakuan pengadukan atau resirkulasi lindi akan lebih cepat karena kandungan yang terdapat dalam lindi dapat meningkatkan laju stabilitas degradasi sampah (Priyambada *et al.*, 2009) yang menyatakan bahwa secara umum, kelarutan zat organik dan anorganik meningkat sejalan dengan peningkatan temperatur.

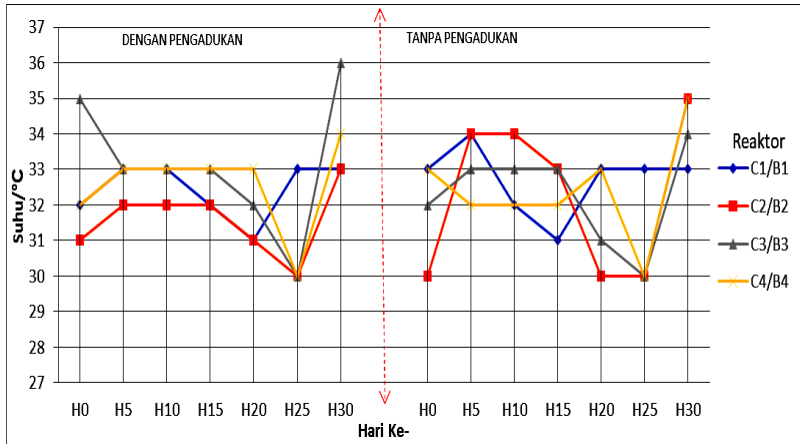
Perubahan suhu dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Suhu pada reaktor

keterangan:

- C1: Komposisi 100% lindi, dengan pengadukan.
- B1: Komposisi 100% lindi, tanpa pengadukan
- C2: Komposisi 30% lindi, 70% sampah dengan pengadukan.
- B2: Komposisi 30% lindi, 70% sampah tanpa pengadukan.
- C3: Komposisi 50% lindi, 50% sampah, dengan pengadukan.
- B3: Komposisi 50% lindi, 50% sampah, tanpa pengadukan.
- C4: Komposisi 70% lindi, 30% sampah dengan pengadukan.
- B4: Komposisi 70% lindi, 30% sampah tanpa pengadukan.



Gambar 4. 2 Perbandingan suhu pada reaktor Dengan dan Tanpa Pengadukan

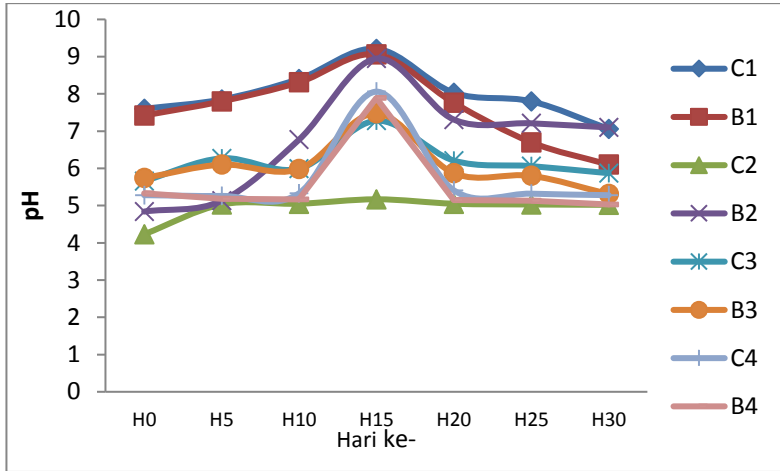
Berdasarkan uji statistik Anova dilakukan untuk memperkuat hasil yang didapatkan. Menguji variabel antara reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan memberikan pengaruh yang signifikan. Dengan melihat nilai p value $< 0,05$ H_0 ditolak artinya ada pengaruh yang bermakna antara reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan. Jika p value $> 0,05$ H_0 diterima artinya tidak ada pengaruh yang bermakna antara reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan. Hasil uji Anova pada suhu menunjukkan nilai p value 0,063 artinya suhu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan.

Uji Tukey dilakukan untuk melihat adanya grup-grup yang diberikan perlakuan atau variabel memberikan perbedaan yang signifikan. Hasil uji Tukey suhu pada reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan tidak memberikan pengaruh berbeda baik pada komposisi 100, 30, 50 maupun 70 lindi.

4.2.2 Kondisi pH pada Reaktor

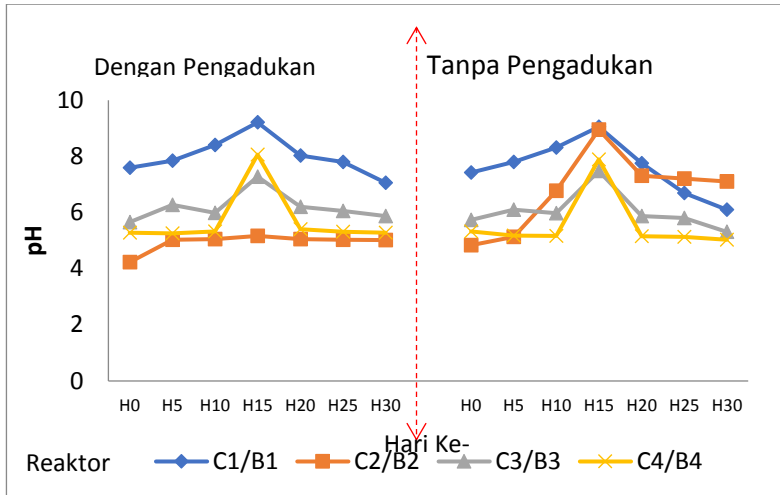
pH merupakan salah satu faktor penting dalam pembentukan biogas. Nilai pH optimum pada tahapan hidrolisis dan asidifikasi adalah 5,6-6,5 (Kothari et al,2014). Sedangkan menurut Lee et al (2009) nilai pH optimum tahap metanogenesis adalah 6,5 - 8,2. Nilai terbaik untuk digester adalah 7,0 apabila pH dibawah 6,5

maka aktivasi bakteri metanogen akan menurun sedangkan bila nilai pH dibawah 5,0 maka fermentasi akan berhenti.



Gambar 4.3 Nilai pH pada reaktor

Pada hari ke 15 nilai pH/derajat keasaman pada semua reaktor mengalami peningkatan hal ini dikarenakan adanya proses degradasi sampah sayur yang memasuki pembentukan asam (asidogenesis) peningkatan nilai pH disebabkan karena aktifitas bakteri metanogen sudah dimulai sehingga menyebabkan peningkatan produksi gas metan dan menurunkan konsentrasi hidrogen. Setelah proses metanogenesis maka akan berlanjut ke fase metanogenesis yaitu terjadinya pembentukan yang mengakibatkan penurunan pH berkisar antara 5 – 6.



Gambar 4.4 Perbandingan Nilai pH pada reaktor Dengan Dan Tanpa Pengadukan

Berdasarkan uji statistik Anova pada pH didapatkan nilai p value 0,273 artinya p value $> 0,05$ yang memberikan arti H_0 diterima artinya tidak memberikan pengaruh baik pada reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan dengan komposisi 100,30,50,70.

Hasil uji Tukey menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan pada komposisi 100:0 terhadap perlakuan 30:70, 50:50, 70:30, 100:0 menunjukkan nilai 0,000. Sedangkan pada komposisi 30:70 terhadap perlakuan 50:50 hasilnya 0,859 dan 70:30 hasilnya 0,915 menunjukkan non signifikan, 100:0 hasilnya 0,000 hasil signifikan. Komposisi 50:50 terhadap perlakuan 30:70 hasilnya 0,859 dan perlakuan 70:30 hasilnya 0,481 artinya non signifikan, perlakuan 100:0 hasilnya 0,000 signifikan. Komposisi 70:30 terhadap perlakuan 30:70 hasilnya 0,915 non signifikan dan 50:50 hasilnya 0,481 non signifikan.

4.3 Pengaruh Rasio Jumlah sampah sayur dan lindi

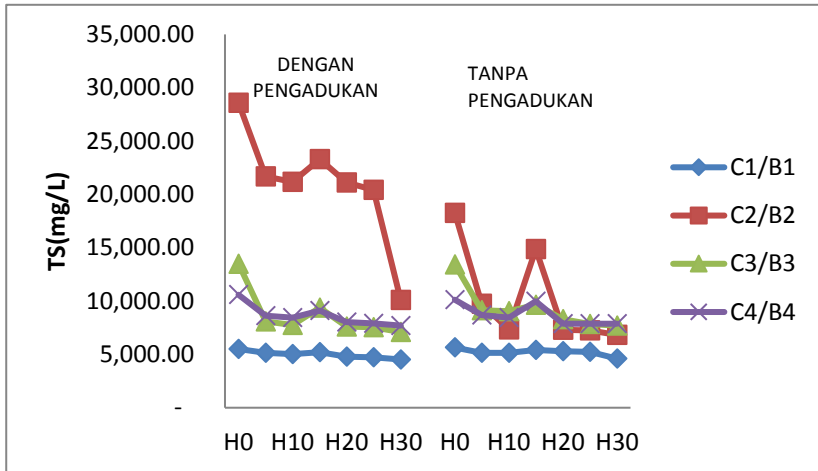
Pada penelitian ini terdapat variabel perbedaan rasio komposisi bahan baku antara sampah sayur dan lindi. Rasio komposisi bahan baku tersebut didasarkan pada penelitian (Abdullah dan Pandebesie, 2017) yang menyimpulkan rasio 70:30 sampah sayur dan lindi merupakan rasio yang dapat menghasilkan biogas yang baik. Sedangkan untuk kontrol terdapat rasio 100:0 lindi dan sampah sayur untuk mengetahui rasio bahan baku tersebut dilakukan analisis beberapa parameter yaitu N(NH₃-N), TS, VS, C dan BOD.

Parameter tersebut merupakan parameter yang penting pada penelitian ini karena parameter VS, C organik, dan BOD menunjukkan adanya penurunan kadar organik yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam membentuk biogas. Sedangkan Volume volatil solid berfungsi untuk melihat gas terbentuk akibat adanya reaksi penguraian bahan organik tersebut.

