

**Laporan Akhir  
Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi  
Tahun Anggaran 2013**



**Pengembangan Rancangan  
Pengolahan Air Limbah Kantin Untuk Produksi Biogas**

**Nur Indradewi Oktavitri, S. T., M. T. (NIDN 0001108301)**  
**Prof. Dr. Ir. Agoes Soegianto, DEA (NIDN 0003086204)**  
**Taufik, S.T., M.Kom. (NIDN 0004017109)**

Dibiayai oleh DIPA Universitas Airlangga / Non BOPTN Tahun Anggaran 2013,  
sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Tentang Kegiatan Penelitian Unggulan  
Perguruan Tinggi Nomor 7673/UN3/KR/2013, Tanggal 2 Mei 2013

**Universitas Airlangga  
Nopember, 2013**

**Laporan Akhir  
Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi  
Tahun Anggaran 2013**



**Pengembangan Rancangan  
Pengolahan Air Limbah Kantin Untuk Produksi Biogas**

**Nur Indradewi Oktavitri, S. T., M. T. (NIDN 0001108301)**  
**Prof. Dr. Ir. Agoes Soegianto, DEA (NIDN 0003086204)**  
**Taufik, S.T., M.Kom. (NIDN 0004017109)**

Dibiayai oleh DIPA Universitas Airlangga / Non BOPTN Tahun Anggaran 2013,  
sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Tentang Kegiatan Penelitian Unggulan  
Perguruan Tinggi Nomor 7673/UN3/KR/2013, Tanggal 2 Mei 2013

**Universitas Airlangga  
Nopember, 2013**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Judul** : Pengembangan Rancangan Pengolahan Air Limbah Kantin Untuk Produksi Biogas

**Peneliti/Pelaksana**  
**Nama Lengkap** : Nur Indradewi Oktavetri, S.T., M.T.  
**NIDN** : 0001108301  
**Jabatan Fungsional** : Asisten Ahli  
**Program Studi** : Ilmu dan Teknologi Lingkungan  
**Nomor HP** : 08165411119  
**Alamat surel (e-mail)** : nur\_i\_d\_o@yahoo.com

**Anggota (1)**  
**Nama Lengkap** : Prof. Dr. Agoes Soegianto, Ir., DEA  
**NIDN** : 0003086204  
**Perguruan Tinggi** : Universitas Airlangga

**Anggota (2)**  
**Nama Lengkap** : Taufik, S.Kom., M. Kom  
**NIDN** : 0004017109  
**Perguruan Tinggi** : Universitas Airlangga

**Anggota (ke n)**  
**Nama Lengkap** : -  
**NIDN** : -  
**Jabatan Fungsional** : -  
**Program Studi** : -  
**Institusi Mitra (jika ada)** : -  
**Nama Institusi Mitra** : -  
**Alamat** : -  
**Penanggung Jawab** : -  
**Tahun Pelaksanaan** : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun  
**Biaya Tahun Berjalan** : Rp. 60.000.000,00  
**Biaya Keseluruhan** : Rp. 120.000.000,00

Mengetahui:  
**Dekan**  
**Fakultaa Sains dan Teknologi,**

(Prof. Drs. Win Darmanto, M.Si., Ph.D.)  
**NIP. 196106161987011001**

Surabaya, 1 Nopember 2013  
**Ketua Peneliti,**

(Nur Indradewi Oktavetri, S.T., M.T.)  
**NIP. 198310012008122004**

Mengetahui:  
**Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unair,**

(Dr. M. Agus Purwanto, Apt., M.Si.)  
**NIP. 195908051987011001**

## RINGKASAN

Penelitian bertujuan optimasi produksi biogas dari pengolahan air limbah kantin. Air limbah yang digunakan air limbah kantin Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. Rancangan yang sedang dikembangkan adalah pengolahan anaerobik hidrolis yang juga dilengkapi dengan biofilter. Pada Tahun pertama, dilakukan uji variasi debit dan ketinggian media kerikil pada reaktor. Parameter yang diukur adalah volume biogas, *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrogen, alkalinitas, *Total Suspended Solid* (TSS), pH, suhu. Hasil dari tahun pertama akan diperoleh debit yang menghasilkan penguraian bahan organik terbesar adalah 0,3 ml/dt dan ketinggian media kerikil yang menghasilkan volume biogas terbesar dan efisiensi pengolahan terbaik adalah 50 cm. Penelitian tahun ke2 adalah menentukan konsentrasi nutrient air limbah yaitu berupa nitrat yang sesuai dengan penambahan  $KNO_3$  untuk degradasi COD dan TSS. Selain itu menguji alkalinitas memiliki kemampuan dalam degradasi COD dan TSS serta produksi biogas dengan penambahan  $Na_2CO_3$ . Tahapan terakhir adalah penentuan penurunan COD dan TSS setelah reaktor dioperasikan dengan kurun waktu tertentu. Pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linear yang digunakan untuk memprediksi produksi biogas di akan datang. Konsentrasi nitrat yang sesuai untuk rancangan ini adalah 20 mg/L dan penambahan alkalinitas hingga 1500 mg/L sehingga dapat meningkatkan penyisihan COD setelah 14 hari adalah 62,71% dan TSS 29,41% (dengan proses bersinambung). Hasil estimasi produksi biogas dengan regresi linear untuk 95 hari adalah 2,512 mL.

## SUMMARY

*The aims of this research was optimizing biogas production from canteen wastewater. Canteen wastewater collected from Faculty of Sains and Technology, Universitas Airlangga. The treatment used hydraulic biofilter with biofilter. In first year, this research investigate flow water and height of media. This research concern with parameter COD; nitrat; alkalinity; TSS; pH; waterthermo. Result from the first year were flow recommended flow water was 0,3 ml/sec and recommended height of media was 50 cm. The second year of this research investigated capability of  $KNO_3$  and  $Na_2CO_3$  to improved degradation capability of COD and TSS. Modelling to predicted of biogas volume also observed in this research. Recommended Nitrat concentration was 20 mg/L and Alkalinity was 1500 mg/L. Therefore, the reactor could decreased COD until 62,71 and 29,41% of TSS with semi continues of this reactor in 14 days. Estimation result of biogas production with linear regression for 95 days was 2,5212 mL.*



## PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT, dengan rahmat dan hidayah-Nya laporan kemajuan penelitian yang berjudul " Pengembangan Rancangan Pengolahan Air Limbah Kantin Untuk Produksi Biogas" ini telah selesai. Laporan penelitian ini membahas tentang potensi tanaman gulma untuk menjadi media filter dalam pengolahan limbah cair. Manfaat dari penelitian ini sebagai dasar untuk alternatif pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengolah air limbah dengan media filter yang terjangkau.

Laporan penelitian ini terdiri atas 7 bab, dimana pada Bab 1 merupakan Pendahuluan yang meliputi latar belakang beserta permasalahan; Bab 2 tentang Tinjauan Pustaka yang berhubungan dengan penelitian ini; Bab3 adalah tujuan dan manfaat dari penelitian ini; sedangkan Bab 4 tentang Metode Penelitian; Bab 5 adalah Hasil dan Pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian ini; Bab 6 tentang rencana tahapan berikutnya dan Bab 7 tentang Kesimpulan dan Saran dari penelitian ini.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga ditujukan kepada semua pihak yang telah memberi banyak dukungan dalam penelitian ini. Serta ucapan terima kasih ditujukan kepada seluruh mahasiswa Ilmu dan Teknologi Lingkungan yang telah membantu penelitian ini dan berbagai pihak lain yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Surabaya, 21 Oktober 2013

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN DAN SUMMARY .....	1
PRAKATA .....	2
DAFTAR ISI .....	3
DAFTAR TABEL .....	4
DAFTAR GAMBAR .....	5
DAFTAR LAMPIRAN .....	6
BAB 1. PENDAHULUAN .....	7
BAB 2. STUDI PUSTAKA .....	9
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	14
BAB 4. METODE PENELITIAN .....	15
BAB 5. HASIL YANG DICAPAI .....	20
BAB 6. RENCANAN TAHAPAN BERIKUTNYA .....	30
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN .....	31
DAFTAR PUSTAKA .....	32
LAMPIRAN	



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Kualitas Air Limbah Kantin FSaintek Unair .....	9
Tabel 5.1 Hasil Analisis Kualitas Air Limbah Setelah reaktor dioperasikan selama 14 hari secara semi kontinyu .....	26

**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Kndungan Nutrien dalam Proses .....	11
Gambar 2.2 Proses Fermentasi Glukosa menjadi Methan .....	11
Gambar 4.1 Bagan Penelitian Tahun ke-1 dan 2 .....	16
Gambar 4.2. Rangkaian Reaktor .....	16
Gambar 4.3 Bagan Alir Tahapan Penelitian Tahun ke-2 .....	17
Gambar 5.1 Hasil analisis air limbah setelah penambahan $KNO_3$ .....	23
Gambar 5.2 Hasil Analisis Penambahan $Na_2CO_3$ pada reakti secara batch	25
Gambar 5.3 Hasil produksi biogas reaktor semi kontinyu .....	27
Gambar 5.4 Hasil peramalan produksi bioga untuk kedua reaktor .....	28



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran 1: Hasil analisis uji anova reaktor batch untuk perbandingan konsentrasi nitra</b> .....	31
<b>Lampiran 2: Hasil analisis anova untuk reaktor semi kontinyu</b> .....	36
<b>Lampiran3: Dokumentasi penelitian</b> .....	37

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Biogas sebuah teknologi sederhana dan mudah untuk diaplikasikan dapat menjadi sebuah solusi yang baik untuk krisis energi. Saat ini yang marak dilakukan adalah penelitian menghasilkan biogas melalui kotoran hewan seperti yang dilakukan oleh Imrowati (2006). Sedangkan menurut Foresti *et al* (2006) pengolahan air limbah domestik dengan anaerob memiliki potensi menghasilkan biogas. Salah satu dari air limbah domestik adalah air limbah kantin.

Salah satu dari jenis pengolahan anaerob adalah anaerob bersekat yang telah diteliti oleh Malakahmad dkk (2004) dan Gašpariková (2004). Gašpariková (2004) berpendapat bahwa semakin lama waktu pengolahan limbah anaerob dapat meningkatkan biogas. Penelitian yang melakukan modifikasi pengolahan anaerob bersekat dengan menambahkan media kerikil belum ada padahal memungkinkan untuk meningkatkan waktu pengolahan sehingga berimplikasi pada meningkatnya biogas. Penelitian ini menambahkan kerikil pada tiap ruang sekat pada pengolahan anaerob bersekat dengan aliran inlet dari bawah ke atas. Pada penelitian tahun pertama dilakukan variasi debit dan ketinggian kerikil untuk mengetahui pengaruh produksi gas. Penelitian ini mengukur parameter penting dalam pengolahan air limbah menurut Metcalf and Eddy (2004) yaitu: *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrogen (N), alkalinitas, *Volatile Suspended Solid* (VSS), pH, suhu, dan pertumbuhan mikroorganisme.

Bagus S (2008) menambahkan bahwa nitrat memiliki peranan penting dalam penambahan produksi biogas pada reaktor dengan debit dan ketinggian kerikil yang menghasilkan biogas optimum. Penelitian ini juga melakukan pemodelan untuk produksi biogas dengan regresi linear. Menurut Gerardi (2003), selain nitrat parameter alkalinitas juga mempengaruhi produksi biogas. Alkalinitas adalah kemampuan air limbah untuk mempertahankan pH dikisaran 6-8. pH 6-8 merupakan pH yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri methan dalam menghasilkan biogas. Gerardi (2003) menyatakan bahwa konsentrasi alkalinitas yang bagus untuk pengolahan anaerob jika alkalinitas dalam air limbah mencapai 1500 mg/L

Dalam penelitian ini juga dilakukan kajian tentang efisiensi pengolahan dalam aliran semi kontinyus. Hal ini dimaksudkan agar rancangan yang dihasilkan selain optimal

menghasilkan biogas juga optimal dalam efisiensi pengolahan sehingga rancangan ini juga mampu mengolah air limbah dengan baik sebelum di buang ke badan air.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Di tahun pertama, berapakah debit dan tinggi media yang mampu menyisihkan COD dan TSS?
- b. Di tahun kedua, berapakah konsentrasi nitrat yang dapat menurunkan COD dan TSS paling efektif?
- c. Apakah peningkatan nilai alkalinitas dapat meningkatkan penyisihan COD dan TSS serta produksi biogas
- d. Berapakah konsentrasi COD dan TSS dari hasil olahan reaktor seni kontinyu dengan dan tanpa penambahan  $\text{KNO}_3$  serta  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
- e. Berapakah hasil estimasi produksi biogas dengan persamaan regresi linear ?

### 1.3 Urgensi (Keutamaan) penelitian

Optimalisasi dalam menghasilkan biogas pada proses pengolahan air limbah domestik dapat dilakukan dengan meningkatkan waktu proses. Waktu proses dapat dilakukan dengan memodifikasi rancangan pengolahan. Rancangan pengolahan ini diuji kehandalannya dibanding dengan pengolahan anaerob bersekat konvensional dengan melakukan variasi debit, ketinggian media kerikil. Hasil dari tahapan ini dapat dioptimumkan lagi dalam menghasilkan biogas dengan melakukan peningkatan kandungan nitrat pada air limbah dengan  $\text{KNO}_3$ .

Penelitian ini berorientasi agar modifikasi pengolahan anaerob bersekat dapat diaplikasikan ke masyarakat sehingga dilakukan pemodelan pertumbuhan mikroba sebagai sumber penghasil biogas dan biogasnya sendiri. Hasil dari tahap ini dapat diperoleh kinetika pertumbuhan mikroba dan biogas yang dihasilkan dalam jangka panjang

## BAB 2. STUDI PUSTAKA

### 2.1. Air Limbah Kantin

Kantin FSaintek Unair merupakan fasilitas yang ada di FSaintek Unair untuk tempat membeli makanan dan minuman. Tiap kantin menjual berbagai jenis masakan yang berbeda seperti makanan jawa dan makanan cina. Air limbah kantin tersebut tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air, padahal kualitas air limbah kantin FSaintek Unair kandungan BOD dan TSS nya melebihi baku mutu (Tabel 1). BOD adalah kebutuhan oksigen dari mikroorganisme untuk mengolah bahan organik air limbah. Sedangkan TSS adalah kandungan partikel tersuspensi pada air limbah.

