

LAPORAN PENELITIAN
Hibah Riset Universitas Airlangga



Kinerja Biofilter Anaerob Dengan Pengadukan Hidrolis
Untuk Pengolahan Air Limbah Kantin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

Oleh:

1. Trisnadi Widyaleksono C. P., Drs., M. Si. (Ketua)
2. Nur Indradewi Oktavitri, S. T., M. T. (Anggota)

Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. Agoes Soegianto, DEA

DEPARTEMEN BIOLOGI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2012

LAPORAN PENELITIAN
Hibah Riset Universitas Airlangga



Kinerja Biofilter Anaerob Dengan Pengadukan Hidrolis
Untuk Pengolahan Air Limbah Kantin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

Oleh:

1. Trisnadi Widyaleksono C. P., Drs., M. Si. (Ketua)
2. Nur Indradewi Oktavutri, S. T., M. T. (Anggota)

Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. Agoes Soegianto, DEA

DEPARTEMEN BIOLOGI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2012

1. Judul Penelitian : Kinerja Biofilter Anaerob Dengan Pengadukan Hidrolis Untuk Pengolahan Air Limbah Kantin Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
2. Bidang Penelitian* : Teknologi Pengolahan Limbah
3. Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : Trisnadi Widyaleksono C. P., Drs., M. Si.
b. Jenis Kelamin : L
c. NIP : 196312151989031002
d. Disiplin ilmu : Teknologi Lingkungan
e. Pangkat/Golongan : Penata / III c
f. Jabatan : Lektor
g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Sains dan Teknologi/Biologi
h. Alamat : Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo Surabaya
i. Telpon/Faks/E-mail : 031-5926804
j. Alamat Rumah : Perum. Griya Mapan Sentosa Blok FA-5/1, Waru Sidoarjo
k. Telpon/Faks/E-mail : 08113429166 / trisnadi@unair.ac.id
4. Jumlah Anggota Peneliti : 1 orang
a. Nama Anggota I : Nur Indradewi Oktavetri, S. T., M. T.
b. Nama Anggota II : -
5. Pembimbing :
a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Agoes Soegianto, DEA
b. Jenis Kelamin : L
c. NIP : 196208031987101001
d. Disiplin ilmu : Teknologi Lingkungan
e. Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda/IV C
f. Jabatan : Guru Besar
g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Sains dan Teknologi/Biologi
h. Alamat : Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo Surabaya
i. Telpon/Faks/E-mail : 031-5926804
j. Alamat Rumah : Jl. Rungkut Asri XV/11, Surabaya
k. Telpon/Faks/E-mail : 0811344203/--
6. Lokasi Penelitian : Laboratorium Lingkungan
7. Jumlah biaya yang diusulkan : Rp 7.000.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

(Prof. Drs. Win Darmanto, M. Si., Ph. D.)
NIP. 19610616 198701 1 001

Surabaya, 7 Desember 2012
Ketua Peneliti

(Trisnadi W. C.P., Drs., M. Si.)
NIP. 196312151989031002

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Airlangga

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

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase *removal Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* di tiap kolom pipa dan efluen pada reaktor biofilter anaerob berpengaduk hidrolis. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kolom berapakah *removal COD* dan *TSS* tertinggi. Air limbah yang digunakan adalah air limbah kantin FST-UA. Analisis *COD* dengan analisis refluks dan analisis *TSS* dengan gravimetri. Efisiensi *removal COD* terus mengalami peningkatan dari kolom 1 hingga kolom 4. *Removal* tertinggi pada Kolom 4. Persentase *removal COD* dari kolom 1 hingga efluen secara berurutan adalah 30,49%; 54,41%; 55,06%; 55,91%; 56,88%. Hal ini sama dengan efisiensi *removal TSS* yang terus meningkat hingga kolom 4. Persentase *removal TSS* dari kolom 1 hingga titik efluen secara berurutan adalah 66,96%; 79,25%; 80,62%; 82,54%; 83,14%. Berdasarkan hasil analisis kolom pipa yang memberikan kemampuan *removal COD* dan *TSS* tertinggi nilainya adalah kolom 4 dari biofilter berpengaduk hidrolis

Kata kunci: Air limbah kantin, Biofilter Anaerob, Pengaduk Hidrolis, Persentase *removal COD* dan *TSS*,