4.4 Penurunan Total Solid

Total Solid (TS) atau padatan total merupakan total dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi baik yang bersifat organik maupun anorganik (Rachman, 1999). Total Solid (TS) sangat berpengaruh terhadap produksi biogas. Semakin tinggi nilai TS dan TVS semakin tinggi pula pembentukan biogas yang terjadi (Zarkades et al 2015).

Peran nilai TS terhadap kerja AD adalah untuk menentukan kondisi produksi gas yang optimum. Menurut penelitian yang dilakukan Abbasi-Guendouz et al. (2012), menunjukkan bahwa produksi total metan menurun dengan meningkatnya nilai TS. Sistem dengan kadar solid yang tinggi mampu membuat laju produksi metan menjadi tinggi (Duan et al., 2012)



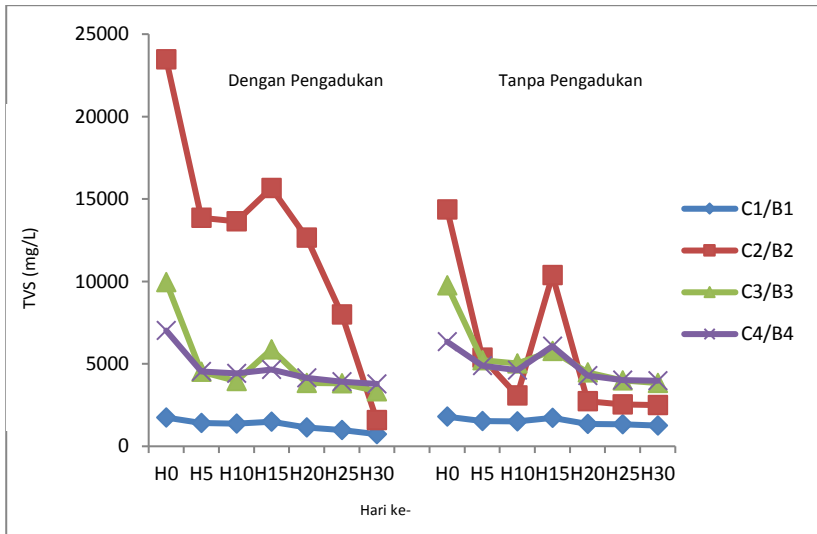
Gambar 4.5 Nilai TS

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa nilai TS awal diperoleh hasil yang melebihi dari nilai baku 10.128 mg/L, hal ini mengindikasikan masih banyak mengandung komponen zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat mencemari lingkungan apabila langsung dibuang, namun setelah diadakan proses selama 30 hari dalam reaktor Total solid yang dihasilkan rata rata mengalami penurunan sebanyak 33% - 37%. Reaktor C1 mengalami penurunan sebanyak 17,6% dari nilai awal 5.492mg/L menjadi 4.524 mg/L sedangkan C2 mengalami penurunan 62,6% dari nilai awal 28.588 mg/L menjadi 10.110 mg/L untuk reaktor C3 mengalami penurunan sebanyak 44,1% dari nilai awal 13.500 mg/L menjadi 7.540 mg/L dan reactor C4 hasil penurunannya 25,4% dari nilai awal 10.592 mg/L menjadi 7.904mg/L. Nilai penurunan TS pada reaktor tanpa pengadukan tertinggi terdapat pada Reaktor B2 sebanyak 60,4% dari nilai awal 18.264 mg/L menjadi 7.240 mg/L sedangkan terkecil pada reaktor B1 sebanyak 8,9% dari nilai awal 5.640 mg/L menjadi 5.136 mg/L untuk reaktor B3 mengalami penurunan sebanyak 41,6% dari nilai awal 13.428 mg/L menjadi 7.840 mg/L sedangkan reaktor B4 dengan komposisi 70% slurry dan 30%.

4.5 Penurunan Volatil Solid

Volatil solid merupakan substrat bagi mikroorganismenon metanogen yang bekerja pada tahap awal produksi biogas, penurunan VS menunjukkan di dalam biodigester terjadi proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganismenon metanogen (Ni'mah 2014).

VS digunakan untuk mengetahui jumlah bahan organik yang terkandung dalam bahan yang dapat dikonversikan menjadi metana dan karbondioksida dalam proses anaerob. Grafik TVS dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Nilai TVS

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa nilai Total Volatil Solid dari semua reaktor mengalami penurunan baik dengan pengadukan maupun tanpa pengadukan. Total Volatil Solid mencerminkan porsi kandungan bahan organik, dapat digunakan sebagai indikator tingkat biodegradability air limbah. Nilai penurunan Total Volatil Solid pada reaktor yang dengan pengadukan rata-rata

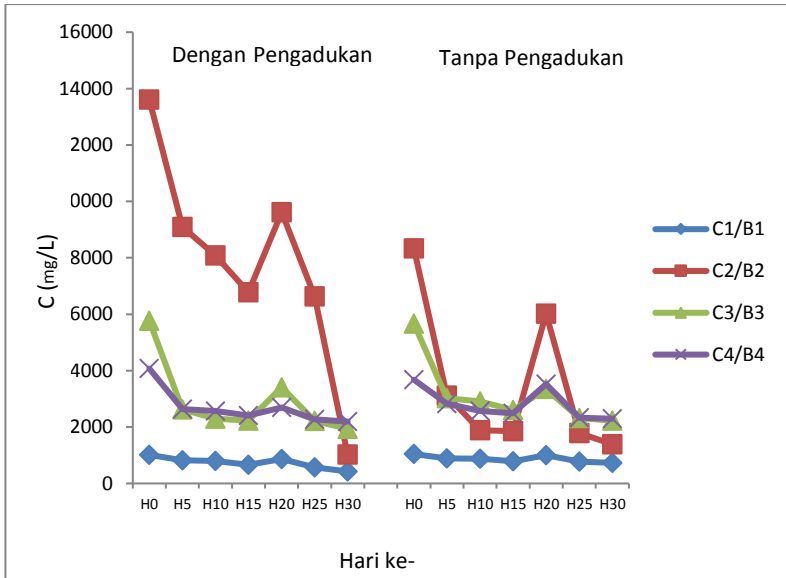
53% sedangkan pada reaktor yang tanpa pengadukan nilai penurunan Total Volatile Solid rata-rata 37,5%. Reaktor C1 mengalami penurunan sebanyak 14,4% dari nilai awal 1.748 mg/L menjadi 1.496 mg/L sedangkan reaktor C2 dengan pengadukan komposisi 30 lindi dan 70 slurry mengalami penurunan tertinggi sebanyak 93,2 % dari nilai awal 23.464 mg/L menjadi 1.588 mg/L untuk reaktor C3 mengalami penurunan sebanyak 61,5% dari nilai awal 9.952 mg/L menjadi 3.828 mg/L dan reaktor C4 hasil penurunannya 44,2% dari nilai awal 7.020 mg/L menjadi 3.920 mg/L. Nilai penurunan TVS pada reaktor tanpa pengadukan tertinggi terdapat pada reaktor B2 sebanyak 82,6% dari nilai awal 14.368 mg/L menjadi 2.500 mg/L sedangkan terkecil pada reaktor B1 sebanyak 3,7% dari nilai awal 1.796 mg/L menjadi 1.728 mg/L untuk reaktor B3 mengalami penurunan sebanyak 41,6% dari nilai awal 13.428 mg/L menjadi 7.840mg/L sedangkan reaktor B4 mengalami penurunan sebanyak 22,3% dari nilai awal 10.128mg/L menjadi 7.872mg/L.

Dapat disimpulkan bahwa sama dengan Nilai TS Reaktor dengan komposisi bahan slurry lebih banyak memiliki nilai TVS lebih besar dibandingkan dengan air lindi.

4.6 Penurunan kandungan C organik

C Organik (Bahan Organik) merupakan semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus.

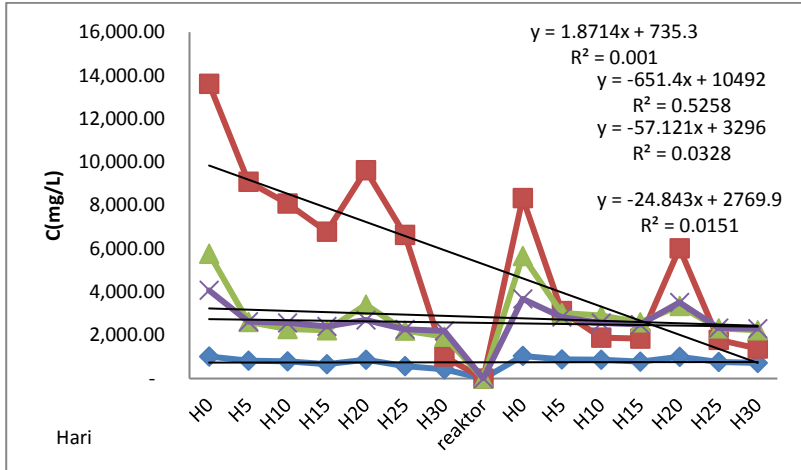
Penurunan Kandungan C-organik dikarenakan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Nolan et al 2011). Dalam proses dekomposisi, karbon dijadikan sebagai sumber energi untuk menyusun bahan seluler sel-sel mikroba dengan membebaskan CO₂ dan bahan – bahan lainnya yang mudah menguap (Abdullah dan Pandebesie (2017), dalam proses metabolisme bakteri akan terus menerus menggunakan karbon sebagai sumber energinya sehingga jumlah kandungan karbon dalam bahan akan berkurang. Analisis C organik dilakukan 5 hari sekali selama 30 hari. Grafik nilai C organik dapat dilihat pada gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4.7 Nilai C-Organik

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa nilai C Organik dari semua reaktor mengalami penurunan baik dengan pengadukan maupun tanpa pengadukan. Nilai penurunan C Organik pada reaktor yang dengan pengadukan rata-rata 59,12%, sedangkan pada reaktor yang tanpa pengadukan nilai penurunan C Organik rata-rata 52,8%. Penurunan C organik pada reaktor dengan pengadukan reaktor C1 mengalami penurunan sebanyak 57,9% dari nilai awal 1.014 mg/L menjadi 427 mg/L sedangkan reaktor C2 dengan pengadukan komposisi 30 lindi dan 70 slurry mengalami penurunan sebanyak 92,4% dari nilai awal 13.610 mg/L menjadi 1.021 mg/L untuk reaktor C3 mengalami penurunan sebanyak 66,4% dari nilai awal 5.772 mg/L menjadi 1.937 mg/L dan reaktor C4 hasil awal 4.072 mg/L menjadi 2.194 mg/L dengan penurunan sebesar 46,1%. Untuk reaktor tanpa pengadukan tertinggi terdapat pada reaktor B2 dengan penurunan sebesar 83,3% dari nilai awal 1.042mg/L menjadi 730mg/L sedangkan reaktor B1 mengalami

penurunan sebesar 29,9% dari nilai awal 1.042mg/L menjadi 730mg/L. Untuk reaktor B3 mengalami penurunan sebesar 60,6% dari nilai awal 5.665mg/L menjadi 2.230mg/L sedangkan reaktor B4 dengan komposisi bahan 70 lindi dan 30 slurry mengalami penurunan sebesar 37,5% dari nilai awal 3.682 mg/L menjadi 2.300mg/L. Kurve linearitas C organik dapat dilihat pada gambar 4.8.