Tabel 2.1 Kualitas Air Limbah Kantin FSaintek, Unair

No.	Parameter	Satuan	Kualitas air limbah kantin	Baku mutu*	Keterangan
1	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	mg/l	169 -3185	100	Melebihi baku mutu
2	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	mg/l	123 - 493	100	Melebihi baku mutu
3	Minyak dan lemak	mg/l	1,7-3,9	10	Sesuai baku mutu
4	pH	-	6-6,19	6-9	Sesuai baku mutu

Sumber: Oktavitri, dkk (2010)

\*Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003

Aktifitas dari kegiatan kantin juga berfluktuasi, sehingga debit air limbah juga mengalami fluktuasi sehingga memerlukan bak ekualisasi jika hendak melakukan pengolahan. Debit air limbah kantin cukup kecil berkisar 0,01-0,04 L/dt (Oktavitri dkk,2010)

### 2.2. Rancangan Pengembangan Pengolahan Air Limbah Anaerob Bersekat

Pengolahan air limbah bersekat merupakan salah satu jenis pengolahan *suspended growth* yang memanfaatkan sekat (*baffle*) dalam pengadukan bertujuan memungkinkan terjadinya kontak antara air limbah dan biomassa (Metcalf and Eddy, 2004). Pengolahan anaerob bersekat memiliki pengurangan zat padat tersuspensi kurang baik, karena zat padat yang mendekati densitas air dapat terbawa keluar ke outlet pengolahan (Indriani dan Herumurti, 2010). Metcalf and Eddy (2004) menyatakan bahwa pengolahan air limbah yang menggunakan penyaring/media dapat menurunkan zat padat tersuspensi.

Dalam penelitian Indriani dan Herumurti (2010) melakukan kombinasi proses anaerob bersekat dan biofilter dalam pengolahan air limbahnya memiliki removal cukup baik untuk COD dan zat padat terlarut berkisar 80%. Hal ini dikarenakan HRT yang semakin tinggi dari kombinasi tersebut. Penelitian Indriani dan Herumurti (2010) memisahkan kedua proses tersebut, sehingga ada dua tahap, yaitu setelah dari anaerob bersekat lalu ke biofilter. Sehingga, luas area yang dibutuhkan untuk reactor ini cukup luas.

Malakahmad dkk (2004) juga melakukan pengembangan anaerob bersekat dengan menambah jumlah sekat, agar aliran dalam air (HRT) semakin lama. Metcalf and Eddy (2004) menyakan bahwa jumlah minimal dalam pengolahan anaerob bersekat adalah tiga. Bagus S (2010) menambahkan bahwa panjang atau lebar dari unit pengolahan anaerob berkisar 20% dari tinggi bak serta tinggi sekat minimal 30 cm untuk reactor.

Penambahan media filter pada anaerob bersekat akan menjadi terobosan baru karena akan terjadi kombinasi dua metode pertumbuhan bakteri yaitu *suspended growth* dan *attach growth*. Selain itu penambahan media juga akan memperlama waktu hidrolis sehingga menurut Gašpariková (2004), jumlah biogas akan meningkat dan efisiensi pengolahan akan meningkat.

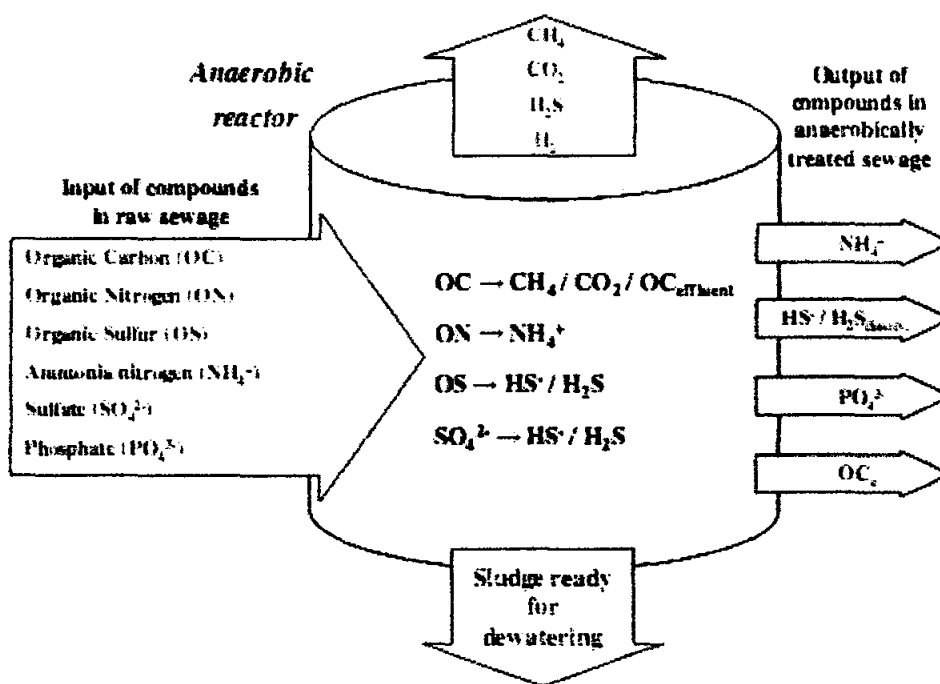
### 2.3. Biogas dari Pengolahan Air Limbah Anaerob

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh bakteri apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reactor pada kondisi anaerob (tanpa udara). Biogas dapat diproduksi dari bahan organik dengan bantuan bakteri untuk proses fermentasi anaerobnya. Beberapa penelitian tentang produksi biogas dari pengolahan air limbah anaerob adalah Malakahmad dkk (2004); Malakahmad dkk (2009); dan Bagus S (2010). Dalam penelitian tersebut ada beberapa factor yang berpengaruh pada proses produksi biogas:

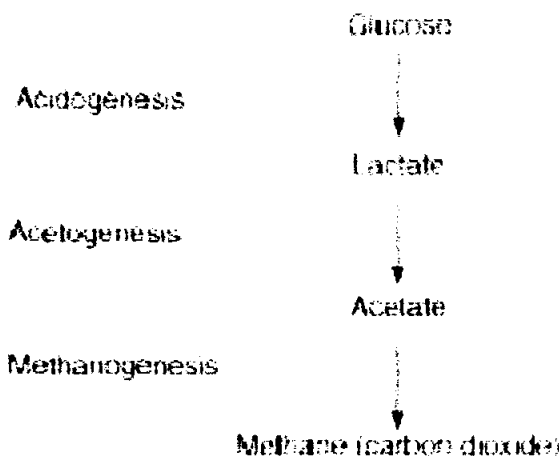
- a. Bahan organik dan nutrisi dalam air limbah, pada umumnya ditunjukkan dengan rasio COD:N:P (Bagus S, 2010 dan Foresti (2006))
- b. *Hydraulic Retention Time* (HRT) dari proses tersebut (Malakahmad dkk, 2011 dan 2009)
- c. Pengadukan pada proses pengolahan (Malakahmad dkk, 2011)
- d. Gangguan dalam reactor, seperti bahan toksik, bocornya biogas (Bagus S, 2010)

2.4. Mikroorganisme dalam pengolahan anaerob

Aktivitas mikroorganisme dalam pengolahan anaerob memiliki pengaruh penting dalam pengolahan air limbah. Aktivitas tersebut tentunya tidak lepas dari nutrient yang terkandung didalamnya seperti yang terlihat pada Gambar 1. Dari gambar 1 terlihat bahwa kandungan karbon, nitrogen, sulfur, fosfat memiliki peranan dari terhasilnya biogas (gas methan). Malakahmad dkk (2009) menyampaikan bahwa ada proses fermentasi perubahan glukosa menjadi methan melalui bantuan bakteri acidogenesis, acetogenesis, methanogenesis (gambar 2).



Gambar 2.1. Kandungan nutrisi dalam proses (Foresti, 2006)



Gambar 2. Proses Fermentasi Glukosa menjadi Methan (Malakahmad dkk, 2009)

## Nutrisi

Mikroba sangat bergantung pada nutrisi untuk bertahan hidup. Mampu atau tidaknya mikroba bertahan hidup akan terlihat dari kecukupan nutriennya. Nutrien-nutrien merupakan pendukung untuk hidup, berkembang biak dan menghasilkan enzim-enzim untuk mendegradasi hidrokarbon. Nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba bervariasi menurut jenis mikroba, namun seluruh mikroba memerlukan nitrogen, fosfor dan karbon (Waluyo, 2010)

Selain itu, ada beberapa mineral-mineral lain yang dibutuhkan dalam jumlah kecil seperti potassium, mangan, kalsium, besi, tembaga, kobalt, dan seng. Senyawa-senyawa tersebut biasanya berbentuk garam-garam inorganik dan biasanya sudah terdapat dalam jumlah yang cukup di lingkungan baik tanah maupun air sehingga tidak memerlukan perhatian khusus pada proses bioremediasi.

## Kondisi Lingkungan

Selain membutuhkan nutrien, mikroba membutuhkan kondisi lingkungan tertentu untuk hidup, karena pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang akhirnya mempengaruhi laju degradasi. Beberapa diantaranya adalah (Bagus S, 2010):

### a. Oksigen

Biodegradasi didominasi oleh proses oksidasi. Enzim-enzim bakteri akan mengkataliskan pemasukan oksigen ke dalam hidrokarbon sehingga molekul dapat dikonsumsi untuk metabolisme sel. Karena itu, oksigen adalah kebutuhan terpenting dalam proses biodegradasi minyak bumi.

### b. pH

Untuk mendukung pertumbuhan mikroba, pH tanah harus berada antara 6-8, dengan pH optimal 7. Nilai pH tanah asam dapat dinaikkan dengan penambahan kapur dan pH tanah basa dapat diturunkan dengan penambahan sulfur.

### c. Temperatur

Temperatur merupakan faktor yang penting dalam biodegradasi walaupun degradasi hidrokarbon terjadi pada rentang temperatur yang cukup besar. Temperatur menjadi penting karena pada temperatur rendah, pergerakan molekul cenderung lambat dan molekul-molekul yang menyatu cenderung tidak ikut bereaksi. Peningkatan temperatur akan meningkatkan kemungkinan terjadinya reaksi dan meningkatkan laju difusi. Laju



reaksi enzimatik secara umum dapat meningkat setiap kenaikan 10<sup>0</sup>C temperatur selama enzim tidak berubah sifatnya. Semakin tinggi reaksi enzimatik maka semakin cepat proses biodegradasinya.

## **2.5 Pemodelan Pertumbuhan Bakteri dan Biogas**

Beberapa metode model boundary telah banyak digunakan di bidang mikrobiologi prediksi sebagai sebuah pendekatan untuk menentukan kemampuan pertumbuhan mikrobiologi. Beberapa pendekatan matematik telah dikembangkan didasarkan pada estimasi deterministik dari nilai-nilai minimal parameter lingkungan pertumbuhan mikrobiologi(Pitt,1992), persamaan-persamaan polinomial dan non-linier (Presser et al., 1998; Salter et al.,2001; Skandamis et al.,2007; Valero et al., 2007a) yang dapat dibangun menggunakan prosedur regresi logistik yang diusulkan oleh Ratkowsky dan Ross (1995) atau Artificial Neural Network (ANNs) yang dapat diterapkan untuk mendefinisikan pertumbuhan dari mikroorganisme(Hajmeer and Basheer, 2003).

Keuntungan penggunaan ANNs di bidang mikrobiologi prediksi(Garcia-Gimeno et al., 2005; Zurera-Cosano et al., 2005; Hervas-Martinez et al., 2006) adalah sebagai alternatif terhadap teknik regresi yang telah dikemukakan oleh Basheer dan Hajmeer (2000). Keduanya memiliki fleksibilitas dan derajat keakuratan yang tinggi untuk mencocokkan data percobaan. ANNs terkenal memiliki jumlah parameter yang lebih(Hajmeer et al., 1997). Regresi juga memiliki keuntungan yaitu dapat digunakan peramalan jika data yang dimiliki sedikit. Proses peramalan dengan regresi linear dilakukan dengan pembentukan persamaan regresi berupa  $y=ax+b$  untuk dapat melakukan estimasi variabel terikat. Contoh dalam penelitian bidang mikrobiologi adalah penggunaannya dalam peramalan produksi biogas dengan nilai volume biogas pada sumbu y dan variabel bebasnya (x) adalah hari atau waktu yang dijadikan dasar prediksi.

### **Hasil yang sudah dicapai**

1. Karakter kualitas air limbah kantin
2. Efektifitas pengolahan anaerob untuk mengolah air limbah kantin

### **Studi pendahuluan yang sudah dilakukan oleh peneliti**

1. Kajian karakter kualitas air limbah kantin
2. Tahun 2011, studi tentang efektifitas pengolahan anaerob untuk mengolah air limbah kantin



## **BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1 Tujuan**

- a. Di tahun pertama, mengetahui debit dan tinggi media yang mampu menyisihkan COD dan TSS
- b. Di tahun kedua, mengetahui konsentrasi nitrat yang dapat menurunkan COD dan TSS paling efektif
- c. Mengetahui apakah peningkatan nilai alkalinitas sebesar 1500 mg/L dapat menyisihkan COD dan TSS serta produksi biogas
- d. Mengetahui konsentrasi COD dan TSS dari hasil olahan reaktor seni kontinyu dengan dan tanpa penambahan  $\text{KNO}_3$  serta  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
- e. Mengetahui hasil estimasi produksi biogas dengan persamaan regresi linear

### **3.2 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Menghasilkan teknologi pengolahan air limbah domestic tepat guna yang dapat mengatasi krisis energy yang terjadi di masyarakat dan krisisnya kualitas badan air
- b. Mengoptimalkan potensi air limbah menjadi energy dan air yang berharga bagi masyarakat
- c. Menjaga lingkungan agar tetap lestari
- d. Menghasilkan keilmuan yang terus berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan bangsa di bidang energy dan air bersih

## BAB 4 METODE PENELITIAN

### 4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

#### Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Basah, Ekologi dan Lingkungan, dan Mikrobiologi, Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Surabaya dan Balai Besar BTKL Surabaya.