ABSTRACT

The aims of this research were to determine removal percentage of Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solid (TSS) in each pipes coloumn and effluent at Anaerobic Biofilter with Hydraulic Mixing and to determine the best pipe coloumn which it was the highest removal of COD and TSS. Wastewater was used in this research from canteen wastewater at FST-UA. COD analysis with reflux and TSS analysis with gravimetric. The result of this research was COD removal efficiency increased from 1st coloumn until 4th coloumn, The percentage removal of COD from 1st coloumn until efluen was 30,49%; 54,41%; 55,06%; 55,91%; 56,88% . It was same with removal efficiency of TSS which it increased until 4th coloumn. The percentage removal of TSS from 1st coloumn until efluen was 66,96%; 79,25%; 80,62%; 82,54%; 83,14%. Based on analysis result, the best pipe coloumn which it had highest ability to remove COD and TSS was 4th coloumn from Anaerobic Biofilter with Hydraulic Mixing

Key words: *canteen wastewater, anaerobic biofilter, hydraulic mixing, removal percentage of COD and TSS*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT, dengan rahmat dan hidayah-Nya laporan penelitian yang berjudul " Kinerja Biofilter Anaerob Dengan Pengadukan Hidrolis Untuk Pengolahan Air Limbah Kantin Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga" ini telah selesai. Laporan penelitian ini membahas tentang kajian pengaruh pengadukan hidrolis pada biofilter anaerob untuk memperbaiki kualitas air limbah restoran atau kantin. Manfaat dari penelitian ini sebagai dasar untuk alternatif pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengolah air limbah kantin agar dapat dimanfaatkan kembali sehingga dapat melakukan penghematan terhadap pemakaian air.

Laporan penelitian ini terdiri atas 6 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; dan Bab 6 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, 7 Desember 2012

Tim Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| Abstrak | i |
| <i>Abstract</i> | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | iv |
| Daftar Gambar | vi |
| Daftar Tabel | vii |
| Daftar Lampiran | viii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Kualitas air limbah kantin | 3 |
| 2.2 Pengolahan Limbah Sistem Anaerobik | 3 |
| 2.3 Pengolahan Air Limbah Sistem Anaerobik | 6 |
| 2.4 Proses Pengadukan | 8 |
| | |
| BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | 9 |
| | |
| BAB IV METODE PENELITIAN | 10 |
| 4.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 10 |
| 4.2 Alat dan Bahan Penelitian | 10 |
| 4.3 Prosedur Penelitian | 10 |
| 4.4 Pengumpulan Data | 12 |
| 4.5 Analisis Data | 14 |
| | |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | 14 |
| 5.1 <i>Persentase Removal Chemical Oxygen Demand</i> pada Tiap Kolom Pipa | 14 |
| 5.2 <i>Persentase Removal Total Suspended Solid</i> pada Tiap Kolom Pipa | 18 |
| 5.3 Analisis Pengaruh Pengaduk Hidrolis Dalam Biofilter | 20 |

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 23

6.2 Saran 23

DAFTAR PUSTAKA 24

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Kandungan Nutrien Dalam Proses | 5 |
| Gambar 2.2 Proses Fermentasi Glukosa Menjadi Methan | 5 |
| Gambar 4.1 Rangkaian Reaktor | 11 |
| Gambar 5.1 Nilai COD pada Tiap Kolom Pipa | 15 |
| Gambar 5.2 Persentase <i>Removal</i> COD pada Tiap Kolom Pipa | 15 |
| Gambar 5.3 Nilai pH influen dan Efluen Reaktor | 17 |
| Gambar 5.4 Nilai Suhu Influen dan Efluen Reaktor | 17 |
| Gambar 5.5 Nilai TSS pada Tiap Kolom Pipa | 19 |
| Gambar 5.6 Persentase <i>Removal</i> TSS pada Tiap Kolom Pipa | 19 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kualitas Air Limbah Kantin FSaintek, Unair | 3 |
| Tabel 5.1 Rata-rata Persentase <i>Removal</i> COD dan TSS dari hari ke-7 hingga hari ke-28 | 21 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Data Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Persentase *Removal* COD

Lampiran 2: Data Nilai *Total Suspended Solid* (TSS) dan Persentase *Removal* (TSS)