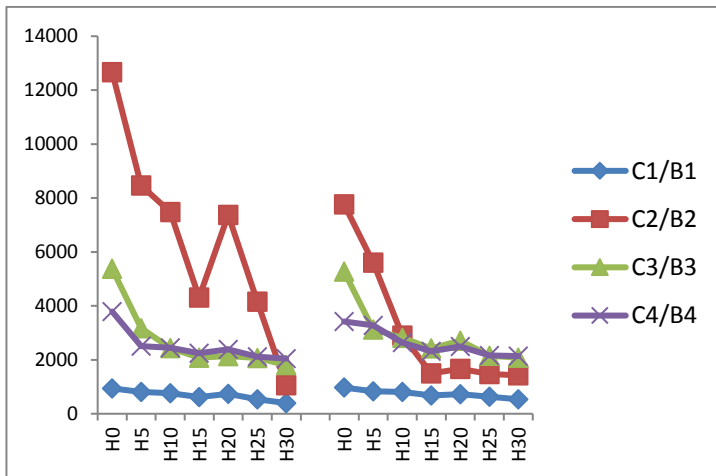


Gambar 4.8 Kurva linearitas C Organik

Uji linear berfungsi untuk mengetahui bentuk hubungan antara variabel bebas / dependen dan variabel terikat / independen. Pada gambar diatas menunjukkan hubungan yang linear dengan nilai $> 0,05$ reaktor dengan pengadukan dan tanpa pengadukan komposisi 100:0 lindi : slurry dengan R square 0,001 memiliki hubungan lemah pada C1 B1. Sedangkan pada reaktor C3 B3 memiliki R square 0,0328 menunjukkan hubungan linier dengan tingkat hubungan sedang, dan C4 B4 memiliki R square 0,0151 yang menunjukkan hubungan linier dengan tingkat hubungan lemah, nilai tertinggi pada reaktor C2 B2 dengan komposisi 30:70 sebanyak 0,5258 yang menunjukkan hubungan linier dengan tingkat hubungan yang kuat.

4.7 Penurunan BOD

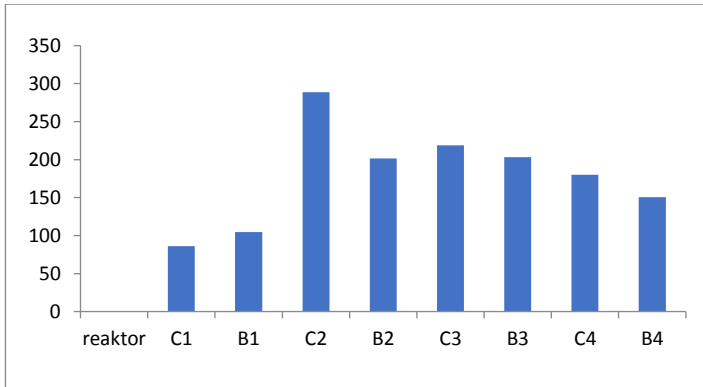
Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses biologis yang benar-benar terjadi di dalam air. BOD merupakan parameter yang umum dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah, dengan mengetahui nilai BOD akan diketahui proporsi jumlah bahan organik yang mudah di urai (biogradable) dan ini akan memberikan jumlah oksigen yang akan terpakai. Penurunan kandungan BOD selama produksi menunjukkan adanya perbedaan aktifitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik untuk mengubahnya menjadi metan dan biogas (Saputra et al 2010). Penurunan nilai BOD dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Nilai BOD

4.8 Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

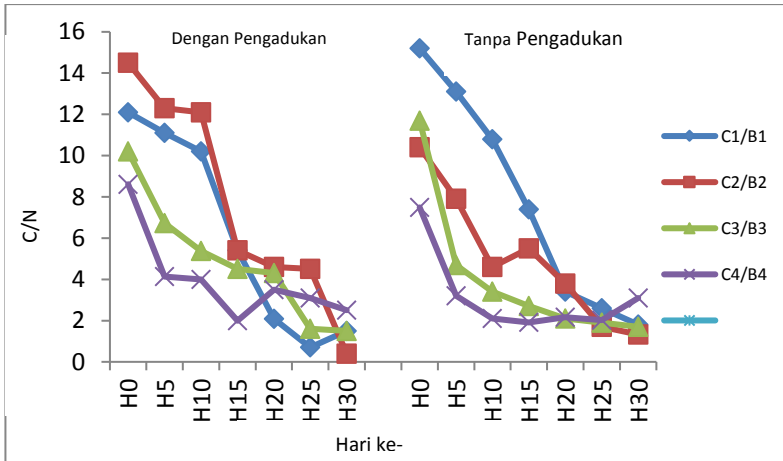
Adalah jumlah dari nitrogen yang terikat dalam zat organik, nitrogen di amonia dan dalam amonium dalam analisis kimia tanah, air, atau air limbah di ditentukan dengan metode yang dikembangkan oleh Johan Kjeldahl. Hasil TKN bisa dilihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Nilai TKN Hari ke 30

4.9 Penurunan Rasio C/N

Dalam pembentukan Biogas, C/N rasio merupakan faktor yang sangat penting, karena sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganismenya. Jika rasio C/N sangat tinggi (>30), maka akan menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga laju produksi biogas rendah. Sedangkan apabila rasio C/N terlalu rendah, menyebabkan akumulasi nitrogen yang merupakan racun bagi bakteri (Zareei dan Khodaei, 2017). Rasio C/N akan mengalami penurunan setelah mengalami fermentasi. Hal tersebut disebabkan oleh unsur karbon dan bahan organik lainnya telah didekomposisi oleh bakteri. Berdasarkan grafik-grafik dibawah, C/N rasio mengalami fluktuasi. Walaupun mengalami fluktuasi, C/N rasio mengalami proses penurunan yang diakibatkan adanya degradasi bahan organik.



Gambar 4.11 Nilai Rasio C/N

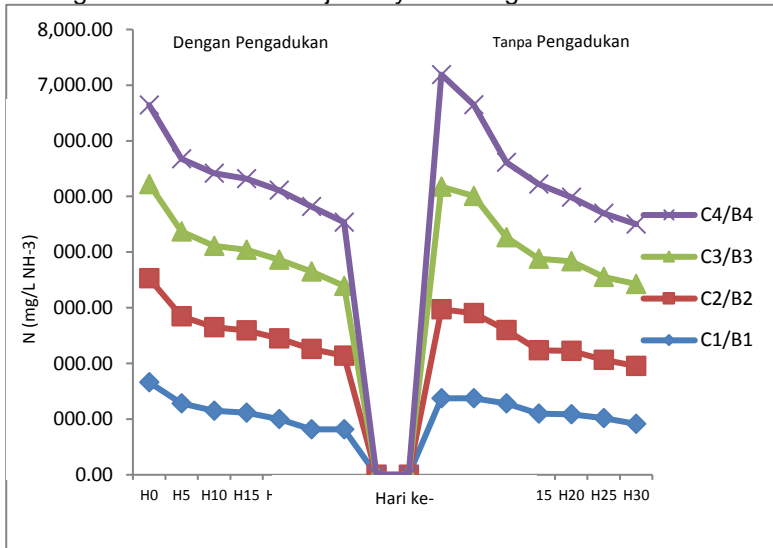
Berdasarkan pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa nilai penurunan rasio C/N pada reaktor dengan pengadukan sebesar 88,17% sedangkan tanpa pengadukan penurunannya sebesar 86,65%. Reaktor C1 menunjukkan penurunan tertinggi sebesar 96,8% dari nilai awal 12,1 menjadi 0,5 dengan komposisi bahan lindi 100%. Komposisi 30 lindi dan 70 slurry mengalami penurunan sebanyak 97,2% dari nilai awal 14,5 menjadi 0,4 untuk reaktor C3 mengalami penurunan sebanyak 85,3% dari nilai awal 10,2 menjadi 1,5 dan reaktor C4 hasil awal 8,61 menjadi 0,5 dengan penurunan sebesar 94,1%. Sedangkan reaktor B tanpa pengadukan penurunan nilai BOD tertinggi terdapat pada reaktor B1 sebesar 94,7% dengan nilai awal 15,2 menjadi 0,8 untuk reaktor B3 mengalami penurunan sebanyak 93,2% dari nilai awal 11,7 menjadi 0,8 untuk reaktor B1 mengalami penurunan sebanyak 94,7% dari nilai awal 15,2 menjadi 0,8 sedangkan reaktor B4 dengan komposisi 70 lindi dan 30 slurry mengalami penurunan sebanyak 71,5% dari nilai awal 7,49 menjadi 2,13. Untuk reaktor B2 mengalami penurunan sebesar 87,2% dari nilai awal 7,49 menjadi 2,13. Reaktor dengan pengadukan memiliki 6 % rasio C/N lebih tinggi daripada reaktor tanpa pengadukan sehingga dapat meningkatkan produksi biogas.