#### Waktu

Penelitian akan dilaksanakan selama 10 bulan.

### 4.2. Bahan dan Alat

#### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah : air limbah, bahan untuk pembuatan media cair selektif (NaCl, NaNO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, KCl, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, NaMoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, molase, dan minyak goreng, media pertumbuhan mikroba (*Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), *Saboroud Dekstrosa Agar* (SDA), *Saboroud Dekstrosa Broth* (SDB), Agarosa, anaerobic kit, amilum, spirtus, alcohol, kapas, aluminum foil. Bahan untuk VSS dengan kertas saring whatman no.42. Sedangkan untuk analisis COD adalah K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, Fenantrolin monohidrat, FeSO<sub>4</sub>, HgSO<sub>4</sub>.

#### Alat

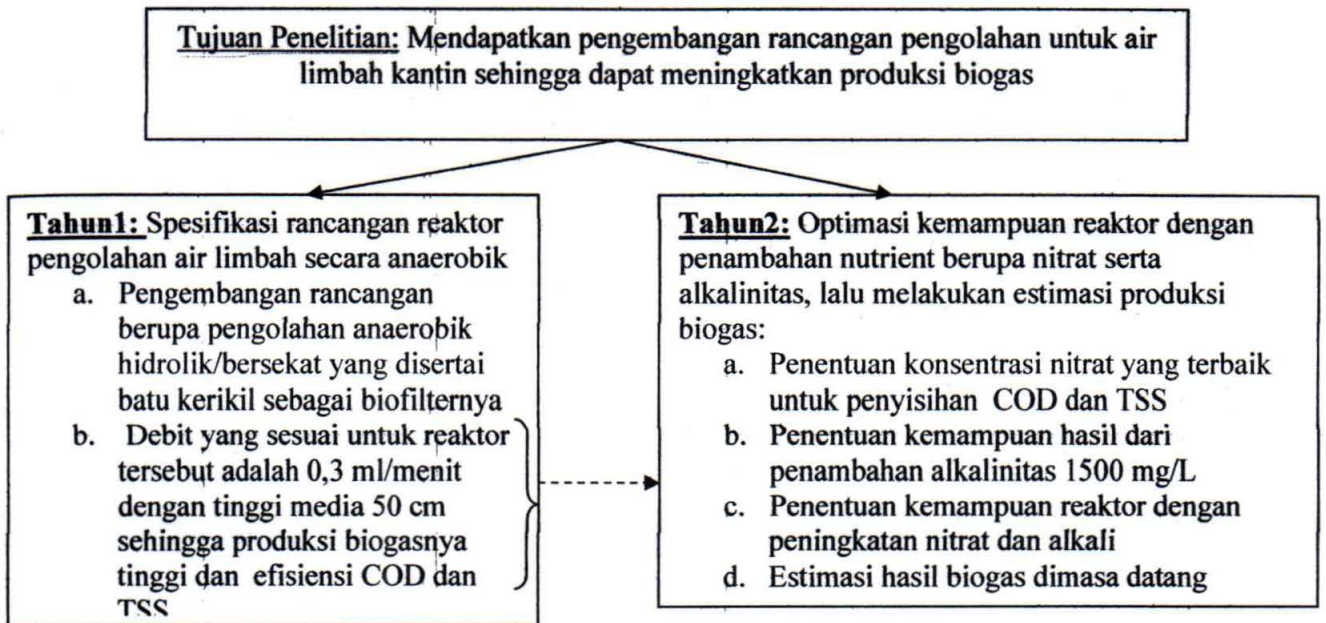
Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah : reactor, pompa, bak penampung air, botol sampel, pH meter, thermometer, gas meter, alat-alat gelas yang lazim digunakan, neraca analitik (Shimadzu AEL-200), pH meter, autoklaf (Ogawa Seiki), vortex, pH meter, shaker inkubator, spektrofotometer (spectronic 20 Bausch-Lomb), evaporator, tensiometer du-Noüy, dan *freeze dryer*.

#### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian secara garis besar disajikan dalam bentuk bagan alir yang disajikan pada awal tahapan prosedur penelitian ini. Sedangkan paparan penjelasan diuraikan kemudian.

### Bagan Alir Penelitian

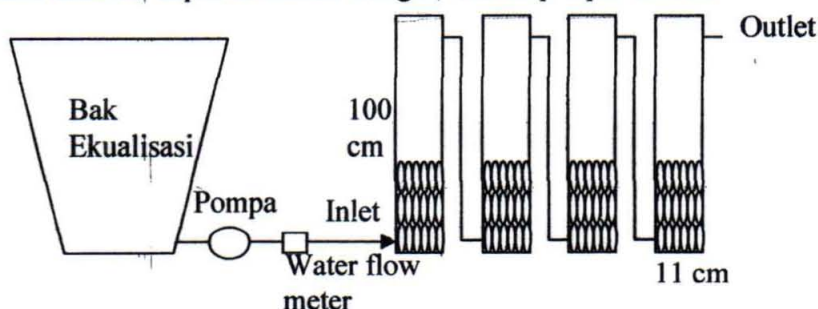
Penelitian ini memiliki 2 tahapan penelitian yang dilaksanakan pada tahun pertama dan kedua. Untuk lebih jelasnya dapat lihat di Gambar 4.1



Gambar 4.1 Bagan Rencana Penelitian Tahun 1 dan 2

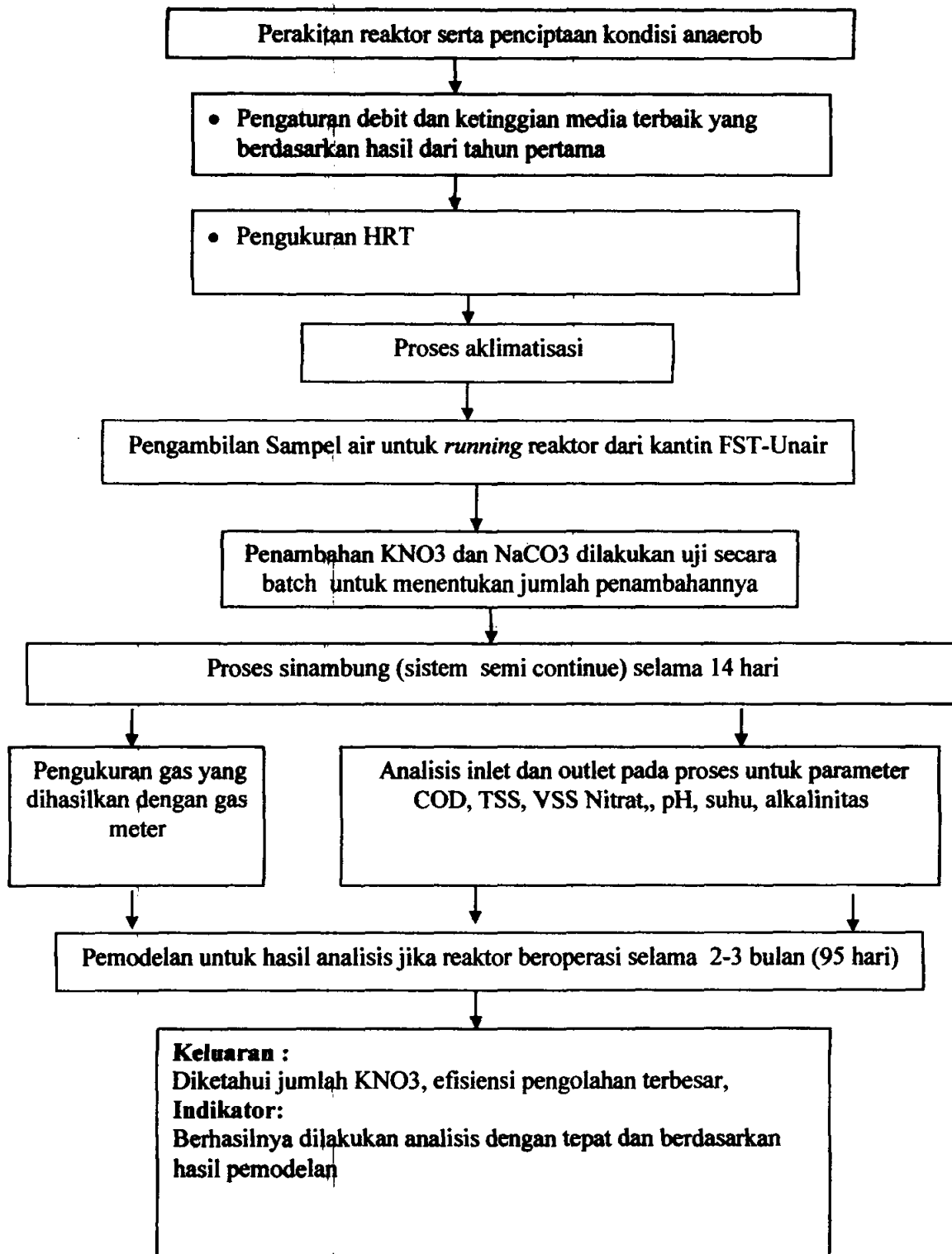
#### • Perakitan reactor dan penciptaan kondisi anaerob

Perakitan reactor ini dilakukan dengan pembuatan reactor anaerob dengan kerikil didalamnya. Reaktor ini dibuat dari pipa. Dimensi dari reaktor yang akan digunakan memiliki diameter 11 cm, dan tinggi 100 cm. Reaktor ini terbagi 5 ruang bersekat.. Ketinggian kerikil dibuat sesuai dengan rasio ruang air tanpa kerikil dengan ketinggian yang ditentukan yaitu 1:1 dan 1:2. Air limbah yang masuk ke inlet disuplai dari bak ekualisasi dengan menggunakan pompa. Gambar rangkaian reactor dapat dilihat pada Gambar 3. Kondisi anaerob dapat dilakukan dengan menutup rapat reaktor.



Gambar 4.2. Rangkaian Reaktor

## Tahun II : EFEKTIFITAS NITRAT DAN ALKALINITAS PADA MODIFIKASI REAKTOR



Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian Tahun Ke 2

- **Pengaturan debit dan ketinggian media**

Pengaturan debit dilakukan dengan mengatur besar kecil aliran yang memasuki reactor. Ketinggian media dilakukan dengan mengatur peletakan media kerikil.

- **Analisis Hydraulic Retention Time (HRT)**

Analisis HRT dilakukan dengan mengalirkan air pada inlet lalu diukur waktu yang diperlukan dari air mencapai titik outlet.

- **Proses aklimatisasi**

Proses aklimatisasi dilakukan dengan merendam media dengan air limbah yang kaya akan bakteri anaerob, misal air limbah dari instalasi pengolahan air limbah tinja. Perendaman media dapat dilakukan selama 1 minggu. Kemudian dilakukan pengaliran air sampel ke reactor. Proses aklimatisasi telah selesai jika efisiensi penghilangan COD telah stabil.

- **Pengambilan sampel air limbah kantin**

Pengambilan sampel dilakukan pada tiap outlet warung yang ada di kantin FSaintek Unair. Sampel dibawa ke laboratorium dengan jirigen.

- **Proses sinambung reactor**

Reaktor berjalan selama kurang lebih 2 hari. Pengambilan sampel dilakukan tiap minggunya. Pengambilan sampel pada hari ke 1 dan 2 hari.

- **Pengukuran biogas yang dihasilkan**

Pengukuran biogas yang dihasilkan dengan mencatat nilai yang ditunjukkan oleh jarum yang ada di gas meter basah. Pencatatan ini dilakukan tiap pengambilan sampel.

- **Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), nitrogen, pH, suhu, alkalinitas.**

Analisis COD dilakukan dengan metode refluks, sedangkan analisis TSS dilakukan metode gravimetric. Analisis nitrogen menggunakan metode kjedhal.. Analisis pH dengan menggunakan alat pH meter. Analisis suhu dengan thermometer. Analisis alkalinitas dengan titrasi asam-basa.

- **Analisis Data**

Analisis data menggunakan metode grafis tujuannya untuk melihat pengaruh berbagai variable terhadap gas yang dihasilkan, efisiensi pengolahan, dan pertumbuhan mikroba,

#### 4.4. Luaran Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan berbagai luaran tiap tahunnya:

##### a. Tahun I

- Prototipe
- Publikasi

##### b. Tahun II

- Jumlah penambahan  $KNO_3$  dan  $NaCO_3$  yang tepat untuk reactor yang dikembangkan
- Publikasi

#### 4.5. Dukungan Dana pada Pelaksanaan Penelitian

1. **Dukungan yang telah dilakukan Tahun 2010:** Kajian karakterisasi air limbah kantin (dana dari RKAT FSaintek Unair- Rp. 5.000.000,-)

**Bukti:** Berdasarkan Surat Tugas No. 314a/H3.1.8.Bio/PPd/2010

2. **Dukungan yang sedang berjalan Tahun 2011 :** Efisiensi pengolahan anaerob-aerob pada air limbah kantin FSaintek, Unair (dana Hibah Penelitian FSaintek Unair-Rp. 7.000.000)

**Bukti:** Surat Keputusan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga (No. 3163/H3.1.8/KP/2011)

3. **Proposal yang sedang direncanakan :**

- c. Optimasi biogas dengan isolat mikroba potensial pada reaktor pengolahan air limbah anaerob.
- d. Kajian biogas dari pengolahan air limbah anaerob sebagai energi listrik.