Lampiran 3: Dokumentasi Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Kini berbagai negara telah berupaya untuk mengatasi krisis air. seperti Canada telah melakukan penggunaan kembali air limbah dalam skala kecil (Exall *et al.* 2006). Kekurangan air ini disebabkan sumber air baku yang juga semakin turun kualitasnya. Seperti halnya sungai di kota Surabaya. terus mengalami penurunan kualitas air limbah yang disebabkan pembuangan air limbah langsung ke badan air. Pada umumnya air limbah domestik yang langsung membuang air limbahnya ke badan air. Salah satu air limbah domestik adalah restoran atau kantin sekolah dimana pada umumnya langsung membuang air limbahnya ke badan air padahal belum memenuhi baku mutu air limbah domestik. Sedangkan di Negara maju air limbah restoran sudah diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

Pengolahan air limbah yang umumnya digunakan adalah proses anaerobik. Berbagai pengembangan pengolahan anaerob. Foresti *et al* (2006) menyatakan bahwa proses anaerob memiliki kemampuan pengurangan kandungan bahan organik dalam jumlah yang besar. Di lain pihak. pengolahan anaerob dapat meningkatkan kandungan fosfat dan nitrat dalam air limbah tetapi proses aerob dapat menurunkan kandungan fosfat dan nitrat.

Pengembangan penelitian pengolahan air limbah dengan proses anaerob telah banyak dilakukan. Seperti yang dilakukan Srinivasan *et al.* (2009) melakukan pengolahan air limbah dengan biofilter anaerob. Biofilter merupakan media filter tempat tumbuh dan lekatnya mikroba . Mikroba inilah yang akan menguraikan bahan organik di limbah. Srinivasan *et al.* (2009) melakukan pengolahan anaerob secara bertahap. Pengolahan ini dengan mengalirkan air limbah pada tiap kolom pipa. Kolom pipa yang digunakan ada dua. Hasil dari penelitiannya menunjukkan penguraian bahan organik sebesar 1 kg/m².hari. Proses bertahap ini dapat meningkatkan efisiensi

proses. Hal ini disebabkan dengan adanya pengadukan hidrolis saat air limbah mengalir ke tiap pipa. Pengadukan ini dapat menjadi sarana mencampur substrat air limbah sehingga proses degradasi dapat merata.

Penelitian ini mengembangkan penelitian Srinavasan *et al.* (2009) dengan menambah jumlah tahapan. Jika penelitian Srinavasan *et al.* (2009) menggunakan 2 pipa, penelitian ini menggunakan 4 pipa. Sehingga diharapkan terjadi pengadukan hidrolis yang lebih lama dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses. Dari penelitian ini akan dipantau efisiensi prosesnya dalam menurunkan COD, dan TSS. Penelitian ini menggunakan air limbah kantin. Pemilihan air limbah kantin FSaintek karena kadar BOD rata-rata lebih besar dari 200 mg/l dan TSS rata-rata lebih besar dari 100 mg/l (Oktavetri *et al.* 2010) sehingga tepat untuk menguji efisiensi pengolahan dari ketiga metode tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

- a. Berapakah persentase *removal Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada tiap kolom pipa dan efluen?
- b. Berapakah pada kolom pipa berapakah yang dapat mengurangi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) air limbah kantin FSaintek Unair tertinggi?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas 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 2.1). 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</i> (BOD) | mg/l | 169 -3185 | 100 | Melebihi baku mutu |
| 2 | <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) | mg/l | 123 - 493 | 100 | Melebihi baku mutu |

Sumber: Oktavitri. dkk (2010)

*Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003

2.2 Pengolahan Limbah Sistem Anaerobik

Penguraian anaerobik terdiri dari serangkaian proses mikrobiologi yang merubah bahan organik menjadi metana. Kumpulan mikroorganisme, umumnya bakteri yang terlibat dalam transformasi senyawa kompleks organik menjadi metana. Dalam penguraian limbah terjadi interaksi antara berbagai kelompok bakteri. Ada empat kategori bakteri yang terlibat dalam transformasi bahan kompleks menjadi molekul yang sederhana seperti metana dan karbondioksida, yaitu:

a. Kelompok 1: Bakteri hidrolitik

Bakteri hidrolitik bertugas memecah molekul organik kompleks (protein, selulosa, lignin, lemak) menjadi molekul monomer yang terlarut seperti asam amino, glukosa, asam lemak, dan gliserol.

b. Kelompok 2: Bakteri asidogenik fermentatif

Bakteri asidogenik fermentative bertugas merubaj asam amino, glukosa dan asam lemak menjadi asam organik, alcohol, asetat, CO₂, dan H₂. Hasil fermentasi ini bervariasi tergantung jenis bakteri dan kondisi kultur seperti suhu, pH, dan potensial redoks.