4.10 Nilai NH₃-N

Ammoniacal nitrogen (NH₃-N) adalah ukuran untuk jumlah ammonia, polutan beracun yang sering ditemukan pada air lindi TPA dan dalam produk limbah, seperti limbah, kotoran cair dan produk limbah organik cair lainnya. Amoniak dapat secara langsung meracuni manusia dan mengganggu keseimbangan sistem air. Nilai nitrogen ammonium juga digunakan dalam konteks system landfill yang dirancang dengan baik, dimana lindi dipompa ke permukaan tanah dan diolah sebelum memasuki air tanah.

Amonia merupakan hasil penguraian protein dan senyawa lain yang mengandung nitrogen yang dapat berfungsi sebagai nutrient pada fermentasi an aerob sehingga bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif biogas. Berdasarkan pada gambar 4.13 nilai ammonia nitrogen untuk reaktor dengan pengadukan cenderung sedikit dan mengalami penurunan sedangkan yang tanpa pengadukan lebih banyak dan cenderung menurun seiring hari ke 30. Pada reaktor C1 mengalami penurunan sebesar 10,3% dari nilai awal 1.661mg/L menjadi 813 mg/L sedangkan C2 mengalami penurunan sebesar 28,9% dari nilai awal 1.868mg/L menjadi 1.327mg/L. Untuk reaktor C3 mengalami penurunan sebesar 26,1% dari nilai awal 1.693mg/L menjadi 1.250mg/L sedangkan C4 penurunannya sebesar 19,2% dari nilai awal 1.420mg/L menjadi

147mg/L. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 4.12 dibawah ini



Gambar 4.12 Nilai N (mg/L NH-3)

Pada reaktor tanpa pengadukan mengalami penurunan sebesar 33,6% pada reaktor B1 penurunannya sebesar 33,8% dari nilai awal 1.376 mg/L menjadi 911mg/L sedangkan reaktor B2 mengalami penurunan sebesar 20,9% dari nilai awal 1.316mg/L menjadi 1.040mg/L, penurunan tertinggi terdapat pada reaktor B4 sebesar 46,7% dari nilai awal 2.018mg/L menjadi 1.075mg/L sedangkan reaktor B3 mengalami penurunan sebesar 33,0% dari nilai awal 2.202mg/L menjadi 1.475mg/L.

4.11 Perbandingan Hasil per Parameter Terhadap Frekuensi Pengadukan

Setelah dilakukan analisis per parameter pada tiap reaktor, dilakukan perbandingan dari hasil-hasil tersebut dan dibuat tabel terhadap perbedaan frekuensi pengadukannya. Untuk memudahkan melihat persen penurunan tiap parameter dapat dilihat pada tabel di Lampiran halaman 74. Berdasarkan hasil Analisa, disimpulkan bahwa pengadukan memberikan pengaruh yaitu mempercepat laju biodegradasi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Komposisi sampah yang mengandung lignoselulosa dan lindi yang memberikan pengaruh signifikan ialah komposisi bahan air lindi dan sampah 30: 70 dengan pengadukan. Pada komposisi 30:70 ini beberapa parameter seperti TS, VS, C organik, BOD mengalami persen penurunan yang besar sehingga menunjukkan bahwa ada proses anaerobik yang bisa membentuk biogas.
2. Pengadukan memberikan pengaruh pada proses anaerobik digester yaitu mempercepat laju biodegradasi.

5.2 Saran

1. Diperlukan uji metana untuk mengetahui adanya biogas.
2. Pada proses pembuatan tempat reaktor perlu dilakukan uji coba kebocoran serta peningkatan bentuk reaktor termasuk volume reaktor, bentuk pengaduk untuk memberikan hasil yang lebih baik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N.O dan Pandebesie E.S. 2017. *Peningkatan Produksi Biogas Sampah Pasar dengan Penambahan M-16 dan Pengadukan Menggunakan Digester Anaerobik*. Tesis. FTSP, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Aljumriana. (2015). *Pengolahan Lindi Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*. Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anisah, D., Herliati, dan Widyaningrum, A. (2014). Pemanfaatan Sampah Sayuran sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *KONVERSI Volume 3 No.1*, 13-18.
- Banos, R., Manzano-Aglaire, F., Montoya, F.G., Gil, C., Alcayde, F., dan Gomez, J. (2011). Optimization Methods Applied to Renewable and Sustainable Energy : A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews 15*, 1753-1766.
- Bridgemen, J. (2012). Computational Fluid Dynamics Modelling of Sewage Sludge Mixing in an Anaerobic Digester. *Advances in Engineering Software 44*, 54-62.
- Cuetos, M.J., Gomez, X., Otero, M., dan Moran, A. (2008). Anaerobic Digestion of Solid Slaughterhouse Waste (SWH) at Laboratory Scale : Influence of co-digestion with the organic fraction of Municipal Solid Waste. *Biochem Eng.J 40*, 99-106.
- Dimiati, D.D, dan Hadi, W. (2017). Uji Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Lindi dengan Penambahan Bakteri Starter Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hortikultura (Solanum Melongena dan Capsicum Frutescens). *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 2*, 349-354.
- Ellabban, O., Abu-Rub, H., dan Blaabjerg, F. (2014). Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and Their Enabling Technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews 39*, 748-764.
- Fathoni, A. K. R. dan Soedjono, E. S. (2011). *Perencanaan Tipikal Rumah Kompos untuk Pengolahan Sampah Pasar*

- Tradisional (Studi Kasus Di Kota Surabaya)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kawai, M., Purwanti, I.F., Nagao, N., Slamet, A., Hermana, J., dan Toda, T. (2012). Seasonal Variation in Chemical Properties and Degradability by Anaerobic Digestion of Landfill Leachate at Benowo in Surabaya, Indonesia. *Journal of Environmental Management* 110, 267-275.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2016). *Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Sampah*.
- Kothari, R., Pandey, K., Kumar, S., dan Tyagi, V. 2014. *Different Aspects of Dry Anaerobic Digestion for Bio-Energy*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24(1):174-195.
- Lee, A. H., Nikraz, H., Hung, Y. T. (2010). Influence of Waste Age on Landfill Leachate Quality. *International Journal of Environmental Science and Development*, 347.
- Mahyudin, R.P. (2017). Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3 (1), 66-74.
- Metcalf dan Eddy. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery, Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.
- N i ' m a h , L . , 2 0 1 4 , “ *Biogas From Solid Waste of Tofu Production and Cow Manure Mixture : Composition Effect* ” , *Jurnal Teknik Kimia Chemica* , Volume 1 Nomor 1 , Juni 2 0 1 4 , I S S N 2355 - 8766 , Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik , Universitas Ahmad Dahlan , Yogyakarta
- Prasetyo, A.K. (2010). *Pembuatan Etanol dari Sampah Pasar Melalui Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi Bakteri Zymomonas mobilis*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Reghab, S.M; Meguid, A, dan Hegazi. (2012). Treatment Of Leachate From Municipal Solid. *HBRC Journal* 9, 187-192.
- Saputra, T., Triatmojo, S., Pertiwiningrum, A. 2010. *Produksi Biogas dari Campuran Feses Sapi dan Ampas Tebu*

(Bagasse) Dengan Rasio C/N yang Berbeda. *Buletin Pertenakan*, 34(2): 114-122.

- Shahriari, H., Warith, M., Hamoda, M., Kennedy, K.J., 2012. *Effect of Leachate Recirculation on Mesophilic Anaerobic Digestion of Food Waste*. *Waste Manage*, 32:400–403.
- Shin, D. J., Park, W., Lee, S., Kim, H., Lee, R. dan Kim, S. (2015). Effects of Digestion Temperatures and Loading Amounts on Methane Production from Anaerobic Digestion with Crop Residues. *Carbon Letter* 16(4), 265-269.
- Srinivasan, Sridevi, D., dan Rema. (2014). Studies on Biogas Production from Vegetable Market Wastes in A Two-Phase Anaerobic Reactor. *Clean Techn Environ Policy* 17(1), 1689-1697.
- Sulistiyorini, L. (2006). Volume Sampah Di Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol.3, No.1*, 87-94.
- Tanimu, M.I., Ghazi, T.I.M.G., Harun, R.M., dan Idris, A. (2014). Effect of Carbon to Nitrogen Ratio of Food Waste on Biogas Methane Production in a Batch Mesophilic Anaerobic Digester. *International Journal of Innovation, Management, and Technology, Vol. 5, No. 2*, 116-119.
- Tchobanoglaus, G., Theisen, H., dan Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. Singapore: Mc Graw Hill.
- Wu, Y., Wang, C., Liu, X., Ma, H., Wu, J., Zuo, J., dan Wang, K. (2016). A new method of two-phase anaerobic digestion for fruit and vegetable waste treatment. *Bioresource Technology Volume 211*, 16-23.
- Yuwono, C. W., dan Soehartanto, T. 2013. *Perancangan Sistem Pengaduk Pada Bioreaktor Batch untuk Meningkatkan Produksi Biogas*. *Jurnal Teknik POMMITS*, 2(1): 141-146.
- Zarkadas, I. S., Sofikiti, A. S., Voudrias, E. A., dan Pilidis, G. A. 2015. *Thermophilic Anaerobic Digestion of Pasteurised Food Wastes and Dairy Cattle Manure in Batch and Large Volume Laboratory Digesters: Focussing on Mixing Ratios*. *Renewable Energy*, 24(2): 432-440.

Zhang, Y., Yu, G., Siddhu, M.A.H., Gao, M., Abdeltawab, A.A., Al-Deyab, S.S., dan Chen, X. (2016). Computational Fluid Dynamics Study on Mixing Mode and Consumption in Anaerobic Mono and Co-Digestion. *Bioresource Technology* 203, 166-172.

LAMPIRAN PROSEDUR ANALISIS

1. Perhitungan Substrat

a. Peralatan dan bahan

Alat : Timbangan

Bahan : Sampah pasar dan slurry

b. Prosedur kerja analisis

- Sampah pasar dicacah ukuran ± 2 cm
- Timbang sampah pasar dan slurry dengan timbangan sesuai berat yang dibutuhkan.
- Masukkan ke reaktor

2. Analisis Suhu

a. Peralatan dan bahan

Alat : Termometer suhu

Bahan : Sampel

b. Prosedur kerja analisis

- Lakukan pembacaan pada termometer yang terpasang pada reaktor.