#### 4.6. Sarana

Penelitian ini dikerjakan di laboratorium basah, ekologi dan lingkungan dan Mikrobiologi Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Laboratorium ini mendukung kelancaran penelitian karena pemakaian ruang dan alat laboratorium yang lengkap dengan waktu pemakaian yang tidak dibatasi.

## BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah rancangan pengolahan air limbah kantin yang dapat menghasilkan produksi biogas. Produksi biogas dapat dihasilkan dari pengolahan air limbah secara anaerob. Air limbah kantin memiliki potensi dapat optimal menghasilkan biogas karena memiliki bahan organik yang tinggi serta substrat yang tinggi. Pada Tahun 1, telah dihasilkan prototipe reaktor serta spesifikasi media yang digunakan untuk dapat menghasilkan gas metan. Hasil dari penelitian Tahun 1, diketahui bahwa reaktor yang digunakan sesuai untuk optimal menghasilkan biogas terdiri 4 pipa PVC yang didalamnya terdapat media (Gambar 4.2). Media yang ada dalam reaktor berasal dari batu kerikil yang berukuran 2 cm, dengan ketinggian 50 cm. Debit yang sesuai adalah 0,3 ml/menit. Penelitian di tahun 1, focus pada rencana prototipe pengolahan sedangkan di tahun ke 2 ini focus pada upaya pengoptimalan kondisi prototipe. Optimalisasi ini dengan melakukan peningkatan kondisi di dalam reaktor. Di Tahun 1, kondisi reaktor kurang optimal dikarenakan nilai nitrat yang begitu rendah dikisaran 0,3-2 mg/L padahal seharusnya cukup tinggi. Nitrat berfungsi untuk menjadi sumber energi bagi mikroba untuk mendegradasi air limbah menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Selain itu, nilai alkalinitas yang begitu rendah sekitar 300 mg/L padahal untuk pengolahan anaerob berkisar 1500 mg/L. Alkalinitas yang rendah menyebabkan pH yang juga rendah sehingga berada di kisaran 4-5 padahal mikroba dapat optimal bekerja di kisaran pH 6-7.

Pada penelitian tahun ke-2 ini dilakukan 3 tahapan untuk optimasi pengolahan air limbah anaerob, tahap 1 menentukan jumlah  $\text{KNO}_3$  agar nitrat dapat meningkat dan produksi biogas juga meningkat dan penambahan  $\text{NaCO}_3$  sehingga alkalinitas dapat meningkat. Aplikasi tahap 1 di reaktor dengan sistem *batch* dengan skala kecil. Hasil tahap 1 dapat dilihat. Hasil tahap 1 dapat dilihat pada sub bab 5.1. Tahap 2: aplikasi hasil penambahan nitrat di reaktor skala besar (Gambar 4.1) dengan aliran air bersinambung (*continue*). Hasil tahap 2 dapat dilihat pada sub bab 5.2. Tahap 3: melakukan estimasi produksi biogas jangka panjang dengan estimasi ANN. Hasil tahap 3 sedang dalam proses saat laporan kemajuan ini dibuat (Juli 2013).

### 5.1 Hasil Penambahan KNO<sub>3</sub> pada pengolahan air limbah kantin secara anaerob

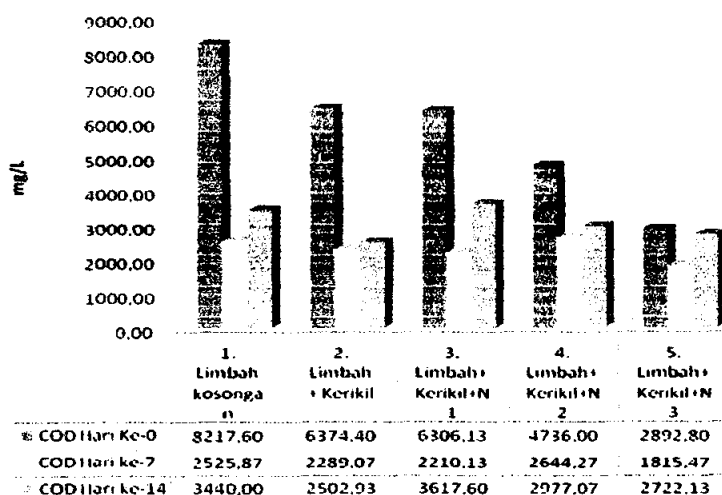
Penambahan KNO<sub>3</sub> bertujuan untuk meningkatkan kandungan nitrat di air limbah. KNO<sub>3</sub> di tambahkan pada reaktor untuk meningkatkan nitrat. Peningkatan nilai nitrat dilakukan secara bertahap yaitu untuk N1: penambahan nitrat hingga menjadi dikisaran 10mg/L; N2: penambahan nitrat menjadi di kisaran 20 mg/L; dan N3 adalah penambahan nitrat menjadi di kisaran 35 mg/L. Penambahan KNO<sub>3</sub> pada reaktor berisi air limbah kantin memberikan pengaruh pada penurunan nilai bahan organik yang ditunjukkan COD, TSS, dan VSS. Nilai tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1. Berdasarkan Gambar 5.1 (a), terlihat semakin banyak penambahan nitrat menyebabkan penurunan COD semakin besar terutama terlihat di hari ke-0, untuk reaktor tanpa tambahan kerikil dan nitrat memiliki nilai COD 8217,6 mg/L; sedangkan reaktor yang ada kerikil sudah turun menjadi 6374,4 mg/L sedangkan reaktor lain yang ada media kerikil 6306,13 mg/L atau mengalami penyisihan sebesar 22%. Sedangkan reaktor yang terdapat kerikil juga penambahan nitrat memiliki penyisihan 65% untuk reaktor dengan nitrat 35 mg/L. Hal ini menunjukkan keberadaan media dapat membantu penurunan COD terutama yang berasal dari zat tersuspensi karena adanya media membuat zat tersuspensi menjadi tertahan di porositas media. Hal ini diperkuat dengan nilai TSS dan VSS yang juga sudah mengalami penurunan di hari ke-0. Berdasarkan Gambar 5.1 (b) terlihat bahwa untuk reaktor yang tidak ada media kerikil memiliki nilai TSS 1283,3 mg/L menjadi 730 mg/L untuk reaktor yang memiliki media kerikil sehingga sudah mengalami penyisihan 43%. Sedangkan reaktor yang ada kerikil dan nitrat memiliki kemampuan penyisihan TSS di hari ke-0 hingga 68%.

Adanya pola yang sama antara penyisihan COD dan TSS disebabkan karena karakteristik limbah kantin memiliki rasio VSS/TSS 90%, dimana nilai VSS menunjukkan padatan suspensi yang *volatile* yang merupakan indikasi bahan organik di dalam air limbah mayoritas berupa padatan suspensi. Hal ini membuat penyisihan COD dapat dengan menggunakan filter (penyaring berupa media kerikil). Adanya penambahan nitrat dapat digunakan untuk mempercepat degradasi bahan organik. Keberadaan nutrient dari KNO<sub>3</sub> berupa nitrogen dalam bentuk nitrat juga menjadi asupan electron bagi mikroba untuk penguraian bahan organik. Menurut Gerardi, 2003 bahwa mikroba ada yang dapat memperbanyak diri dalam waktu 20 menit. Hal ini terlihat bahwa ada perbedaan hasil di hari ke-0.

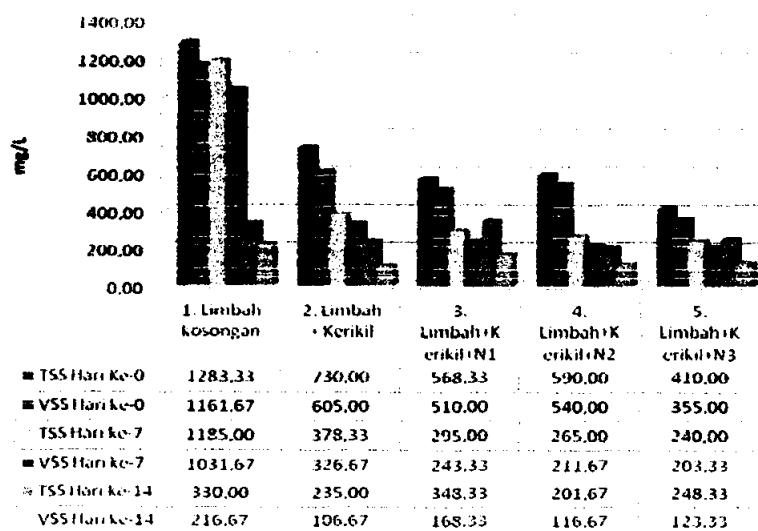


Nilai COD dari hari ke-0 dibandingkan dengan hari ke-7 juga mengalami penyisihan 50-70% untuk parameter COD di semua reaktor. Akan tetapi jika dilihat kisaran nilai COD di tiap reaktor pada hari ke-7 dan ke-14 cenderung hampir sama yaitu 1815-2525,87 mg/L (Gambar 5.1a) Hal ini disebabkan karena proses degradasi air limbah cenderung sama di setiap reaktor. Proses degradasi air limbah mikroba memerlukan nitrogen berupa nitrat untuk sumber elektronnya, akan tetapi asupan/tambahan nitrogen yang diberikan pada hari ke-0 dengan kisaran 20-35 mg/L sudah menurun habis hingga 0,27-4,73 mg/L di seluruh reaktor sehingga kinerja seluruh reaktor cenderung sama. Penurunan nilai nitrat ini menunjukkan bahwa nitrat telah digunakan oleh mikroba untuk degradasi dari hari ke 0 hingga ke 7. Sehingga jika dibandingkan antara hari ke-0 dan hari ke-7 untuk nilai COD nya ada perbedaan akan tetapi jika dibandingkan nilai COD antar reaktor di hari yang sama cenderung sama juga nilainya.

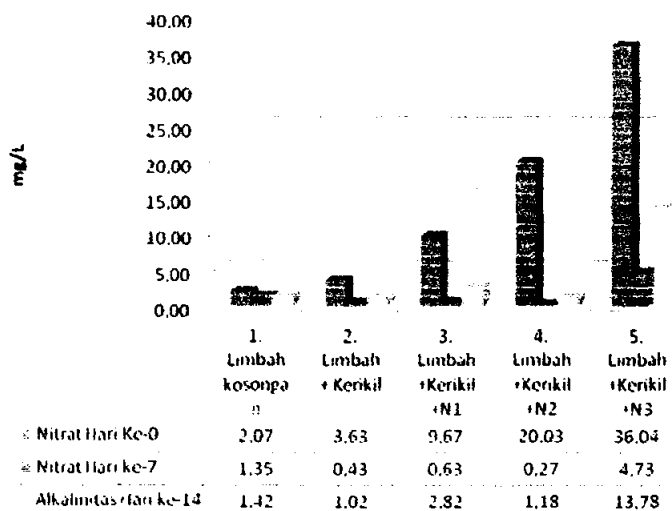
Hal yang serupa juga terjadi untuk parameter TSS, jika dibandingkan antara hari ke-0 dan hari ke-7 ada penurunan TSS hingga 9,5-50% di semua reaktor. Penyisihan TSS antara hari ke0 dan hari ke 7 untuk reaktor tanpa media dan nitrat tidak terlalu besar yaitu 9,5% sedangkan reaktor yang disertai media mengalami penyisihan 48%. Hal ini menunjukkan bahwa karakter TSS air limbah memerlukan waktu lebih dari 7 hari untuk dapat mengendapkan partikel TSS dengan sendirinya karena partikel TSS di air limbah kantin cenderung melayang di kolom air dan tidak mengendap di dasar air. Sedangkan jika dibandingkan nilai TSS yang bermedia dan ditambahkan nitrat di hari yang sama memiliki kemampuan penyisihan yang cenderung sama.



(a) Nilai COD setelah ditambahkan KNO3



(b) Nilai TSS dan VSS setelah ditambahkan KNO<sub>3</sub>



(c) Nilai Nitrat setelah ditambahkan KNO<sub>3</sub>

**Gambar 5.1 Hasil analisis kualitas air limbah setelah penambahan KNO<sub>3</sub>**

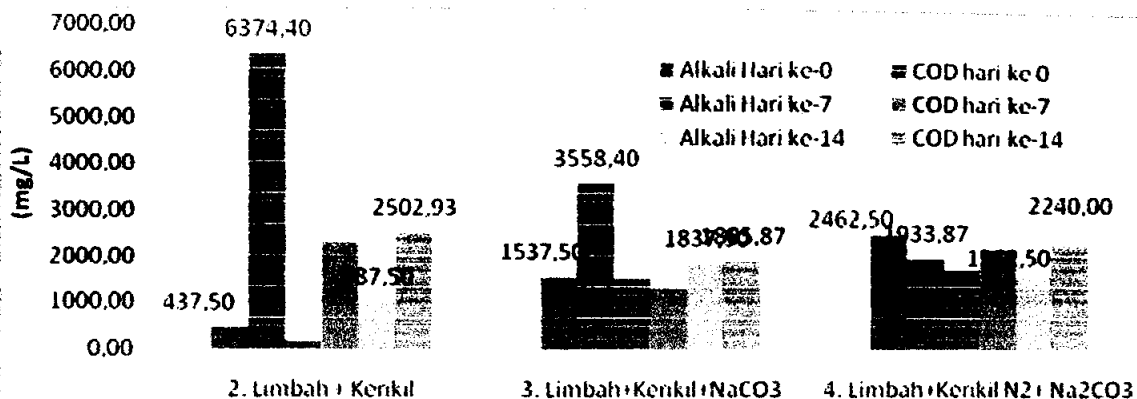
Berdasarkan hasil uji beda dengan Anova dapat diketahui bahwa penambahan media kerikil memberikan beda signifikan dengan sig sebesar 0,029 jika dibandingkan tanpa menggunakan media kerikil untuk penyisihan COD di hari ke-14 dengan volume air limbah yang diolah 600 ml. Sedangkan disisi lain dalam pengaruh penambahan nitrat dalam reaktor menunjukkan bahwa penambahan nitrat hingga 10 mg/L memiliki kemampuan penurunan COD yang berbeda nyata dengan penambahan kandungan nitrat 35 mg/L yaitu sig sebesar 0,035. Sedangkan di sisi lain penambahan KNO<sub>3</sub> hingga nitrat di air limbah mencapai 35 mg/L dan 20 mg/L tidak berbeda nyata dalam kemampuan

penyisihan nitrat. Selain itu, berdasarkan pertimbangan sisi ekonomis bahwa penambahan kimia dalam suatu pengolahan air limbah tentunya membutuhkan investasi yang tinggi maka dari itu dipilih konsentrasi yang 20 mg/L karena kemampuan penyisihannya tidak beda nyata dengan 35 mg/L. Sedangkan di sisi lain penambahan  $\text{KNO}_3$  tidak memberikan beda nyata pada kemampuan penyisihan TSS.