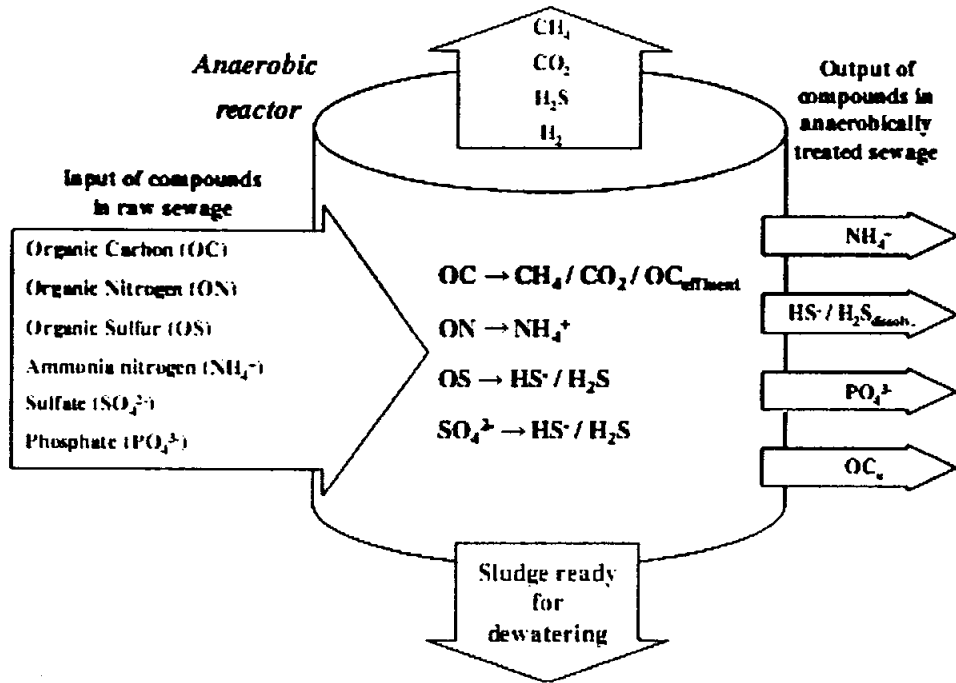
c. Kelompok 3: Bakteri asetogenik

Bakteri asetogenik merubah asam lemak dan alkohol menjadi asetat, hidrogen, dan karbondioksida yang digunakan oleh bakteri pembentuk metana.

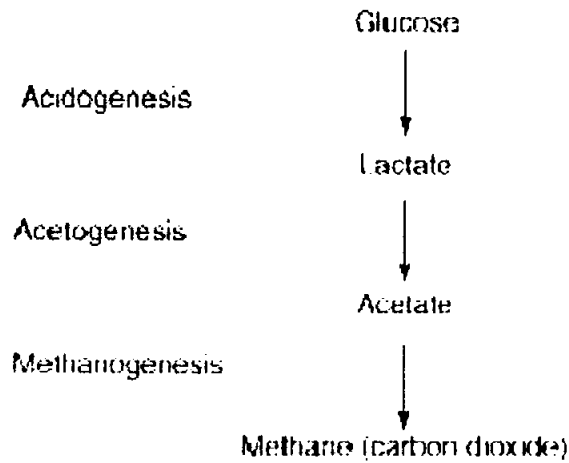
d. Kelompok 4: Bakteri metanogen

Bakteri metanogen merubah asetat, hidrogen, dan karbondioksida menjadi metana.

Aktivitas mikroorganisme memiliki pengaruh penting dalam pengolahan air limbah. Aktivitas tersebut tentunya tidak lepas dari nutrient yang terkandung didalamnya seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. 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 2.2).



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



Gambar 2.2. Proses Fermentasi Glukosa menjadi Methan (Malakahmad dkk. 2009)

Kondisi Lingkungan

Selain membutuhkan nutrisi, 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 kedalam 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 harus berada antara 6-8, dengan pH optimal 7. Nilai pH asam dapat dinaikkan dengan penambahan kapur dan pH 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.