3. Analisis pH

a. Peralatan dan bahan

Alat : pH meter,

Bahan : Sampel, aquades

b. Prosedur kerja analisis

- Ambil sampel sebanyak 10 mL
- Ukur dan catat hasil pembacaan pH meter.
- Bilas pH meter dengan aquades

4. Analisis Total solid dan Volatil solid

a. Peralatan dan bahan

Alat : Furnace dengan suhu 550°C , oven dengan suhu 105°C , cawan porselen, neraca analitis, desikator, dan penjepit.

Bahan : Sampel.

b. Prosedur Kerja Analisis Kadar Air dan Total Solid

- Siapkan cawan porselen yang sudah dioven selama ± 1 jam, kemudian dinginkan di dalam desikator selama 15 menit.

- Timbang cawan porselen kosong dengan menggunakan neraca analitis, catat hasil pembacaannya (a).
- Tambahkan sampel sebanyak 10mL 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 Total Solid dengan rumus perhitungan.

$$\text{Total Solid (mmg/L)} = 1000/\text{volume sampel} \times (b-a) \times 1000$$

Dimana:

a = berat awal cawan kosong

b = berat cawan kosong+sampel

c. Prosedur Kerja Analisis Volatil Solid

- Cawan + berat kering (Total Solid) ditimbang dengan neraca analitik
- Cawan dimasukkan 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 volatil solid dengan rumus perhitungan.
- Volatil solid (%) = $1000/\text{volume sampel} \times (d-a) \times 1000$

Dimana:

a = berat awal cawan kosong

d = berat cawan+sampel setelah difurnace

d. Analisis C-Organik

Nilai C organik melalui metode Walkey and Black

Alat: Neraca Analitik, Erlenmeyer 250 mL, pipet Tetes, Buret 50 mL.

Bahan: Aquades, $K_2Cr_2O_7$ 1 N, H_2SO_4 95%, Air Destilat, H_2PO_4 85%, NaF 4%, Indikator difenilamin, $FeSO_4$ 0,5 N.

Prosedur:

- Timbang 0,5 gram sampel.
- Ditambahkan aquades sebanyak 25 ml, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml.

- Ditambahkan 5 ml $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan 10 ml H_2SO_4 95%, campuran dikocok perlahan.
- Didiamkan 30 menit dan kemudian ditambahkan 100 ml air destilat.
- Ditambahkan 5 ml H_2PO_4 85%, 2,5 ml NaF 4%, dan 5 tetes difenilamin.
- Larutan dititrasi dengan $FeSO_4$ 0,5 N sampai warna hijau terang.
- Lakukan cara yang sama untuk blanko.

$$C (\%) = \frac{ml\ K_2Cr_2O_7 \times (1 - \frac{S}{T})}{berat\ sampel} \times 0,3886\%$$

5. Analisis N-Total

a. Peralatan dan bahan

Alat : Neraca analitik, spektrofotometer, labu pengencer 1000 mL, labu Erlenmeyer 100 mL

Bahan : Reagen campuran $CuSO_4$ dan H_2SO_4 , Garam signet, Larutan Nessler

b. Prosedur kerja analisis

1. Pembuatan Reagen

a. Campuran N-Digest

Dibuat dengan mencampurkan 1,55 g $CuSO_4$ anhidrat, 96,9 g Na_2SO_4 anhidrat dan 1,55 g selen kemudian dihaluskan.

b. H_2SO_4 pekat

4. Digunakan langsung dari botolnya tanpa dituang ke beaker glass.

c. Nessler

5. Campur dan haluskan 50 gram serbuk HgI_2 dan 35 gram KI kemudian dilarutkan dengan 80 gram NaOH yang sudah dilarutkan dengan aquades hingga 500 mL. Biarkan mengendap dan diambil supernatannya.

d. Garam Signet

6. Larutkan 50 gram K.Na.Tartrat ke dalam 500 mL aquades, kemudian ditambahkan 5 mL larutan nessler sebagai pengawet.

2. Prosedur

7. Kandungan nitrogen atau kadar N dianalisis dengan metode kjeldahl dengan prosedur sebagai berikut:

- Mengambil sebanyak 0,2 gram dari sampel yang sudah bebas kadar air (berat sampel yang sudah dioven 24 jam, atau setelah melewati analisa kadar air)
- Menggerus sampel sampai halus
- Memasukkan kedalam gelas beaker yang tahan panas
- Menambahkan N-digest sebanyak 25 mL diamkan semalam
- Memanaskan diatas kompor hingga tersisa 5 mL
- Menambahkan aquadest sampai volume 20 mL
- Memanaskan kembali sampai tersisa 10 mL
- Mendinginkan sampai dingin dan terendap
- Mengambil 5 mL sampel air yang bebas endapan
- Memasukkan kedalam erlenmeyer
- Menambahkan air sampai dengan 25 mL
- Mengambil 10 mL campuran sampel tersebut
- Menambahkan 1 mL larutan nessler
- Menambahkan 1 mL larutan garam signet
- Membaca nilai absorbannya dengan spektrofotometri yang sudah dikalibrasi dengan panjang gelombang 410 nm dan dicatat.

$$\%N = \frac{\text{Konsentrasi Larutan} \times \text{Volume Larutan}}{\text{Berat Kering Sampel} \times 1000} \times 100$$

6. Rasio C/N

Perhitungan rasio C/N dapat diperoleh dari kadar C dan kadar N kemudian dimasukkan ke dalam rumus:

$$\%C = \%N \times C/N$$



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

LAPORAN HASIL UJI

No. 8596/18/LHU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

No. Analisa : P. 8596
Analyze number
Contoh : Air Lindi
Sample
Kode / Merk : Terlampir
Code / Brand
Nama Pengirim : ALYA SYIFA DESYANTI
Sender's Name
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya
Address
Jenis Usaha :-
Type of business
Petugas Pengambil Contoh :-
Sampling Officer
Instansi :-
Institute
Tanggal/Jam Pengambilan Contoh :-
Date/Time of sampling
Tanggal/Jam Diterima Laboratorium :- 23 November 2018 / Jam 15.30 WIB
Date/Time acceptance by laboratory
Lokasi Pengambilan Contoh :-
Location of sampling
Acuan Metode Sampling :-
Sampling method

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah :-
Discharge of waste
Jumlah Produksi :-
Number of production
Penggunaan bahan baku rata-rata selama bulan pemantauan :-
Average usage of raw materials during the monitoring month

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan :-
pH on sampling time
Suhu contoh pada saat pengambilan :-
Temperature on sampling time



Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8596/18/LHU/2/XII/2018

Nomor Analisa : 2018P8596
Contoh : Air Lindi
Merk : H3O C4 TKN
Diterima Tanggal : 23-Nopember-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Alya Syifa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	179.82	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



COPY
TEMBUS



**Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA**

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/>

LAPORAN HASIL UJI
No. 8595/18/LHU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

No. Analisa : P. 8595
Analyze number
Contoh : Air Lindi
Sample
Kode / Merk : Terlampir
Code / Brand
Nama Pengirim : ALYA SYIFA DESYANTI
Sender's Name
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya
Address
Jenis Usaha :
Type of business
Petugas Pengambil Contoh :
Sampling Officer
Instansi :
Institute
Tanggal/Jam Pengambilan Contoh :
Date/time of sampling
Tanggal/Jam Diterima Laboratorium : 23 November 2018 / Jam 15.30 WIB
Date/time acceptance by laboratory
Lokasi Pengambilan Contoh :
Location of sampling
Acuan Metode Sampling :
Sampling method

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah :
Discharge of waste
Jumlah Produksi :
Number of production
Pergunaan bahan baku rata-rata selama bulan pemantauan :
Average usage of raw materials during the monitoring month

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan :
pH on sampling time
Suhu contoh pada saat pengambilan :
Temperature on sampling time



Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8595/18/LHUJZ/XII/2018

Nomor Analisa : 2018P8595
Contoh : Air lindi
Merk : H3O C3 TKN
Diterima Tanggal : 23-Nopember-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Alya Syifa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	218,96	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



**COP
TEMBUS**

Hal. 2 dari 2 (Page 2 of 2)

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8597/18/LHU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

No. Analisa : P. 8597
Analyze number
Contoh : Air Lindi
Sample
Kode / Merk : Terlampir
Code / Brand
Nama Pengirim : ALYA SYIFA DESYANTI
Sender's Name
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya
Address
Jenis Usaha :-
Type of business
Petugas Pengambil Contoh :-
Sampling Officer
Instansi :-
Institute
Tanggal/Jam Pengambilan Contoh :-
Date/Time of sampling
Tanggal/Jam Diterima Laboratorium : 23 November 2018 / Jam 15 30 WIB
Date/Time acceptance by laboratory

Lokasi Pengambilan Contoh :-
Location of sampling

Acuan Metode Sampling :-
Sampling method

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah :-
Discharge of waste

Jumlah Produksi :-
Number of production

Penggunaan bahan baku rata-rata selama bulan pemantauan :-
Average usage of raw materials during the monitoring month

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan :-
pH on sampling time

Suhu contoh pada saat pengambilan :-
Temperature on sampling time



Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - T.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8597/18/LHU/2/XII/2018

Nomor Analisa : 2018P8597
Contoh : Air Lindi
Merk : H3O B3 TKN
Diterima Tanggal : 23-November-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Alya Syfa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	203.36	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



C O P
T E M B U S

Hal. 2 dari 2 (Page 2 of 2)

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 - 1/0

2/2



LAPORAN HASIL UJI

No. 8601/18/LHU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

No. Analisa <i>Analyze number</i>	: P. 8601
Contoh <i>Sample</i>	: Air Lindi
Kode / Merk <i>Code / Brand</i>	: Terlampir
Nama Pengirim <i>Sender's Name</i>	: ALYA SYIFA DESYANTI
Alamat <i>Address</i>	: Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya
Jenis Usaha <i>Type of business</i>	: -
Petugas Pengambil Contoh <i>Sampling Officer</i>	: -
Instansi <i>Institute</i>	: -
Tanggal/Jam Pengambilan Contoh <i>Date/time of sampling</i>	: -
Tanggal/Jam Diterima Laboratorium <i>Date/time acceptance by laboratory</i>	: 23 November 2018 / Jam 15.30 WIB
Lokasi Pengambilan Contoh <i>Location of sampling</i>	: -
Acuan Metode Sampling <i>Sampling method</i>	: -