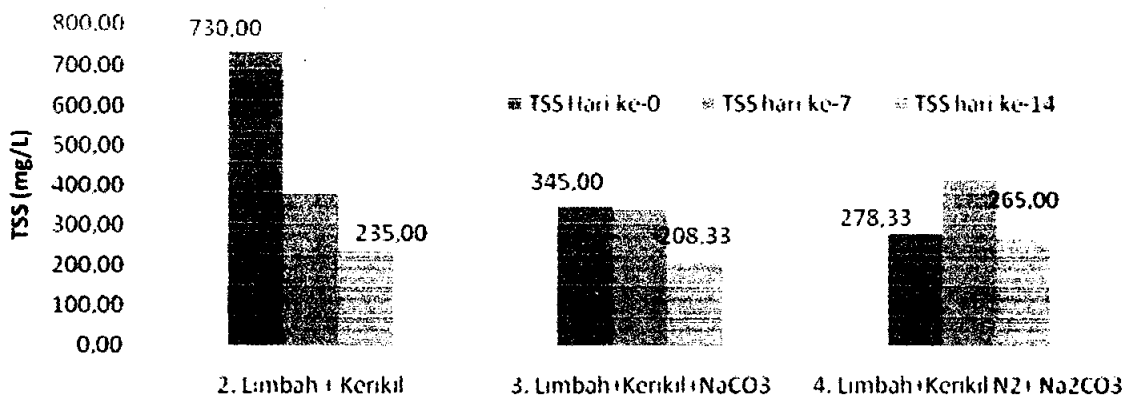
## 5.2 Hasil Penambahan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ pada pengolahan air limbah kantin secara anaerob

Proses degradasi COD ini dapat membuat bahan organik kompleks menjadi ikatan yang sederhana. Sehingga dapat mudah diubah oleh bakteri asetogenesis dan methanogenesis menjadi produk biogas. Saat proses pembentukan biogas ini, mikroba akan menghasilkan asam volatile. Selain itu proses degradasi air limbah dapat juga membuat jumlah bakteri membelah diri (berkembang biak). Bakteri Methan pada umumnya membelah diri membutuhkan waktu sekitar 3 harian (Gerardi, 2003). Keberadaan bakteri methan dan asam volatile yang dihasilkan dapat meningkatkan nilai COD. Hal ini terlihat nilai COD meningkat kembali di hari ke-14. Tetapi, biogas yang dihasilkan juga semakin tinggi. Nilai pH di reaktor dengan penambahan  $\text{KNO}_3$  secara batch memiliki pH 4-5 mg/L. Kisaran pH 4-5 kurang baik untuk pertumbuhan bakteri methan, sehingga hal ini dapat berdampak ke volume biogas yang tidak bertambah. Kisaran nilai gas methan yang terkandung dalam gas metahan berkisar 65-70% dari volume biogas tersebut. Penelitian di tahun ke 2 ini berupaya untuk meningkatkan produksi biogas, maka dari itu tahapan selanjutnya adalah melakukan uji secara batch upaya peningkatan nilai alkalinitas dengan penambahan Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Alkalinitas menunjukkan kemampuan air limbah untuk mempertahankan pH di kisaran 6-8. Nilai pH 6-8 merupakan nilai pH yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri methan. Menurut Gerardi (2003), nilai alkalinitas untuk pengolahan air limbah secara anaerob adalah 1500 mg/L.

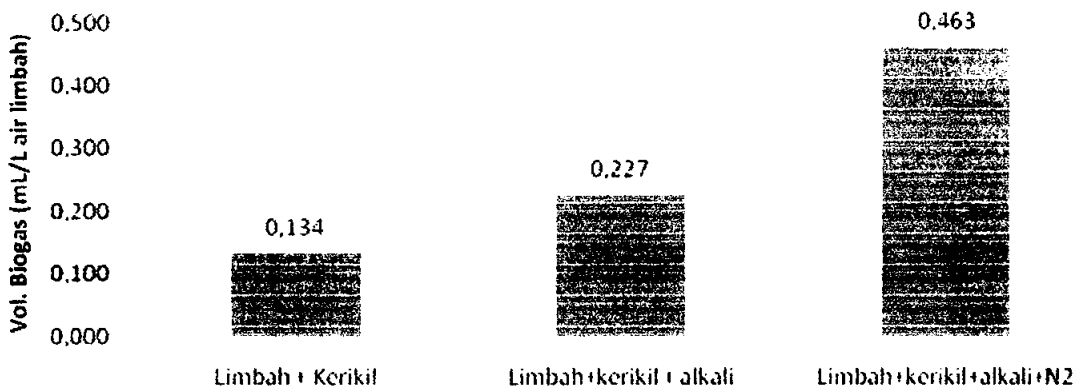
Pada penelitian ini dilakukan analisis tentang kemampuan penyisihan COD dan TSS serta produksi biogas pada reaktor yang ditambahkan  $\text{KNO}_3$  hingga mencapai 20 mg/L (sesuai konsentrasi terpilih) dibandingkan dengan reaktor yang ditambahkan  $\text{KNO}_3$  hingga 20mg/L dan alkalinitas hingga mencapai 1500 mg/L. Hasil analisis kualitas air limbah untuk alkali dapat dilihat di Gambar 5.2.



(a) Hasil analisis Alkali dan COD untuk reaktor dengan penambahan Na2CO3



(b) Hasil analisis TSS untuk reaktor dengan penambahan Na2CO3



(c) Hasil produksi biogas

Gambar 5.2 Hasil analisis Penambahan Na2CO3 pada reaktor secara batch

Berdasarkan hasil analisis diatas (Gambar 5.2 (a) ) terlihat bahwa penambahan alkalinitas berpengaruh ke penyisihan COD. Peningkatan alkalinitas menjadi 1500 mg/L dapat meningkatkan penyisihan COD sejak hari ke-0. Penambahan alkali 1500 mg/L dapat mempertahankan nilai alkalinitas di kisaran 1000 mg/L sehingga nilai pH menjadi di kisaran 6-8. Hal ini terlihat bahwa adanya penambahan alkalinitas dapat meningkatkan volume biogas. Selain itu penggabungan alkalinitas dengan peningkatan nitrat hingga 20 mg/L juga memberikan peningkatan kemampuan penyisihan COD dan produksi biogas.

### 5.3 Analisis proses sinambung dari reaktor anaerob

Berdasarkan hasil pengoperasian reaktor selama 14 hari dapat diketahui nilai konsentrasi COD mengalami rata-rata penurunan sebesar 42,86% untuk reaktor yang berisi air limbah saja (Tabel 5.1). Sedangkan untuk reaktor yang ditingkatkan kandungan nitratnya dengan KNO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> untuk meningkatkan alkalinitas mampu menyisihkan COD dengan rata-rata 65,71%. Hal ini menunjukkan penyisihan COD dapat dilakukan dengan mengkondisikan reaktor agar sesuai untuk bakteri pendegradasi air limbah. Peningkatan konsentrasi nitrat dan alkalinitas dapat memberikan beda signifikan dengan sig 0,08 untuk kemampuan penyisihan COD. Akan tetapi untuk penyisihan TSS, kedua reaktor cenderung sama. Hal ini menunjukkan bahwa TSS yang didegradasi dapat diolah dengan penggunaan biofilter saja tanpa penambahan bahan kimia. Hasil produksi biogas dapat terlihat pada Gambar 5.3.

**Tabel 5.1** Hasil analisis kualitas air setelah reaktor dioperasikan 14 hari secara semi kontinyu.

Parameter /Lokasi sampling	COD	%remov COD	TSS	%remov TSS	N	%remov NO <sub>3</sub>	Alkali	%remov Alkali	pH	Suhu
Inlet	4648,00	0,00	42,50	0,00	1,09	0,00	387,50	0,00	5,00	28,00
Outlet reaktor 1	2656,00	42,86	30,00	29,41	0,91	16,51	1150,00	-196,77*	5,00	28,00
Outlet reaktor 2	1593,60	65,71	30,00	29,41	9,47	-768,81*	1437,50	-270,97*	7,00	28,00

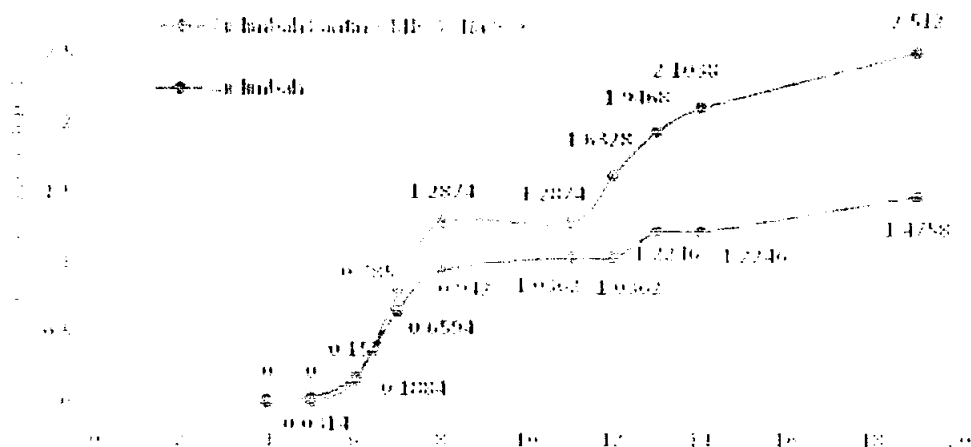
Reaktor 1: Reaktor Tanpa penambahan bahan kimia

Reaktor 2: Reaktor dengan penambahan KNO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

\*: Nilai negative pada persentase removal menunjukkan adanya peningkatan nitrat/alkali karena adanya penambahan KNO<sub>3</sub> untuk meningkatkan konsentrasi nitrat dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> untuk meningkatkan alkalinitas

#### 5.4 Analisis Produksi Biogas

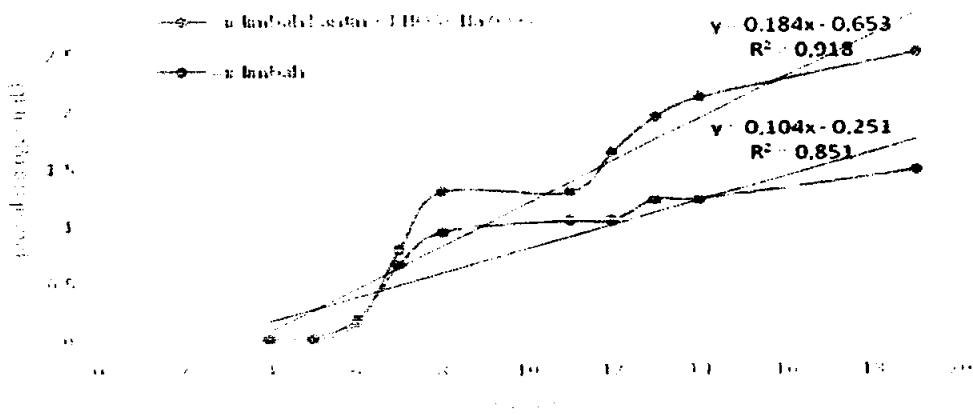
Produksi biogas dengan proses anaerobic secara semi kontinyu dengan mengalirkan air ke dalam 4 seri anaerobic filter dapat menghasilkan produksi biogas. Pada penelitian terdapat penambahan alkalinitas dan nitrat agar dapat meningkatkan produksi biogas (Grafik 5.3)



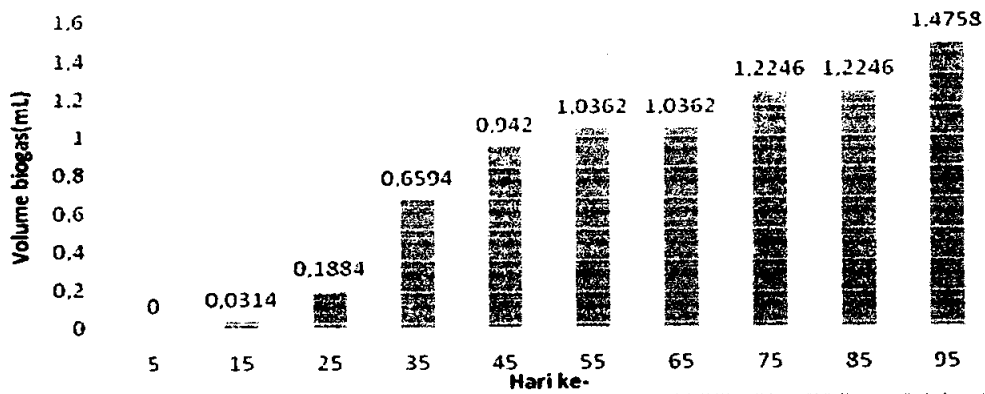
**Gambar 5.3** Hasil produksi biogas reaktor semi kontinyu

Pada hari ke-4 hingga hari ke-5 air limbah kantin yang telah mengalami penambahan alkali tidak menghasilkan Produksi biogas mengalami kenaikan pada hari ke 5 sesuai dengan grafik 5.3. Produksi biogas mengalami peningkatan hingga hari ke-19 yang menghasilkan biogas akumulatif sebesar 2,512 cm<sup>3</sup>. sedangkan untuk air limbah kantin asli, produksi biogas mulai terjadi pada hari ke-5 sebesar 0,0314 cm<sup>3</sup> dan terus mengalami peningkatan hingga hari ke-19 yang mencapai nilai akumulatif produksi biogas sebesar 1,4758 cm<sup>3</sup>. Dari grafik 5.3 dapat disimpulkan bahwa air limbah kantin yang sudah mengalami penambahan alkali dapat menghasilkan produksi biogas lebih besar dari air limbah kantin biasa.