2.3 Pengolahan Air Limbah Anaerob

Pengolahan limbah cair industri pada hakekatnya adalah suatu perlakuan tertentu yang harus diberikan pada limbah cair sebelum limbah tersebut terbuang ke lingkungan penerima limbah. Untuk dapat menentukan secara tepat perlakuan yang sebaiknya diberikan pada limbah cair, terlebih dahulu diketahui secara tepat karakteristik dari limbah melalui berbagai penetapan berbagai parameter untuk mengetahui macam dan jenis komponen pencemar serta sifat-sifatnya. Pengolahan limbah cair meliputi pengolahan fisika, pengolahan kimia dan pengolahan biologis. Pengolahan fisika dilakukan terhadap air limbah dengan kandungan bahan limbah yang dapat dipisahkan secara

mekanis langsung. Pengolahan secara kimia merupakan proses dimana perubahan, penguraian atau pemisahan bahan yang tidak diinginkan berlangsung karena mekanisme reaksi kimia.

Dalam sistem biologi, mikroorganisme menggunakan limbah untuk mensintesis bahan selular baru dan menyediakan energi untuk sintesis. Mikroorganisme juga dapat menggunakan suplai makanan yang sebelumnya sudah terakumulasi secara internal atau endogenes untuk respirasi dan melakukannya terutama bila tidak ada sumber makanan dari luar atau eksogenes. Sintesis dan respirasi endogenes berlangsung secara simultan dalam sistem biologis, dengan sintesis yang berlangsung lebih banyak bila terdapat makanan eksogenes yang berlebihan, dan respirasi endogenes akan mendominasi bila suplai makanan eksogenes sedikit atau tidak ada. Secara umum reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut ini. Limbah yang dapat dimetabolisme dan mengandung energi + mikroorganisme → produk akhir + lebih banyak mikroorganisme.

Proses fermentasi anaerob pada dasarnya adalah proses yang mengubah senyawa organik menjadi metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) tanpa kehadiran oksigen (O_2). Dekomposisi senyawa organik melalui proses anaerob ini terjadi melalui tiga tahapan proses, yaitu tahap reaksi hidrolisis, tahap reaksi pembentukan asam, dan tahap reaksi pembentukan metana. Reaksi hidrolisis merupakan proses pelarutan senyawa organik yang mulanya tidak larut dan proses penguraian senyawa tersebut menjadi senyawa dengan berat molekul yang cukup kecil untuk dapat melewati membran sel. Reaksi ini dikatalis oleh enzim yang dikeluarkan oleh bakteri anaerob. Zat-zat organik seperti polisakarida, lemak, dan protein, dihidrolisa menjadi gula dan asam-asam amino.

Proses pembentukan asam melibatkan dua golongan besar bakteri, yaitu bakteri asidogenik dan bakteri asetogenik. Bakteri asidogenik pada mulanya memfermentasikan hasil hidrolisa menjadi asam-asam lemak volatil berantai pendek seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, H_2 , CO_2 , asam laktat, asam valerat, etanol, amonia, dan sulfida. Konsentrasi H_2 memegang peranan penting dalam mengontrol proporsi berbagai produk bakteri asidogenik. Asam propionat dan asam-

asam lemak lainnya yang dihasilkan oleh bakteri asidogenik dikonversi oleh bakteri asetogenik menjadi asam asetat, H_2 , dan CO_2 .

Pada proses pembentukan metana, gas metana yang dihasilkan terutama berasal dari asam asetat, tetapi ada juga gas metana yang terbentuk dari hydrogen dan karbon dioksida. Ada dua kelompok bakteri yang berperan, yaitu bakteri metana asetoklasik dan bakteri metana pengonsumsi hidrogen. Bakteri metana asetoklasik mengubah asam asetat menjadi karbon dioksida dan metana. Bakteri ini mampu mengontrol nilai pH proses fermentasi dengan jalan mengonsumsi asam asetat dan membentuk CO_2 .