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah <i>Discharge of waste</i>	: -
Jumlah Produksi <i>Number of production</i>	: -
Penggunaan bahan baku rata-rata selama bulan pemantauan <i>Average usage of raw materials during the monitoring month</i>	: -

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan <i>pH on sampling time</i>	: -
Suhu contoh pada saat pengambilan <i>Temperature on sampling time</i>	: -



Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8601/18/LHU/2/XII/2018

Nomor Analisa : 2018P8601
Contoh : Air Lindi
Merk : H3O B4 TKN
Diterima Tanggal : 23-Nopember-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Alya Syifa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	150.4	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



**COPY
TEMBUS**

Hal. 2 dari 2 (Page 2 of 2)

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok. : FM - 7.09.02 - 1.0



LAPORAN HASIL UJI
No. 8600/18/L/HU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

No. Analisa : P. 8500
Analyze number
Contoh : Air Lindi
Sample
Kode / Mark : Terlampir
Code / Brand
Nama Pengirim : ALYA SYIFA DESYANTI
Sender's Name
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya
Address
Jenis Usaha :
Type of business
Petugas Pengambil Contoh :
Sampling Officer
Instansi :
Institute
Tanggal/Jam Pengambilan Contoh :
Date/time of sampling
Tanggal/Jam Diterima Laboratorium : 23 November 2018 / Jam 15.30 WIB
Date/time acceptance by laboratory
Lokasi Pengambilan Contoh :
Location of sampling
Acuan Metode Sampling :
Sampling method

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah :
Discharge of waste
Jumlah Produksi :
Number of production
Penggunaan bahan baku rata-rata selama bulan pemantauan :
Average usage of raw materials during the monitoring month

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan :
pH on sampling time
Suhu contoh pada saat pengambilan :
Temperature on sampling time



Desember 2018
Kepala Seksi
Jasa Teknik

Primo Cahyo Primah, SE, MM
NIP. 196403151991032001

Hal 1 dari 2
Page 1 of 2

Pernyataan:
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8600/18/LHU/2/XII/2018

Nomor Analisa : 2018P8600
Contoh : Air Lindi
Merk : H3O B1 TKN
Diterima Tanggal : 23-Nopember-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Alya Syifa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	104.61	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



COPY
TEMBUS



LAPORAN HASIL UJI

No. 8599/18/LHU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

No. Analisa : P. 8599
Analyse number
Contoh : Air Lindi
Sample
Kode / Merk : Terlampir
Code / Brand
Nama Pengirim : ALYA SYFA DESYANTI
Sender's Name
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya
Address
Jenis Usaha :-
Type of business
Petugas Pengambil Contoh :-
Sampling Officer
Instansi :-
Institute
Tanggal/Jam Pengambilan Contoh :-
Date/time of sampling
Tanggal/Jam Diterima Laboratorium : 23 November 2018 / Jam 15.30 WIB
Date/time acceptance by laboratory
Lokasi Pengambilan Contoh :-
Location of sampling
Acuan Metode Sampling :-
Sampling method

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah :-
Discharge of waste
Jumlah Produksi :-
Number of production
Penggunaan bahan baku rata rata selama bulan pemantauan :-
Average usage of raw materials during the monitoring month

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan :-
pH on sampling time
Suhu contoh pada saat pengambilan :-
Temperature on sampling time



Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8599/18/LHU/2/XII/2018

Nomor Analisa : 2018P8599
Contoh : Air Lindi
Merk : H3O C1 TKN
Diterima Tanggal : 23-Nopember-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Alya Syifa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	86.2	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



COPY
TEMBUS



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenerperin.go.id/>

LAPORAN HASIL UJI

No. 8598/18/LHU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

No. Analisa : P. 8598
Analyze number

Contoh : Air Lindi
Sample

Kode / Merk : Terlampir
Code / Brand

Nama Pengirim : ALYA SYIFA DESYANTI
Sender's Name

Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya
Address

Jenis Usaha : -
Type of business

Petugas Pengambil Contoh : -
Sampling Officer

Instansi : -
Institute

Tanggal/Jam Pengambilan Contoh : -
Date/time of sampling

Tanggal/Jam Diterima Laboratorium : 23 November 2018 / Jam 15.30 WIB
Date/time acceptance by laboratory

Lokasi Pengambilan Contoh : -
Location of sampling

Acuan Metode Sampling : -
Sampling method

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah : -
Discharge of waste

Jumlah Produksi : -
Number of production

Penggunaan bahan baku rata rata selama bulan pemantauan : -
Average usage of raw materials during the monitoring month

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan : -
pH on sampling time

Suhu contoh pada saat pengambilan : -
Temperature on sampling time



Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FR - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 8598/18/L.HU/2/XII/2018

Nomor Analisa : 2018P8598
Contoh : Air Lindi
Merk : H3O C2 TKN
Diterima Tanggal : 23-Nopember-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Alya Syifa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	288.56	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



**COPY
TEMBUS**

Hal. 2 dari 2 (Page 2 of 2)

Perthatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : PM - 7.09.02 1/0



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenerperin.go.id/>

LAPORAN HASIL UJI
No. 8598/18/LHU/2/XII/2018

UMUM/GENERAL

P.8602

No. Analisa
Analyze number

Contoh
Sample : Air Lindi

Kode / Merk
Code / Brand : Terlampir

Nama Pengirim
Sender's Name : ALYA SYIFA DESYANTI

Alamat
Address : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Jenis Usaha
Type of business :-

Petugas Pengambil Contoh
Sampling Officer :-

Instansi
Institute :-

Tanggal/Jam Pengambilan Contoh
Date/time of sampling :-

Tanggal/Jam Diterima Laboratorium
Date/time acceptance by laboratory : 23 November 2018 / Jam 15.30 WIB

Lokasi Pengambilan Contoh
Location of sampling :-

Acuan Metode Sampling
Sampling method :-

DATA INDUSTRI/INDUSTRIAL DATA

Debit Limbah
Discharge of waste :-

Jumlah Produksi
Number of production :-

Penggunaan bahan baku rata
rata selama bulan pemantauan
Average usage of raw materials
during the monitoring month :-

KEADAAN SAMPEL/SAMPLE CONDITION

pH contoh pada saat pengambilan
pH on sampling time :-

Suhu contoh pada saat pengambilan
Temperature on sampling time :-



Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemendin.go.id/>

LAPORAN HASIL UJI

No. 8598/18/LH/2/XB/2018

Nomor Analisa : 20180502
Contoh : Air Lindi
Merk : H3O B2 TKN
Diterima Tanggal : 23-November-2018
Catatan Sampel : 100 ml air lindi dalam botol

Nama Pengirim : Aya Syifa Desyanti
Alamat : Jl. Gebang Kidul No. 25 Surabaya

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
N-Kjedal *	mg/L	201,36	N-Kjedal

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC



**COPY
TEMBUS**

Hal. 2 dari 2 (Page 2 of 2)

Perhatikan :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan secara keseluruhan
Kode Dok. : RP - 7.08.02 1/0

Lampiran Hasil Analisis

Tabel Suhu pada reaktor

SUHU PADA REAKTOR (°C)							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	32	33	33	32	31	33	33
B1	33	34	32	31	33	33	33
C2	31	32	32	32	31	30	33
B2	30	34	34	33	30	30	35
C3	35	33	33	33	32	30	36
B3	32	33	33	33	31	30	34
C4	32	33	33	33	33	30	34
B4	33	32	32	32	33	30	35

Tabel Nilai pH pada Reaktor

pH PADA REAKTOR							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	7,6	7,85	8,4	9,21	8,03	7,8	7,06
B1	7,42	7,8	8,31	9,06	7,76	6,7	6,1
C2	4,23	5,03	5,05	5,17	5,05	5,03	5,02
B2	4,84	5,13	6,77	8,95	7,31	7,21	7,1
C3	5,66	6,27	5,99	7,28	6,21	6,06	5,87
B3	5,74	6,1	5,98	7,48	5,87	5,8	5,31
C4	5,28	5,26	5,33	8,06	5,41	5,32	5,28
B4	5,33	5,18	5,17	7,89	5,15	5,13	5,03

Tabel Nilai Total Solid (mg/L)

TOTAL SOLID PADA REAKTOR (mg/L)							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	5.492	5.036	5.148	5.196	4.792	4.716	4.524
B1	5.640	5.132	5.136	5.420	5.288	5.244	4.600
C2	28.588	21.176	21.680	23.300	21.110	20.428	20.110
B2	18.264	7.328	9.732	14.880	7.308	7.240	6.824
C3	13.500	7.764	8.076	9.376	7.592	7.540	7.084
B3	13.428	9.044	9.144	9.640	8.300	7.840	7.704
C4	10.592	8.452	8.632	9.108	8.036	7.904	7.700
B4	10.128	8.456	8.684	9.980	7.876	7.872	7.872

Tabel Nilai Total Volatil Solid (mg/L)

VOLATIL SOLID PADA REAKTOR (mg/L)							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	1.748	1.368	1.412	1.496	1.144	988	736
B1	1.796	1.508	1.532	1.728	1.352	1.332	1.260
C2	23.464	13.650	13.852	15.672	12.650	7.992	1.588
B2	14.368	3.076	5.368	10.380	2.732	2.532	2.500
C3	9.952	3.956	4.516	5.880	3.844	3.828	3.340
B3	9.768	5.024	5.216	5.784	4.484	3.992	3.844
C4	7.020	4.428	4.540	4.652	4.156	3.920	3.784
B4	6.348	4.624	4.880	6.068	4.292	4.012	3.968

Tabel Nilai C-Organik (mg/L)

C ORGANIK PADA REAKTOR (mg/L)							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	1.014	794	819	868	664	573	427
B1	1.042	875	889	1.002	784	773	730
C2	13.610	8.084	9.090	9.621	6.782	6.632	1.021
B2	8.334	1.884	3.114	6.020	1.850	1.784	1.385
C3	5.772	2.294	2.620	3.410	2.230	2.220	1.937
B3	5.665	2.914	3.025	3.354	2.600	2.315	2.230
C4	4.072	2.568	2.634	2.698	2.410	2.274	2.194
B4	3.682	2.568	2.830	3.520	2.490	2.327	2.300