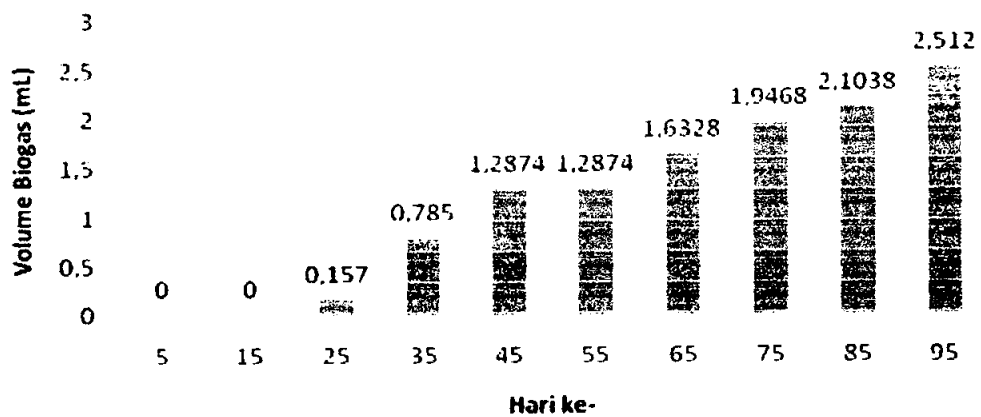
Pada penelitian ini selain melakukan analisis produksi biogas, juga dilakukan estimasi produksi biogas untuk jangka panjang ke depan. Berdasarkan data yang ada, metode peramalan (*forecasting*) adalah metode regresi linear. Peramalan untuk regresi linear dilakukan dengan menentukan rumus  $y = ax + b$  untuk menjadi dasar peramalan. Nilai  $a$  dan  $b$  adalah koefisien sedangkan nilai  $x$  dapat diisi dengan waktu dalam satuan hari. Sehingga dengan memasukkan data hari yang diinginkan maka dapat diketahui jumlah biogasnya di waktu tersebut (Gambar 5.4)



(a) Persamaan Regresi untuk kedua reaktor



(b) Hasil peramalan dengan persamaan regresi untuk reaktor yang berisi air limbah saja



(c) Hasil peramalan dengan regresi untuk reaktor dengan penambahan KNO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Gambar 5.4 Hasil peramalan produksi biogas untuk kedua reaktor

Berdasarkan hasil peramalan diatas dapat diketahui bahwa reaktor dengan pengkondisian kandungan nitrat dan alkalinitas dapat meningkatkan hasil biogas hingga dua kali jika tidak dilakukan penambahan. Pada gambar 5.4 (b) terlihat bahwa hasil peramalan jumlah biogas yang dihasilkan setelah reaktor beroperasi selama 95 hari adalah 1,478 mL untuk reaktor yang tanpa dilakukan penambahan. Akan tetapi reaktor yang dilakukan penambahan  $\text{KNO}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  diprediksi dapat menghasilkan 2,512 mL selama 95 hari. Jumlah biogas dapat semakin bertambah dengan semakin lamanya reaktor beroperasi. Selain itu, jika volume air limbah yang diolah lebih banyak juga akan menghasilkan biogas. Penelitian ini hanya mengolah air limbah sebanyak 2,5 L air limbah. Selain volume air limbah, beban organik yang semakin tinggi juga akan dapat meningkatkan produksi biogas, yang tentu dengan menjaga kandungan nutrient dan alkalinitas dalam air limbah.



## **BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA**

Rencana tahapan berikutnya dalam penelitian yang lain adalah:

- a. Aplikasi reaktor terpilih dengan waktu pengoperasian reaktor lebih lama
- b. Aplikasi dengan volume air limbah yang lebih banyak juga

## BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah:

- a. Konsentrasi nitrat yang dapat meningkatkan degradasi COD dan TSS adalah 20 mg/L.
- b. Penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hingga 1500 mg/L dapat meningkatkan kemampuan penyisihan COD dan TSS serta produksi Biogas
- c. Kemampuan degradasi reaktor berisi air limbah saja setelah 14 hari adalah COD 42,86% dan TSS 29,41%. Sedangkan reaktor berisi air limbah yang ditambahkan  $\text{KNO}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dapat meningkatkan penyisihan COD hingga 65,71% dan TSS sebesar 29,41%
- d. Hasil peramalan produksi biogas untuk hari ke 95 adalah 1,478 mL untuk reaktor yang tanpa dilakukan penambahan. Akan tetapi reaktor yang dilakukan penambahan  $\text{KNO}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  diprediksi dapat menghasilkan 2,512 mL selama 95 hari.

### 7.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

Perlu adanya kajian lebih dalam jika reaktor ini digunakan untuk jenis air limbah atau beban organik yang lain dengan kurun waktu lebih lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bagus S, IN. 2008. *Start Up dan Perancangan Bioreaktor Anaerobik untuk Pengolahan Limbah Cair dengan Konsentrasi Garam Tinggi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Basheer, I., Hajmeer, M., 2000. Artificial neural networks: fundamentals, computing, design and application. *Journal of Microbiological Methods* 43, 3–31.
- Foresti, E., Zaiat, M., Vallero, M.. 2006. Anaerobic Process as The Core Technology For Sustainable Domestic Wastewater Treatment: Consolidate Applications, New Trends, Perspective, and Challenges. *Environmental Science and Bio/Technology* 5: 3-19.
- Garcia-Gimeno, R.M., Hervás-Martínez, C., Rodríguez-Perez, R., Zurera-Cosano, G., 2005. Modelling the growth of *Leuconostoc mesenteroides* by artificial neural networks. *International Journal of Food Microbiology* 105 (3), 317–332.
- Gašpariková, E., Kapusta, Š., Bodík, I., Derco, J., and Kratochvíl, K. 2005. Evaluation of Anaerobic-Aerobic Wastewater Treatment Plant Operations. *Journal of Environmental Studies* 14(1): 29-34.
- Geeraerd, A.H., Herremans, C.H., Cenens, C., Van Impe, J.F., 1998. Application of artificial neural networks as a non-linear modular modeling technique to describe bacterial growth in chilled food products. *International Journal of Food Microbiology* 44 (1–2), 49–68.
- Gerardi, M. H. *The Microbiology of Anaerobic Digester*. Wiley Interscience. United States of America. 77-177.
- Hajmeer, M., Basheer, I., 2003. Comparison of logistic regression and neural network based classifiers for bacterial growth. *Food Microbiology* 20 (1), 43–55.
- Hajmeer, M.N., Basheer, I.A., Najjar, Y.M., 1997. Computational neural networks for predictive microbiology ii. application to microbial growth. *International Journal of Food Microbiology* 34 (1), 51–66.
- Hervás-Martínez, C., Garcia-Gimeno, R.M., Martínez-Estudillo, A.C., Martínez-Estudillo, F.J., Zurera-Cosano, G., 2006. Improving microbial growth prediction by product unit neural networks. *Journal of Food Science* 71 (2), 31–38.
- Imrowati. 2006. *Pengolahan Limbah Padat Kotoran Sapi untuk Menghasilkan Gas Bio*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya.

- Indriani, T., Herumurti, W. 2010. Studi Efisiensi Paket Pengolahan Grey Water Model Kombinasi ABR-Anaerobic Filter. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember . Surabaya.
- Koutsoumanis, K., Taoukis, P., Nychas, G., 2005. Development of a safety monitoring and assurance system for chilled food products. *International Journal of Food Microbiology* 100 (1-3), 253-260.
- Leshno, M., Lin, V., Pinkus, A., Shocken, S., 1993. Multilayer feed-forward networks with a nonpolynomial activation function can approximate any function. *Neural Networks* 6, 861-867.
- Malakahmad, A., Ezlin, ABN, Shahron, Md Z. 2011. Study Performance of Modified Anaerobic Baffled Reactor to Treat High Strength Wastewater. *Journal of Applied Science* 11 (8): 1449-1452.
- Malakahmad, A, Zain SM, Basri, NEA, Kutty, SRM, Isa, MH, 2009. Identification of Anaerobic Microorganisms for Converting Kitchen Waste to Biogas. *World Academy of Science Engineering and Technology* 60.
- Malakahmad A., Basri, NZA, Zain, SM. 2004. Anaerobic Co-Digestion of Kitchen Waste and Sewage Sludge For Producing Biogas. *International Conference on Environmental Management, Bangi*.
- Musavi, M.T., Ahmed, W., Chan, K.H., Farms, K.B., Hummels, D.M., 1992. On the training of radial basis function classifiers. *Neural Networks* 5, 595-603.
- Mulgrew, B., 1996. Applying radial basis functions. *IEEE Signal Processing Magazine* 13 (2), 50-65.
- Oktavitri, NI., Soegianto, A., Burhan, AL., Putranto, TWC., Citrasari, N., dan Kuncoro, EP. 2010. Kajian Karakteristik Air Limbah Kantin Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, *Laporan Penelitian*, Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Pitt, R., 1992. A descriptive model of mold growth and aflatoxin formation as affected by environmental conditions. *Journal of Food Protection* 56, 139-146.
- Presser, K., Ross, T., Ratkowsky, D., 1998. Modelling the growth limits (growth/ no growth interface) of *Escherichia coli* as a function of temperature, pH, lactic acid concentration and water activity. *Applied and Environmental Microbiology* 1773-1779.
- Ratkowsky, D., Ross, T., 1995. Modelling the bacterial growth/no growth interface. *Letters in Applied Microbiology* 20, 29-33.
- Salter, M., Ratkowsky, D., Ross, T., McMeekin, T., 2001. Modelling the combined temperature and salt (NaCl) limits for growth of a pathogenic *Escherichia coli*

strain using nonlinear logistic regression. *International Journal of Food Microbiology* 61, 159–167.

Skandamis, P., Stopforth, J., Kendall, P., Belk, K., Scanga, J., Smith, G., Sofos, J., 2007. Modeling the effect of inoculum size and acid adaptation on no growth/no growth interface of *Escherichia coli* O157:H7. *International Journal of Food Microbiology* 120, 237–249.

Valero, A., Hervás, C., García-Gimeno, R.M., Zurera, G., 2007a. Product unit neural network models for predicting the growth limits of *listeria monocytogenes*. *Food Microbiology* 24 (5), 452–464.

Valero, A., Hervás, C., García-Gimeno, R.M., Zurera, G., 2007b. Searching for new mathematical growth model approaches for *listeria monocytogenes*. *Journal of Food Science* 72 (1), M16–M25.

Waluyo, Lud. 2010. *Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi*, UMM Press, Malang.

Zurera-Cosano, G., García-Gimeno, R.M., Rodríguez-Pérez, M.R., Hervás-Martínez, C., 2005. Validating an artificial neural network model of *leuconostoc mesenteroides* in vacuum packaged sliced cooked meat products for shelf-life estimation. *European Food Research and Technology* 221 (5), 717–724.

## LAMPIRAN

Lampiran 1: Hasil analisis uji Anova reaktor batch untuk perbandingan konsentrasi Nitrat

Dependent Variable	(I) Limbah batch	(J) Limbah batch	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
COD_batch	Limbah tanpa media	Limbah+kerikil	-11.40000 <sup>*</sup>	4.47107	.029
		Limbah kerikil + N(10)	2.16333	4.47107	.639
		Limbah+kerikil+N(20)	-5.63333	4.47107	.236
		Limbah+kerikil+N(35)	-8.73667	4.47107	.079
	Limbah kerikil + N(10)	Limbah tanpa media	-2.16333	4.47107	.639
		Limbah+kerikil	-13.56333 <sup>*</sup>	4.47107	.013
		Limbah+kerikil+N(20)	-7.79667	4.47107	.112
		Limbah+kerikil+N(35)	-10.90000 <sup>*</sup>	4.47107	.035
	Limbah+kerikil +N(20)	Limbah tanpa media	5.63333	4.47107	.236
		Limbah+kerikil	-5.76667	4.47107	.226
		Limbah kerikil + N(10)	7.79667	4.47107	.112
		Limbah+kerikil+N(35)	-3.10333	4.47107	.503
	Limbah+kerikil +N(35)	Limbah tanpa media	8.73667	4.47107	.079
		Limbah+kerikil	-2.66333	4.47107	.565
		Limbah kerikil + N(10)	10.90000 <sup>*</sup>	4.47107	.035
		Limbah+kerikil+N(20)	3.10333	4.47107	.503
TSS_batch	Limbah tanpa media	Limbah+kerikil	-7.40000	5.70834	.224
		Limbah kerikil + N(10)	1.43333	5.70834	.807
		Limbah+kerikil+N(20)	-10.00000	5.70834	.110
		Limbah+kerikil+N(35)	-6.36000	5.70834	.291
	Limbah kerikil + N(10)	Limbah tanpa media	-1.43333	5.70834	.807
		Limbah+kerikil	-8.83333	5.70834	.153
		Limbah+kerikil+N(20)	-11.43333	5.70834	.073
		Limbah+kerikil+N(35)	-7.79333	5.70834	.202
	Limbah+kerikil +N(20)	Limbah tanpa media	10.00000	5.70834	.110
		Limbah+kerikil	2.60000	5.70834	.658
		Limbah kerikil + N(10)	11.43333	5.70834	.073
		Limbah+kerikil+N(35)	3.64000	5.70834	.538
	Limbah+kerikil +N(35)	Limbah tanpa media	6.36000	5.70834	.291
		Limbah+kerikil	-1.04000	5.70834	.859
		Limbah kerikil + N(10)	7.79333	5.70834	.202
		Limbah+kerikil+N(20)	-3.64000	5.70834	.538