2.4 Proses Pengadukan

Pengadukan bertujuan untuk menghomogenkan kandungan air limbah. Jika air limbah sudah homogeny akan memudahkan proses pengolahannya. Dalam pengolahan biologis, adanya proses pengadukan akan memudahkan menghomogenkan substrat yang ada didalamnya, sehingga mikroba akan lebih mudah mendegradasi substrat tersebut. Proses pengadukan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- a. Pengadukan Hidrolis adalah pengadukan yang menggunakan tenaga dalam air. Tenaga dalam air dapat diperoleh dari pergerakan air (hidrolika air), misal pergerakan air akibat perbedaan ketinggian letak air. Pengadukan ini lebih murah biayanya, karena tidak membutuhkan mesin pengaduk.
- b. Pengadukan Mekanis adalah pengadukan yang menggunakan batang pengaduk dan motor penggeraknya untuk menghomogenkan air.
- c. Pengadukan Pneumatis adalah pengadukan yang menggunakan gelembung udara untuk menghomogenkan air.

BAB III

TUJUAN PENELITIAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengetahui persentase *removal Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada tiap kolom pipa dan efluen.
- b. Mengetahui pada kolom pipa berapakah yang dapat mengurangi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) air limbah kantin FSaintek Unair tertinggi

Manfaat dari penelitian ini untuk:

- a. Memberikan pengembangan alternatif pengolahan air limbah
- b. Membuat pengolahan air limbah kantin atau usaha sejenis sehingga membuat air limbah aman dibuang ke badan air.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Nopember 2012. Tempat penelitian ini dilakukan di laboratorium lingkungan. Departemen Biologi. FSaintek.

4.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Reaktor, botol sampel, pompa, jirigen, cawan porselin, oven, desikator, timbangan analitis, bejana isap 500 ml, pompa vakum, labu takar 100 ml, Erlenmeyer 100 ml, buret.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Lem pipa, kerikil, air limbah kantin, kertas saring, HgSO₄, AgSO₄, Feroin, K₂Cr₂O₇, 1,10 Phenanthrolin monohydrate, methyl orange, methyl merah, NaOH, Fe(NH₄). 6H₂O.

4.3 Variabel penelitian

Variabel penelitian ini adalah jumlah pengadukan hidrolis yang dilakukan. Hal ini dapat terlihat jumlah pipa yang digunakan dalam sampel. Tabung pipa yang digunakan ada 4 pipa. Tiap sampel diambil pada tabung pipa. Variabelnya adalah kualitas air pada tiap tabung pipa.

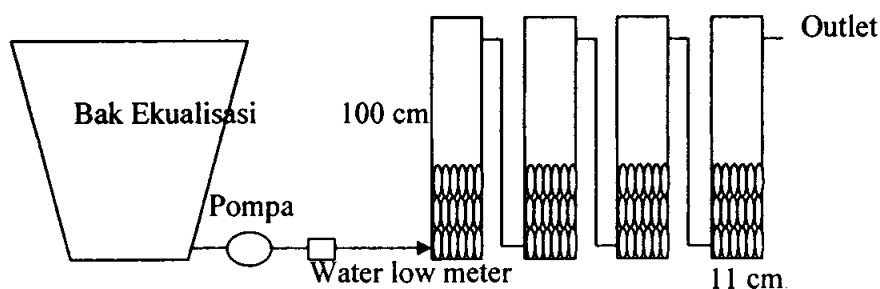
4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini adalah:

a. 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 4 ruang bersekat. Ketinggian kerikil dibuat sesuai dengan ketinggian yang ditentukan yaitu 50 cm. Air limbah yang masuk ke inlet disuplai dari bak ekualisasi dengan menggunakan pompa. Gambar rangkaian reactor dapat dilihat pada Gambar 4.1. Kondisi anaerob dapat dilakukan dengan menutup rapat reaktor. Sedangkan gambar riil reaktor dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 4.1. Rangkaian Reaktor

b. Pengaturan debit dan ketinggian media

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

c. Analisis Hydraulic Retention Time (HRT)

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

d. 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 2 hari. Kemudian dilakukan pengaliran air sampel ke reaktor. Proses aklimatisasi telah selesai jika efisiensi penghilangan COD melebihi 50% (kisaran waktu 1 minggu).

e. Pengambilan sampel air limbah berbahan organik tinggi**f. Proses sinambung reactor**

Reaktor berjalan selama kurang lebih 28 hari. Pengambilan sampel dilakukan tiap minggunya. Pengambilan sampel pada hari ke 7, 14, 21, 28.

g. Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD). *Total Suspended Solid* (TSS). pH. suhu.