Tabel Nilai BOD (mg/L)

BOD PADA REAKTOR							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	944	738	762	808	618	534	396
B1	970	720	814	828	680	630	534
C2	12.670	7.371	7.480	8.462	4.316	4.160	1.058
B2	7.760	1.662	2.898	5.605	1.500	1.476	1.430
C3	5.374	2.136	2.438	3.175	2.076	2.067	1.804
B3	5.274	2.712	2.816	3.124	2.422	2.156	2.076
C4	3.790	2.390	2.452	2.512	2.244	2.116	2.044
B4	3.425	2.496	2.635	3.276	2.318	2.166	2.142

Tabel Nilai TKN (mg/L) Hari ke 30

Reaktor	H30
C1	86,2
B1	104,61
C2	288,56
B2	201,36
C3	218,96
B3	203,36
C4	179,82
B4	150,4

Tabel Rasio C/N (mg/L)

C/N PADA REAKTOR							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	12,1	11,1	10,2	5,4	2,09	0,7	0,5
B1	15,2	13,1	10,8	7,4	3,4	2,6	0,8
C2	14,5	12,3	12,1	5,4	4,6	4,5	0,4
B2	10,4	7,9	4,6	5,5	3,8	1,7	1,3
C3	10,2	6,7	5,3	4,5	4,3	1,6	1,5
B3	11,7	4,7	2,8	1,7	1,6	1,5	0,8
C4	8,6	4,1	4,0	2,0	3,5	1,9	0,5
B4	7,49	3,2	2,1	1,9	2,2	2,0	3,1

Tabel nilai N (mg/L NH-3)

N [mg/L NH ₃ -N] PADA REAKTOR							
Reaktor	H0	H5	H10	H15	H20	H25	H30
C1	1.661	1.283	1.152	1.114	999	813	813
B1	1.376	1.371	1.283	1.097	1.086	1.015	911
C2	1.868	1.562	1.500	1.480	1.447	1.447	1.327
B2	1.595	1.529	1.316	1.141	1.140	1.048	1.040
C3	1.693	1.524	1.458	1.447	1.414	1.387	1.250
B3	2.202	2.109	1.666	1.644	1.606	1.491	1.475
C4	1.420	1.305	1.305	1.278	1.250	1.168	1.147
B4	2.016	1.639	1.343	1.338	1.152	1.141	1.075

Lampiran Persen Removal Tiap Parameter

Reaktor	TS		% penurunan
	Awal	Akhir	
C1	5.492,0	5.148,0	17,6
C2	28.588,0	10.680,0	62,6
C3	13.500,0	7.540,0	44,1
C4	10.592,0	7.904,0	25,4
B1	5.640,0	5.136,0	8,9
B2	18.264,0	7.240,0	60,4
B3	13.428,0	7.840,0	41,6
B4	10.128,0	7.872,0	22,3

Reaktor	TVS		% penurunan
	Awal	Akhir	
C1	1.748,0	1.496,0	14,4
C2	23.464,0	1.588,0	93,2
C3	9.952,0	3.828,0	61,5
C4	7.020,0	3.920,0	44,2
B1	1.796,0	1.728,0	3,7
B2	14.368,0	2.500,0	82,6
B3	9.768,0	3.844,0	41,6
B4	6.348,0	4.012,0	22,3

Reaktor	C		% penurunan
	Awal	Akhir	
C1	1.014,0	427,0	57,9
C2	13.610,0	1.021,0	92,4
C3	5.772,0	1.937,0	66,4
C4	4.072,0	2.194,0	46,1
B1	1.042,0	730,0	29,9
B2	8.334,0	1.385,0	83,3
B3	5.665,0	2.230,0	60,6
B4	3.682,0	2.300,0	37,5

Reaktor	BOD		% penurunan
	Awal	Akhir	
C1	944,0	808,0	14,4
C2	12.670,0	1.058,0	91,6
C3	5.374,0	2.067,0	61,5
C4	3.790,0	2.116,0	44,1
B1	970,0	534,0	44,9
B2	7.760,0	1.430,0	81,6
B3	5.274,0	2.076,0	60,6
B4	3.425,0	2.166,0	36,7

Reaktor	N(mg/LNH-3)		% penurunan
	Awal	Akhir	
C1	1.661,0	813,6	10,3
C2	1.868,8	1.327,5	28,9
C3	1.693,8	1.251,0	26,1
C4	1.420,4	1.147,1	19,2
B1	1.376,7	912,0	33,8
B2	1.595,4	1.040,7	20,9
B3	2.202,3	1.475,1	33,0
B4	2.016,4	1.076,0	46,7

Reaktor	Rasio C/N		% penurunan
	Awal	Akhir	
C1	12,1	1,5	87,6
C2	14,5	0,4	97,2
C3	10,2	1,5	85,3
C4	8,61	2,5	70,9
B1	15,2	1,8	88,1
B2	10,4	1,33	87,2
B3	11,7	1,7	85,4
B4	7,49	3,1	71,5

Lampiran Hasil Uji SPSS
Between-Subjects Factors

Value Label			N
Pengadukan	1	Tanpa diaduk	28
	2	Diaduk	28
	1	Komposisi 100:0	14
	2	Komposisi 30:70	14
Komposisi Lindi : Slurry	3	Komposisi 50:50	14
	4	Komposisi 70:30	14

Descriptive Statistics

Dependent Variable: PH

Pengadukan	Komposisi Lindi : Slurry	Mean	Std. Deviation	N
Tanpa diaduk	Komposisi 100:0	79.929	,67463	7
	Komposisi 30:70	49.400	,31723	7
	Komposisi 50:50	61.914	,52203	7
	Komposisi 70:30	57.057	103.932	7
	Total	62.075	131.619	28
Diaduk	Komposisi 100:0	75.929	,98263	7
	Komposisi 30:70	67.586	140.001	7
	Komposisi 50:50	60.400	,68193	7
	Komposisi 70:30	55.543	103.376	7
	Total	64.864	126.668	28
Total	Komposisi 100:0	77.929	,83593	14
	Komposisi 30:70	58.493	135.701	14
	Komposisi 50:50	61.157	,58871	14
	Komposisi 70:30	56.300	,99898	14
Total	Total	63.470	128.759	56

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable: Nitrogen			
F	df1	df2	Sig.
5.314	7	48	,000
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + aduk + komposisi + aduk * komposisi			

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	52,977 ^a	7	7.568	9.508	,000
Intercept	2.255.902	1	2.255.902	2.834.166	,000
aduk	1.089	1	1.089	1.368	,248
komposisi	40.681	3	13.560	17.036	,000
aduk * komposisi	11.207	3	3.736	4.693	,006
Error	38.206	48	,796		
Total	2.347.085	56			
Corrected Total	91.183	55			

a. R Squared = ,581 (Adjusted R Squared = ,520)

Estimated Marginal Means

1. Pengadukan

Dependent Variable: PH

Pengadukan	Mean	Std. Error	99% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Tanpa diaduk	6.208	,169	5.755	6.660
Diaduk	6.486	,169	6.034	6.939

2. Komposisi Lindi : Slurry

Dependent Variable: PH

Komposisi Lindi : Slurry	Mean	Std. Error	99% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Komposisi 100:0	7.793	,238	7.153	8.432
Komposisi 30:70	5.849	,238	5.210	6.489
Komposisi 50:50	6.116	,238	5.476	6.755
Komposisi 70:30	5.630	,238	4.990	6.270

3. Pengadukan * Komposisi Lindi : Slurry

Dependent Variable: PH

Pengadukan	Komposisi Lindi : Slurry	Mean	Std. Error	99% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Tanpa diaduk	Komposisi 100:0	7.993	,337	7.088	8.897
	Komposisi 30:70	4.940	,337	4.036	5.844
	Komposisi 50:50	6.191	,337	5.287	7.096
	Komposisi 70:30	5.706	,337	4.801	6.610
	Komposisi 100:0	7.593	,337	6.688	8.497
	Komposisi 30:70	6.759	,337	5.854	7.663
	Komposisi 50:50	6.040	,337	5.136	6.944
	Komposisi 70:30	5.554	,337	4.650	6.459

Post Hoc Tests

Komposisi Lindi : Slurry

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PH

Tukey HSD

(I) Komposisi Lindi : Slurry	(J) Komposisi Lindi : Slurry	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Komposisi 100:0	Komposisi 30:70	1,9436*	,33721	,000	,8362	30.510
	Komposisi 50:50	1,6771*	,33721	,000	,5697	27.846
	Komposisi 70:30	2,1629*	,33721	,000	10.554	32.703
Komposisi 30:70	Komposisi 100:0	-1,9436*	,33721	,000	-30.510	-,8362
	Komposisi 50:50	-,2664	,33721	,859	-13.738	,8410

	Komposisi 70:30	,2193	,33721	,915	-,8881	13.267
	Komposisi 100:0	-1,6771*	,33721	,000	-27.846	-,5697
	Komposisi 30:70	,2664	,33721	,859	-,8410	13.738
Komposisi 50:50	Komposisi 70:30	,4857	,33721	,481	-,6217	15.931
	Komposisi 100:0	-2,1629*	,33721	,000	-32.703	-10.554
	Komposisi 30:70	-,2193	,33721	,915	-13.267	,8881
Komposisi 70:30	Komposisi 50:50	-,4857	,33721	,481	-15.931	,6217

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,796.

*. The mean difference is significant at the ,01 level.