## Lampiran 2: Hasil analisis anova untuk reaktor semi kontinyu

**ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COD_kontinyu	Between Groups	522.351	1	522.351	128.168	.008
	Within Groups	8.151	2	4.076		
	Total	530.502	3			
TSS_kontinyu	Between Groups	.000	1	.000		
	Within Groups	.000	2	.000		
	Total	.000	3			

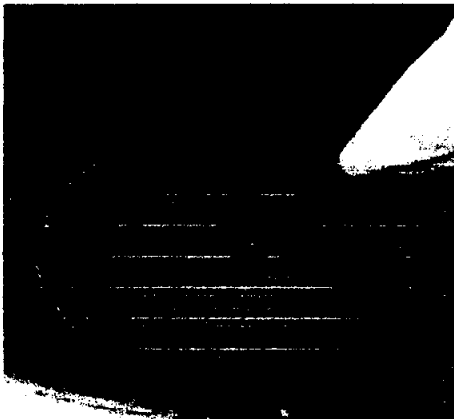
Lampiran 3: Dokumentasi penelitian



(a) Reaktor yang digunakan



(b) Penambahan  $KNO_3$  dan  $NaCO_3$



(c) Pengambilan sampel di inlet



(d) Pengambilan sampel di tiap kolom



(e) Saat Analisis kualitas air limbah



(f) Analisis uji nyala



## Lampiran 3: Kualifikasi Tim Peneliti

**Ketua Peneliti:**

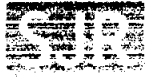
1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Nur Indradewi Oktavitri, S. T., M. T.	L/P
1.2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli	
1.3	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	19831001 200812 2 008	
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 1 Oktober 1983	
1.5	Alamat Rumah	Jl. Klampis Aji II/33, Surabaya	
1.6	Alamat e-mail	nur i d o@vahoo.com	
1.7	Nomor HP	08165411119	
1.8	Bidang keahlian	Proses Pengolahan Air Limbah	

**Anggota Peneliti****I IDENTITAS DIRI**

1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof. Dr. Ir. Agoes Soegianto, DEA	(L/P)
1.2	Jabatan Fungsional	Guru Besar	
1.3	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	196208031987101001	
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 3 Agustus 1962	
1.5	Alamat Rumah	Jl. Rungkut Asri XV/11, Surabaya	
1.6	Alamat e-mail	Agoes_soegianto@unair.ac.id	
1.7	Nomor HP	0811344203	
1.8	Bidang keahlian	Lingkungan	

**I IDENTITAS DIRI**

1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Taufik, S. T., M. Kom	L/P
1.2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli	
1.3	NIP/NIK/No. dentitas lainnya	19710104 200812 1 001	
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 04 Januari 1971	
1.5	Alamat Rumah	Karang Tembok III No. 16 Surabaya	
1.6	Alamat e-mail	taufik2003@gmail.com	
1.7	Nomor HP	081703118488	
1.8	Bidang keahlian	Pemodelan Lingkungan	



Scimago  
Journal Rankings

Journal Rankings on Engineering

Home

### Journal Rankings

Ranking Parameters

Journal Search

Subject Area: **Engineering**

Country Rankings

Subject Category: **All categories of selected Area**

Country Search

Country: **Indonesia** Year: **2012**

Compare

Order By: **SJR**

Map Generator

Display Journals with at least: **0** Citable Docs. (3 years)

**Refresh**

Help

Subject Area: **Engineering.**

About Us

Country: **Indonesia.**

Year: **2012.**

How to cite this website?

Download data in MS Excel format (0 Kb)

1 - 3

Facebook  
 Twitter  
 LinkedIn  
 ResearchGate  
 SCIMAGO

Title	SJR	H index	Total Docs. (2012)	Total Docs. (3years)	Total Refs.	Total Cites (3years)	Citable Docs. (3years)	Cites / Doc. (2years)	Ref. / Doc.	Country
1 International Journal on Electrical Engineering and Informatics	0,147	3	51	79	947	33	79	0,42	18,57	---
2 <u>Journal of Engineering Science</u>	0,105	1	19	38	341	3	38	0,10	17,95	---
3 IJTB Journal of Information and Communication Technology	0,102	1	5	14	79	2	14	0,14	15,80	---

1 - 3

# Scopus

Scimago Lab. Training 10/17/2012 (Data Source: Scopus)



# ITB Journal

The Official ITB Scientific Journal | Since 1961

- [Submit New Article](#)
- [View Submitted Articles](#)
- [Change Profile](#)
- [Logout](#)



## Reduction Organic Carbon With Nitrate Addition In Anaerobic Reactor

Nur Indradewi Oktavetri,<sup>1\*</sup> Agoes Soegianto,<sup>1</sup> Taufik,<sup>1</sup> Hairul Amin<sup>1</sup>,  
Deavy Trianingtyas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty Science and Technology, Airlangga University

\*Email: nur\_i\_d\_o@yahoo.com

**Abstract.** Nutrition is important thing in bacterial growth. In wastewater had nutrition but the composition is limited. This research aims to investigate the ability of anaerobic digestion with any without nutrients. The nutrition which added in system was nitrate. Nitrate added to wastewater used  $\text{KNO}_3$ . Nitrate in wastewater was conditioned until 10; 20; 35 mg/L. This result showed that addition of nitrate increase of COD removal ability. The suitable concentration is 20 mg  $\text{NO}_3\text{-N/L}$ .

**Keywords:** *anaerobic batch reactor; Chemical Oxygen Demand; Incubation Time; Total Suspended Solid.*

### 1 Introduction

Nutrient has mainly use in wastewater treatment. There is difference requirement between aerobic and anaerobic wastewater treatment (Gerardi, 2003). There are many kind of nutrient which influence anaerobic wastewater treatment. The macro nutrient, nitrate and phosphate has major influence in anaerobic system. The requirement of nitrate more bigger than phosphate. This research focus in nitrate for anaerobic wastewater treatment.

The highly requirement of nitrate incompletely with nitrate in wastewater. Domestic wastewater only had around 3,5 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$  while COD is 3000 mg/L. The other side, many research suggest nitrate concentration in anaerobic treatment should reached ratio COD:N:P. 1000:7:1 and 350:7:1 [1]. This ratio could change depend on wastewater characteristic. The other researcher using percentage of COD as reference for addition nitrate [2] and [3]. Additional of nitrate could improved microbial activity to decrease COD. Nitrate is used as electron for microbial to decomposition COD. Nitrate could improved denitrification process in anaerobic treatment. Denitrification process has been widely studying especially in ability to decrease nitrate [4].

Many research added potassium nitrate in wastewater system [2] and [3] to increasing nitrate until 8%, 15%, and 45% of COD. The increasing of nitrate could decrease of COD until 63%, 61%, and 40%. The extremely

---

Received \_\_\_\_\_, Revised \_\_\_\_\_, Accepted for publication \_\_\_\_\_

2 Nur Indradewi Oktavetri, Agoes Soegianto, Taufik, Hairul Amin,  
Deavy Trianingtyas

38 added of nitrate could made poisonous for microbes cause of ammonia  
39 resulted. The additional of nitrate using COD to had information of  
40 nitrate requirement, rarely will not suitable. The other side, using nitrate  
41 concentration as basic additional of nitrate is attractive field to concern.

42 This research focus in studying influencing of addition of nitrate for decrease  
43 COD in domestic wastewater. The contribution of nitrate was evaluate in  
44 anaerobic system

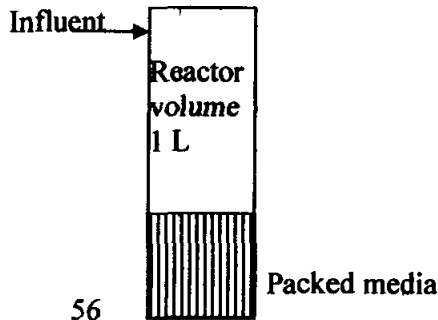
## 45 2 Materials and Methods

### 46 2.1 Experimental Raw Material

47 Wastewater used in this research from domestic wastewater at Surabaya, Jawa  
48 Timur. The domestic wastewater was collected from restaurant activity r  
49 without any preliminary treatment.

### 50 2.2 Experimental setup

51 The reactor volume was 1 liter and 30% of reactor volume was used as packed  
52 media. Reactor was made from LDPE with height 30 cm and diameter 10 cm.  
53 The system of this anaerobic reactor was batch system. Nitrate added in 0 day to  
54 made wastewater had concentration 10, 20, 35 mg/L. Nitrate was added using  
55 potassium nitrate ( $KNO_3$ ).



57 **Figure 1.** Reactor Schematic

Reduction Organic Carbon With Nitrate Addition In Anaerobic Reactor

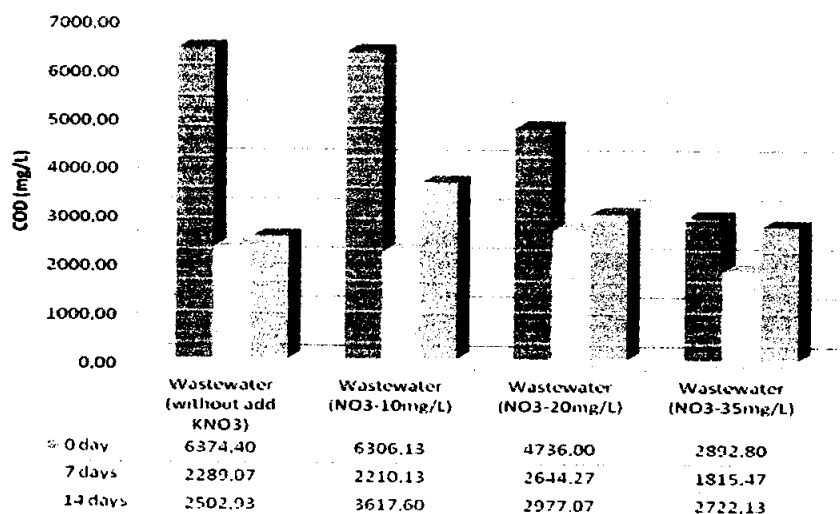
58 **2.3 Monitoring Parameters**

59 Parameters had observed in this research were COD; TSS; NO<sub>3</sub>; Methods used  
60 based on standard methods. Wastewater incubated in 14 days, parameters  
61 investigated before and after incubation.

62 **3 Results and Discussion**

63 Domestic wastewater used in this research was rich of organic material. Organic  
64 material reflects with COD value reach 6374,4 mg/L and TSS reach 730 mg/L.  
65 The other side, nitrate in wastewater only 3,4 mg/L or 0,005% of COD. This  
66 research increased nitrate in wastewater reach 10 mg/L; 20 mg/L; 35 mg/L.  
67 This research investigate implication of additional of nitrate in anaerobic batch  
68 reactor.

69  
70



71  
72  
73  
74

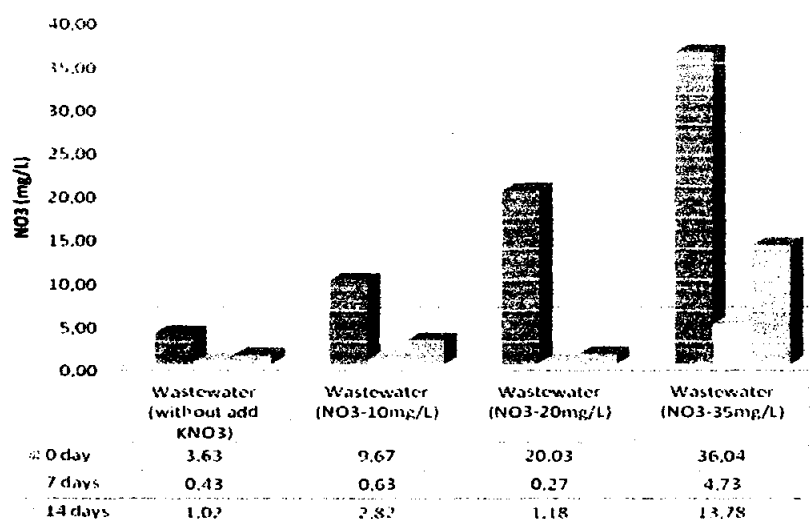
Figure 1. COD concentration tofu wastewater in anaerobic reactor with added nitrate

75 Figure 1 indicates COD removal increasing while concentration of  
76 nitrate increases too. The influence of nitrate could decrease COD from 6374,40  
77 mg/L to 6306,13 mg/L after added with KNO<sub>3</sub> to made nitrate in 10 mg/L. The  
78 highest decreasing of COD in 35 mg/L nitrate concentration. COD value  
79 decrease even in 0 day of experiments. The 7 days incubation, COD has

4 Nur Indradewi Oktavetri, Agoes Soegianto, Taufik, Hairul Amin,  
Deavy Trianingtyas

80 decrease until 2977,07 mg/L for nitrate concentration 20 mg/L. In 14 days  
81 incubation, COD was increased in all reactor. In is indicate the microbes cell  
82 increasing too. Microbes cell can detected by COD concentration [5].

83 The decreasing of COD followed by decreasing of nitrate. Nitrate was  
84 used by microbes as electron source to decomposition organic compound. In  
85 reactor which consist with nitrate 20 mg/L has greatest efficiency of nitrate  
86 removal until 94,11% (Figure 2). This results indicates that nitrate can decrease  
87 by added nitrate. In 14 days incubation, nitrate also increase in reactor. This  
88 could indicated that anaerobic reactor still consist of oxygen. In anaerobic  
89 process, nitrate reposition oxygen as receptor of hydrogen by microbes which  
90 degrade organic substance (Amatya et al, 2009) Denitrification process, nitrate  
91 was conversed to  $N_2$ . The other side organic substance was conversed to  
92 biomass.