Analisis COD dilakukan dengan metode refluks. sedangkan analisis TSS dilakukan metode gravimetric. Analisis pH dengan menggunakan alat pH meter. Analisis suhu dengan thermometer.

h. Analisis Data

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

4.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan:

1. Pengambilan data untuk analisis COD dan TSS pada pipa 1, 2, 3, 4, dan efluen
2. Pengambilan sampel untuk analisis COD dan TSS dilakukan pada hari ke 7, 14, 21, dan 28.

4.6 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini adalah:

1. Analisis COD pada tiap sampel dengan cara:
 - a. Penimbangan HgSO_4 sebanyak 0.4 gr
 - b. Air sampel sebanyak 1 ml dicampur dengan HgSO_4
 - c. Penambahan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebanyak 10 ml
 - d. Penambahan AgSO_4 sebanyak 30 ml
 - e. Panaskan selama 2 jam
 - f. Tambahkan feroin hingga kehijauan



g. Titrasi dengan larutan FAS hingga warna coklat kemerah-merahan

2. Analisis TSS pada tiap sampel dengan cara:

- a. Perakitan vacuum pump dengan bejana isap
- b. Penimbangan kertas saring yang akan digunakan dan cawan porselain
- c. Peletakan kertas saring diatas bejana isap
- d. Pembilasan alat dengan air suling
- e. Pengocokan air sampel dan pipet 100 ml sampel kemudian tuangkan diatas tempat penyaring
- f. Pengoperasian vacuum pump
- g. Pengambilan kertas saring dan letakkan diatas cawan porselain
- h. Pengeringan kertas saring dan cawan di oven 105oC selama 1 jam
- i. Peletakan kertas saring dan cawan ke desikator selama 15 menit
- j. Pengukuran berat kertas saring dan cawan tersebut
- k. Perhitungan kandungan TSS nya dengan:

$$\frac{mg}{l} \text{Zat tersuspensi} = \frac{(a - b) \times 1000}{c}$$

Dimana:

a: berat kertas saring dan partikel tersaring (mg)

b: berat kertas saring (mg)

c: volume sampel (liter)

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Persentase *Removal Chemical Oxygen Demand* pada tiap kolom pipa

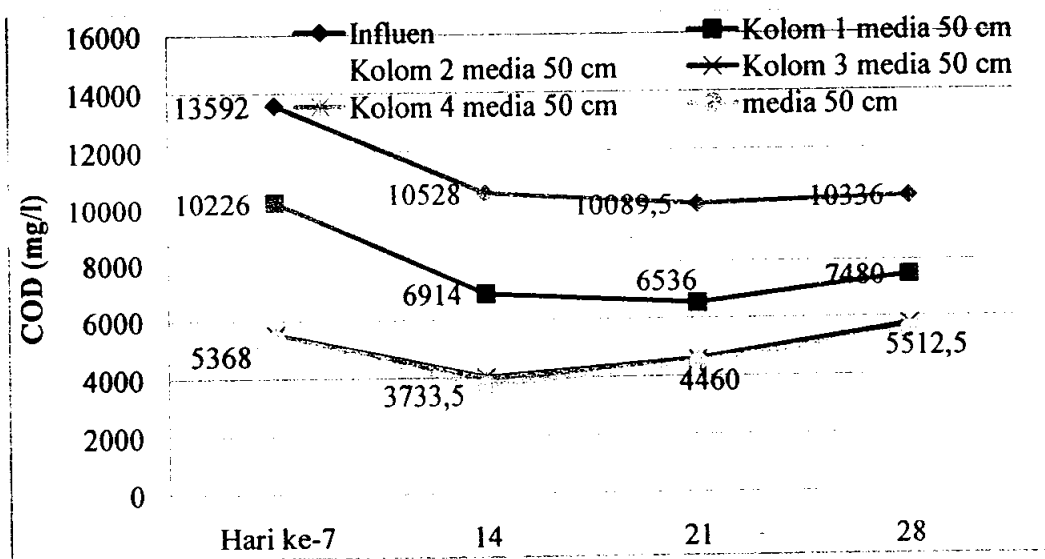
Pengembangan reaktor yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan pengembangan Biofilter Anaerob. Beberapa keuntungan adalah mempunyai konstruksi dan operasi sederhana dan memungkinkan toleransi organik dan hidraulik loading rate tinggi (Lettinga et al., 1980, Li et al. 1995). Dengan mengacu pada kelebihan metode biofilter anaerob maka dilakukan modifikasi reaktor yaitu biofilter anaerob dengan pengadukan hidrolis. Dengan menggunakan biofilter anaerob yang terdapat pengadukan hidrolis diharapkan dapat menghasilkan nilai removal yang lebih baik dan air hasil pengolahan tidak lagi berbahaya.