Homogeneous Subsets

PH

Tukey HSD

Komposisi i Lindi : Slurry	N	Subset	
		1	2
Komposisi i 70:30	14	56.300	
Komposisi i 30:70	14	58.493	
Komposisi i 50:50	14	61.157	
Komposisi i 100:0	14		77.929
Sig.		,481	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,796.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14,000.

b. Alpha = ,01.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Pengadukan	1	Tanpa diaduk	28
	2	Diaduk	28
Komposisi Lindi : Slurry	1	Komposisi 100:0	14
	2	Komposisi 30:70	14
	3	Komposisi 50:50	14
	4	Komposisi 70:30	14

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Suhu

Pengadukan	Komposisi Lindi : Slurry	Mean	Std. Deviation	N
Tanpa diaduk	Komposisi 100:0	324.286	,78680	7
	Komposisi 30:70	315.714	,97590	7
	Komposisi 50:50	331.429	195.180	7
	Komposisi 70:30	325.714	127.242	7
	Total	324.286	137.244	28
Diaduk	Komposisi 100:0	327.143	,95119	7
	Komposisi 30:70	322.857	221.467	7
	Komposisi 50:50	322.857	138.013	7
	Komposisi 70:30	324.286	151.186	7
	Total	324.286	150.132	28
Total	Komposisi 100:0	325.714	,85163	14
	Komposisi 30:70	319.286	168.543	14
	Komposisi 50:50	327.143	168.379	14
	Komposisi 70:30	325.000	134.450	14
Total	Total	324.286	142.519	56

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Suhu

F	df1	df2	Sig.
2.091	7	48	,063

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + aduk + komposisi + aduk * komposisi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Suhu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9,714 ^a	7	1.388	,653	,710
Intercept	58.890.286	1	58.890.286	27.713.076	,000
aduk	,000	1	,000	,000	1.000
komposisi	5.000	3	1.667	,784	,509
aduk * komposisi	4.714	3	1.571	,739	,534
Error	102.000	48	2.125		
Total	59.002.000	56			
Corrected Total	111.714	55			

a. R Squared = ,087 (Adjusted R Squared = -,046)

Estimated Marginal Means

1. Pengadukan

Dependent Variable: Suhu

Pengadukan	Mean	Std. Error	99% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Tanpa diaduk	32.429	,275	31.690	33.167
Diaduk	32.429	,275	31.690	33.167

2. Komposisi Lindi : Slurry

Dependent Variable: Suhu

Komposisi Lindi : Slurry	Mean	Std. Error	99% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Komposisi 100:0	32.571	,390	31.526	33.616
Komposisi 30:70	31.929	,390	30.884	32.974
Komposisi 50:50	32.714	,390	31.669	33.759
Komposisi 70:30	32.500	,390	31.455	33.545

3. Pengadukan * Komposisi Lindi : Slurry

Dependent Variable: Suhu

Pengadukan	Komposisi Lindi : Slurry	Mean	Std. Error	99% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Tanpa diaduk	Komposisi 100:0	32.429	,551	30.951	33.906
	Komposisi 30:70	31.571	,551	30.094	33.049
	Komposisi 50:50	33.143	,551	31.665	34.621
	Komposisi 70:30	32.571	,551	31.094	34.049
	Komposisi 100:0	32.714	,551	31.236	34.192
	Komposisi 30:70	32.286	,551	30.808	33.764
Diaduk	Komposisi 50:50	32.286	,551	30.808	33.764
	Komposisi 70:30	32.429	,551	30.951	33.906

Post Hoc Tests

Komposisi Lindi : Slurry

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Suhu

Tukey HSD

(I) Komposisi Lindi : Slurry	(J) Komposisi Lindi : Slurry	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Komposisi 100:0	Komposisi 30:70	,6429	,55097	,650	-11.666	24.523
	Komposisi 50:50	-,1429	,55097	,994	-19.523	16.666
	Komposisi 70:30	,0714	,55097	,999	-17.380	18.809
	Komposisi 100:0	-,6429	,55097	,650	-24.523	11.666
Komposisi 30:70	Komposisi 50:50	-,7857	,55097	,490	-25.951	10.237
	Komposisi 70:30	-,5714	,55097	,729	-23.809	12.380
Komposisi	Komposisi 100:0	,1429	,55097	,994	-16.666	19.523

si 50:50	Komposisi 30:70	,7857	,55097	,490	-10.237	25.951
	Komposisi 70:30	,2143	,55097	,980	-15.951	20.237
	Komposisi 100:0	-,0714	,55097	,999	-18.809	17.380
Komposisi 70:30	Komposisi 30:70	,5714	,55097	,729	-12.380	23.809
	Komposisi 50:50	-,2143	,55097	,980	-20.237	15.951

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2,125.

Homogeneous Subsets Suhu

Tukey HSD

Komposisi Lindi : Slurry	N	Subset
		1
Komposisi 30:70	14	319.286
Komposisi 70:30	14	325.000
Komposisi 100:0	14	325.714
Komposisi 50:50	14	327.143
Sig.		,490

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2,125.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14,000.

Lampiran Dokumentasi



Memasukkan bahan kedalam reaktor



Reaktor sebelum diisi bahan



Reaktor sesudah diisi bahan

BIOGRAFI PENULIS



ALYA SYIFA DESYANTI, lahir di Kediri, 02 Desember 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di MI Plus Al-Islam Dagangan Madiun (2002-2008), SMPN 1 Geger Madiun (2008-2011), dan SMAN 3 Kota Madiun (2011-2014). Selepas lulus SMA pada tahun 2014, penulis memasuki jenjang S-1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menempuh kuliah, penulis aktif di berbagai kegiatan kampus. Penulis pernah menjabat sebagai Pengurus Koperasi Mahasiswa (Kopma) ITS, Surabaya (periode 2015-2017). Penulis dapat dihubungi via email di alyadesyanti@gmail.com



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019


Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 19 Juli 2019
Pukul : 13.00 - 15.00
Lokasi : TL 105
Judul : Co-Digestion Sampah Mengandung Lignoselulosa Dan Lindi Pada Proses Anaerobik

Nama : Alya Syifa Desyanti
NRP. : 0321144000010
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
23	Halaman kosong selain akhir bab → harus diisi
43	Gambar 3.1 → diperbaiki huruf / font dan gambar flowchartnya Gambar 4.11 → benayun nilai BOD & # 25 & 30 menygelat?


29/07/2019

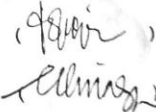
Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Bieby Vojiant Tangahu, ST, MT, PhD

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT.





PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 19 Juli 2019
Pukul : 13.00 - 15.00
Lokasi : TL 105
Judul : Co-Digestion Sampah Mengandung Lignoselulosa Dan Lindi Pada Proses Anaerobik
Nama : Alya Syifa Desyanti
NRP. : 0321144000010
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1	Penyusunan diperbaiki di buku
2	Halaman kosong diisi
3	Abs trakte diperbaiki
	Diperbaiki

26/7 2019
Welly

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Welly Herumurti ST., M.Sc.

Dosen Pembimbing Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT.

(Welly)
Alma



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)

Periode: Genap 2018-2019

No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 19 Juli 2019

Pukul : 13.00 - 15.00

Lokasi : TL 105

Judul : Co-Digestion Sampah Mengandung Lignoselulosa Dan Lindi Pada Proses Anaerobik

Nama : Alya Syifa Desyanti

NRP. : 0321144000010

Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1/	Penulisan : - hal kosong - Spasi stlh titik - daftar tabel/gbr - Campiran sdh rebut 2' teles ?
2/	gbr 4.7 → mayapa dilinearkan.
3/	tambahkan karak awal / reaktor.
4/	kempulan no 1, sederhanakan. 2, C ₂ tulis komposisinya.

19/7

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Ipung Fitri Punwanti, ST, MT, PhD

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT.




FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : ALYA SYIFA DESYANTI
NRP : 0321144000000
Judul Tugas Akhir : CO-DIGESTION SAMPAH MENGANDUNG LIGASULFOSA DAN LINDI
PADA PROSES ANAEROBIK

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Penulisan - halaman kosong, spasi setelah titik, daftar tabel / gambar, lampiran diperbaiki	Sudah diperbaiki
2.	Tambahkan karakter awal reaktor	Sudah ditambahkan
3.	Kesimpulan no 1 sedehankan, no 2, tulis komposisi C ₂	Sudah diperbaiki
4.	Penulisan diperbaiki	Sudah diperbaiki
5.	Abstrak diperbaiki	Sudah diperbaiki
6.	Gambar 3.1 diperbaiki huruf font dan gambar flowchart	Sudah diperbaiki
7.	Gambar 4.11	
7.	Tabel untuk karakteristik awal TS, VS, C, BOD, N, dan akhir cantumkan % semuanya.	Sudah ditambahkan
8.	Buat tabel C/N ratio untuk masing-masing reaktor.	Sudah ditambahkan

Dosen Pembimbing,


Dr. Ir. Ellina Sitopo, Pande Brine, M.T

Mahasiswa Ybs.,


ALYA SYIFA DESYANTI



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
 Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
 No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
 Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
 Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 19 Juli 2019
 Pukul : 13.00 - 15.00
 Lokasi : TL 105
 Judul : Co-Digestion Sampah Mengandung Lignoselulosa Dan Lindi Pada Proses Anaerobik

Nilai TOEFL 503

Nama : Alya Syifa Desyanti
 NRP. : 03211440000010
 Topik : Penelitian

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir			
①*	Tabel utk karakteristik awal $\left(\begin{matrix} TS \\ COD \\ VS \end{matrix} \right)$ dan akhir $\left(\begin{matrix} C/N \\ VS \\ \end{matrix} \right)$ dan akhir			
	Lantunan % removal		Cand. cair $\left(\begin{matrix} mg/L \\ mg/L \\ \% \end{matrix} \right)$	
	No parameter	awal $\left(\begin{matrix} mg/L \\ mg/L \end{matrix} \right)$	akhir $\left(\begin{matrix} mg/L \\ mg/L \end{matrix} \right)$	% R
	1. TS	TS	VS	
	2. COD			
	3. VS			
	4. C/N			
	5. B1			
	B2			
	B3			
	B4			
②	Buat tabel C/N ratio \rightarrow utk masing ² reaktor. <i>all</i>			

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
 Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
 Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT.

Almasri



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : ALYA SYIFA DESYANTI
NRP : 032114410000010
Judul : CO-DIGESTION SAMPAH MENGANDUNG LIGNOSELULOSA
DAN LINDI PADA PROSES ANAEROBIK

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.		Penentuan variabel	
2.		Pengoperasian reaktor	
3.		Bantuan pembahasan	
4.	15/4 19	Perbaiki pembahasan. font, tabel dan gambar?	
5.	25/6 19	Perbaiki/tambah font + keahian dg pengaruh lbr lbr dg lmp	
6.	25/7 19	Harus perbaiki ujian TA	
7.	29/7 19	Pengesahan laporan	

Surabaya, 20/7/19.....
Dosen Pembimbing

Elinia SP.