93  
94 **Figure 2.**  $NO_3$  of wastewater in anaerobic reactor

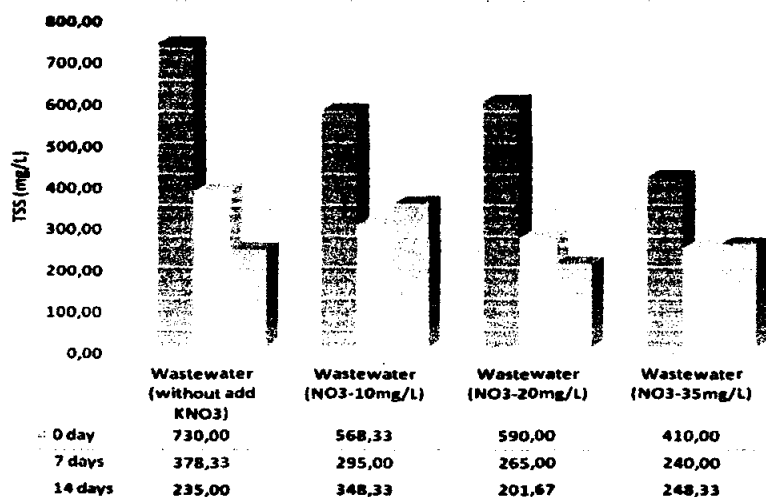
95 Figure 2 represent TSS also had higher decrease in reactor added nitrate  
96 than without added nitrate in 0 days. The addition of nitrate can made microbes  
97 decomposition biodegradable suspended solid therefore TSS value is decrease.  
98 The degradation of TSS happened hydrolysis phase in anaerobic process.  
99 Reactor with 20 mg/L  $NO_3$ -N have highest decrease of TSS.

100 Reactor which consist of 20 mg/L and nitrate 35 mg/L have similar  
101 performance in reducing COD and TSS. Therefore, Anova had been done to  
102 give suggestion which nitrate concentration effectively. From Anova analysis  
103 resulted that there is no significant difference between nitrate concentration 20  
104 mg/L and 35 mg/L in removal COD had sig 0,503 > 0,05. In TSS analysis also

## Reduction Organic Carbon With Nitrate Addition In Anaerobic Reactor

5

105 was not significant difference with sig 0,538 > 0,05. Therefore, 20 mg/L had  
 106 more effective in potassium nitrate requirement than 35 mg/L should be added  
 107 in reactor.  
 108



109  
 110 **Figure 3. TSS Removal in anaerobic reactor**

111 In conclusion, reactor with increasing nitrate in wastewater could  
 112 improving capability anaerobic reactor to decrease COD and TSS. Nitrate  
 113 which suggestion for this research is 20 mg/L, which more efficient and more  
 114 effective then other nitrate concentration.

### 115 4 Acknowledgement

116 This research was funded with DIPA Airlangga University 2013 with number  
 117 contract 001/UN3.6/KR/U/PPK/2013, 2 May 2013. Numbered Letter of Rector  
 118 Airlangga University 7673/UN3/KR/2013 (2 May 2013). This research was  
 119 supported with solid team: Bidayatus Saadah; Fandi Nufinda Rahman; Adelia  
 120 Anju Asmara; Santini Ika R.; Rosvita Tri J.; Sofiyudin; Defananda.

### 121 5 References

- 122 [1] Gerardi, M. H., 2003. The Microbiology of Anaerobic Digesters. John  
 123 Wiley and Sons, US. 51-57
- 124 [2] Juszczak, A., Jaskulska, A., Domka, A., dan Walenciak, M., 1999.  
 125 Reduction of the Contents of Carbon, Phosphorus and Nitrogen in Waste



- 6 Nur Indradewi Oktavetri, Agoes Soegianto, Taufik, Hairul Amin,  
Deavy Trianingtyas

- 126 **Products from the Alcohol. Industry by the Method of Denitrification .**  
127 ***Polish Journal of Environmental Studies* 8, 143-147**
- 128 [3] **Bories, A., Sire, Y., dan Colin, T., 2005. Odorous compounds treatment**  
129 **of winery and distillery effluents during natural evaporation in ponds.**  
130 ***Water Science and Technology* 51, 129-136.**
- 131 [4] **A Amatya, E. I. M., Kansakar, E. B. R., and Tare, E. V., 2009. Impact of**  
132 **temperature on Biological denitrification rocess. *Journal of the Institute***  
133 ***of Engineering* 7, 1-6.**
- 134 [5] **Doraja, P. H., Shovitri, M., dan Kuswytasari, N. D., 2012. Biodegradasi**  
135 **limbah domestik dengan menggunakan inoculum alami dari tangki septik.**  
136 ***Jurnal Sains dan Seni ITS* 1, 44-47.**

Lampiran: Publikasi Seminar Internasional



**Annual International Conference on Applied  
Technology, Science and Arts**



Ms. Nur Indradewi Oktavtri

On behalf of the 4<sup>th</sup> APTECS 2013 committee, we would like to take this opportunity to thank you for participating in the "Fourth International Conference on Applied Technology, Science and Arts". In this moment we would like to invite you to attend in the 4<sup>th</sup> APTECS 2013 which will be held in Robotics Building, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukolilo, Surabaya, Indonesia on December 10<sup>th</sup>, 2013.

Should you have any enquiries, please do not hesitate to email us at [aptecs@its.ac.id](mailto:aptecs@its.ac.id) or by phone at +62-31-5992945 or +6285733910250. Updated information of the conference can be found at [www.aptecs.its.ac.id](http://www.aptecs.its.ac.id).

Thank you for participating in "Fourth International Conference on Applied Technology, Science and Arts". We look forward to meet you and listen to your interesting presentation.

Yours Sincerely,

Prof. Tavlo, Ph.D  
General Chairman of the 4<sup>th</sup> APTECS 2013

# PATTERN OF BIOGAS PRODUCTION AND REMOVAL OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND IN SEMI CONTINUES HYBRID ANAEROBIC REACTOR

N.I. Oktavetri<sup>1\*</sup>, A. Soegianto<sup>2</sup>, T. Rahman<sup>3</sup>, M. Aliyah<sup>4</sup>, D. Trianingtyas<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Environmental Science and Technology, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.

<sup>2</sup>Environmental Science and Technology, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.

<sup>3</sup>Information System, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.

<sup>4</sup>Environmental Science and Technology, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.

<sup>5</sup>Environmental Science and Technology, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.

\* Email: nur\_i\_d\_o@yahoo.com

Anaerobic process had been used for treated highly organic substances, such as canteen wastewater which had COD 1000-5000 mg/L. This research aims to investigate pattern of biogas production and COD removal in semi continue anaerobic process. HRT (Hydraulic Retention Times) were used in this research 1 and 7 days. The reactor was contained of four cell coulombs from PVC, with height 1 meter. Gravel as media support in hybrid anaerobic reactor. The height of media support is 50 cm. This reactor operated for 14 days. Parameters had been observed are biogas production and COD. Biogas production after 14 days for HRT 1 days is 0,0453 liter and HRT 7 days is 1,4758 liter. COD removals are 64,54% for HRT 1 day and 42,86% for HRT 7 days. In conclusion, HRT 7 days was more optimized for increasing biogas production than HRT 1 day. The other side, degradation of COD, HRT 7 days was more lower than HRT 1 days. There is opposite pattern between biogas production and COD reduction in semi continue hybrid anaerobic reactor.

*Keywords: biogas production; COD removal; canteen wastewater, hydraulic retention time*

## I. INTRODUCTION

One of type of domestic wastewater is canteen wastewater. Canteen wastewater produces from washing dishes. Canteen wastewater, household wastewater, restaurant wastewater has highly organic substance (Apriyadi, 2008). In other side, the high organic substance can influence aquatic biota. Therefore it need to be treated canteen wastewater.

Advances in anaerobic treatment of domestic wastewater offer a few promising options including Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), Anaerobic Filter (AF), Expanded Granular Sludge Bed (EGSB), Anaerobic Baffled Reactor (ABR), Hybrid reactor (HR) and Anaerobic Migrating Blanket Reactor (AMBR). It is reported that most of the negative aspects of high rate anaerobic reactors can be overcome by restricting the supported material to the top 25 to 30% of the reactor volume. This would help realize the advantages of both fixed film and up flow sludge blanket treatment. This kind of reactor is called Hybrid Upflow Anaerobic Sludge Blanket (HUASB) and is considered more stable for the treatment of a series of soluble or partially soluble wastewaters. Over the years, HUASBs have been used to treat a variety of industrial effluents. In the present study, HUASB has been used to treat domestic wastewater. The success of the UASB reactor can be attributed to its capacity to retain a high concentration of sludge and efficient solids, liquid and gas phase separator. Hybrid reactors are developed as advancement to the UASB reactor by incorporating some modification into UASB reactor

from other single-stage reactors. In these reactors biomass of bacteria is allowed to attach to inert film apart from suspended flocs or granules. Thus the biomass held in all over the reactor reduces the pollution load of substrates. Since its conception, this hybrid reactor has been studied by many researchers and found to be efficient in treating dilute to medium strength wastewaters

## II. METHOD

Wastewater used in this research from canteen at Sciency and Technology Faculty, Airlangga University, Surabaya, Jawa Timur. The canteen wastewater was collected from fresh canteen wastewater without any preliminary treatment.

### Material and Instrumentation

The reactor is made from PVC pipe and acrylic. Diameter of the pipe is 15 cm and the height is 120 cm. Every column has a valve for effluent. The sample material is waste water from canteen. The material and instruments are filter paper Whatman no. 42, compressor, oven, desicator included silica gel, Ohaus analytic balance which has precision up to 0.1 mg of carefulness, glass 100 ml, cup, plastic, container.

### Flowrate setting

Flowrate setting is done by adjusting the valve. Flowrate variation is used around 0.3 ml/minute.

### Seeding and Acclimatization

Seeding is done by submerging the gravel with rumen's cow. It is diluted 1:1 in water. Seeding is conducted over two days. Acclimatization process was conducted over seven days. The process of-acclimatization successful if the results exceed 50% removal.

**Running Reactor**

The reactor was run for a month. From the equalization basin, sewage flowed by pump to be processed in the reactor. Anaerobic biofilter reactor used. The reactor consists of four columns with upflow stream. Each column is given the gravel as high as 50 cm for biofilm attachment media (Figure 1). Sampling was done on days 7, after completed acclimatization. Samples were taken at the point of influent, effluent, and effluent point of each column. Each sample were measure TSS, VSS, temperature, and pH.

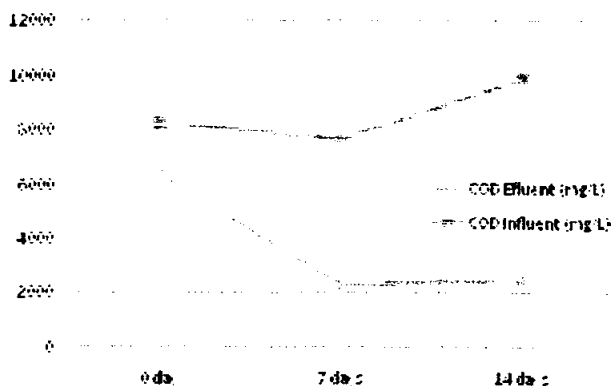
in the bottom of reactor. The entrapped particle could decreased of TSS. The decreasing of TSS effect of decreasing VSS. TSS contain VSS around 70-80%. Decreasing of COD and TSS followed by decreasing of nitrate (NO<sub>3</sub>) and Phosphat (PO<sub>4</sub>). (Banu, 2007; de Lemos 2007)



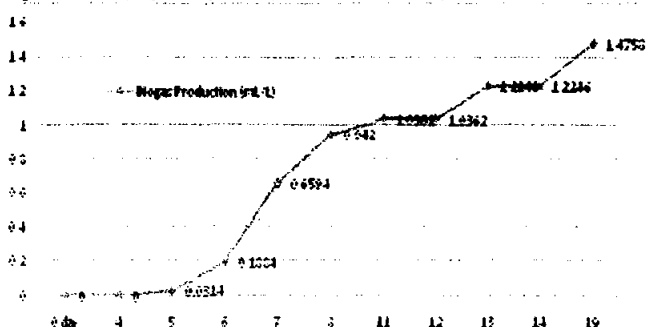
**Figure 1.** The scheme of reactor

**III. RESULTS AND DISCUSSION**

Experiment were performed for incubation 14 days. The results showed that after incubation 14 days, COD decreased from 1000 mg/L to 1992 mg/L for wastewater; 3984 mg/L for wastewater added *E.crassipe*; 4316 mg/L for wastewater added *I. cylindrical*. The removal of TSS and VSS had the same thing, after 14 days incubation TSS decrease from 860 mg/L to 570 mg/L for only waste water. The other side, additional media can decrease TSS from 860 mg/L to 245 mg/L with *E.crassipe*.



**Figure 1.** COD results  
Addition of media could entrapped suspended solid



**Figure 2.** Biogas Production

**IV. CONCLUSION**

Conclusion from this research showed that added of media can decrease COD; TSS; VSS; NO<sub>3</sub>; and PO<sub>4</sub>.

**VI.**

**V. AKNOWLEDGEMENTS**

This research was funded with DIPA Airlangga University with number contract 001/UN3.6/KR/U/PPK/2013, 2 May 2013. This research was supported with solid team: Deavy Trianingtyas; Bidayatus Saadah; Fandi Nufinda Rahman; Hairul Amin; Adelia Anju Asmara; Santini Ika R.; Rosvita Tri J.; Sofiyudin; Defananda

**VI. REFERENCE**

Apriadi, Tri, "Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air Sebagai Bioremediasi Dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organik Limbah Kantin", Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, 2008, pp. 1-2.

Banu, J. R.; Kuliappan, S.; Yeom, I. T. (2007). Treatment of Domestic Wastewater Using Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor. *Int. J. Environ. Sci.*, 4(3), 363-370.

de Lemos Chernicaro, C. A. 2007. *Anaerobic Reactors*. IWA Publishing. New York. 70-82

Gerardi, M. H. *The Microbiology of Anaerobic Digester*. Wiley Interscience. United States of America. 77-177.