Reaktor bekerja dimulai dengan tahapan aklimatisasi, yaitu dengan mengalirkan air limbah secara terus menerus ke reaktor sehingga membuat mikroba dapat melekat dan dapat beradaptasi dengan baik saat menguraikan bahan organik. Tahapan aklimatisasi ini ditunjukkan dengan degradasi bahan organik mencapai 50% ke atas. Proses aklimatisasi ini dibutuhkan waktu berkisar 1 minggu. Setelah proses aklimatisasi usai, maka kinerja reaktor dapat diamati untuk kemampuan degradasi organik dan padatan tersuspensinya.

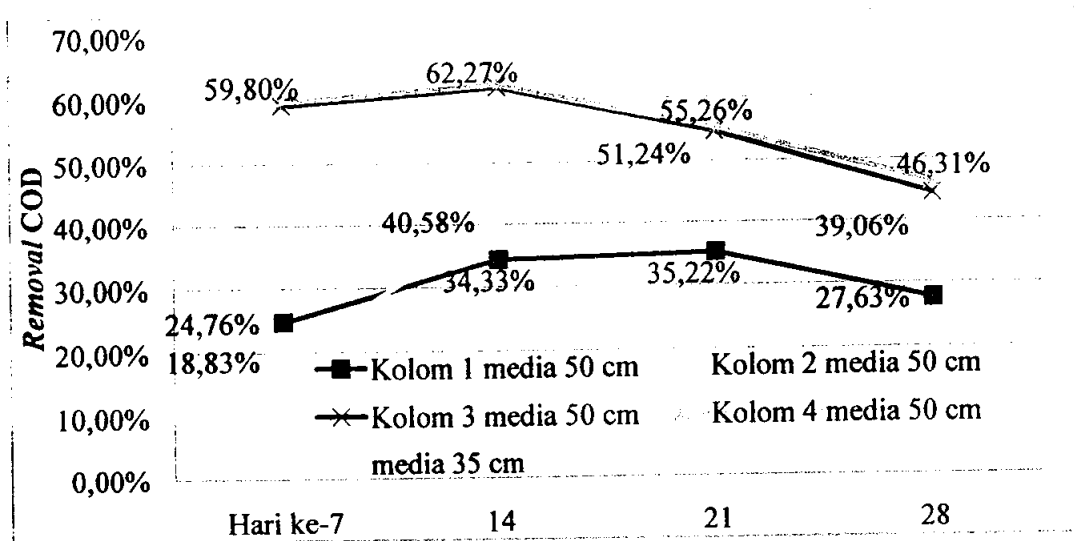
Pada Gambar 5.1 terlihat bahwa kandungan nilai COD air limbah kantin berkisar 13592-10089,5 mg/l, nilai ini sangat tinggi dan jika dibuang ke badan air akan menimbulkan gangguan pada ekosistem perairan seperti eutrofikasi. Berdasarkan peraturan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003, baku mutu *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 100 mg/l. Nilai BOD berkisar 80% dari COD. Sehingga, nilai influen dengan rata-rata 11136,38 mg/l tidak layak jika langsung dibuang ke badan air.

Pada pengolahan biofilter anaerob dengan pengaduk hidrolis menggunakan 4 pipa terlihat memberikan penurunan bahan organik (COD) dan TSS yang cukup besar. Pada gambar 5.1 terlihat

bahwa dari COD tertinggi pada hari ke-7 sebesar 13592 mg/l turun menjadi 5368 mg/l pada efluen. Rata-rata penurunan pada hari ke-7 hingga ke-28, influen yang semula 11136,38 mg/l turun menjadi 4768,5 mg/l (Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1). Berdasarkan Gambar 5.2, rata-rata penurunan hari ke-7 sampai ke-28 di titik kolom 1 sebesar 30,49%; kolom 2 sebesar 54,41%; kolom 3 sebesar 55,06%; kolom 4 sebesar 55,91%; efluen sebesar 56,88%. Dari gambar tersebut terlihat bahwa terjadi proses degradasi secara bertahap dari kolom 1 hingga titik efluen.



Gambar 5.1 Nilai COD pada tiap kolom pipa

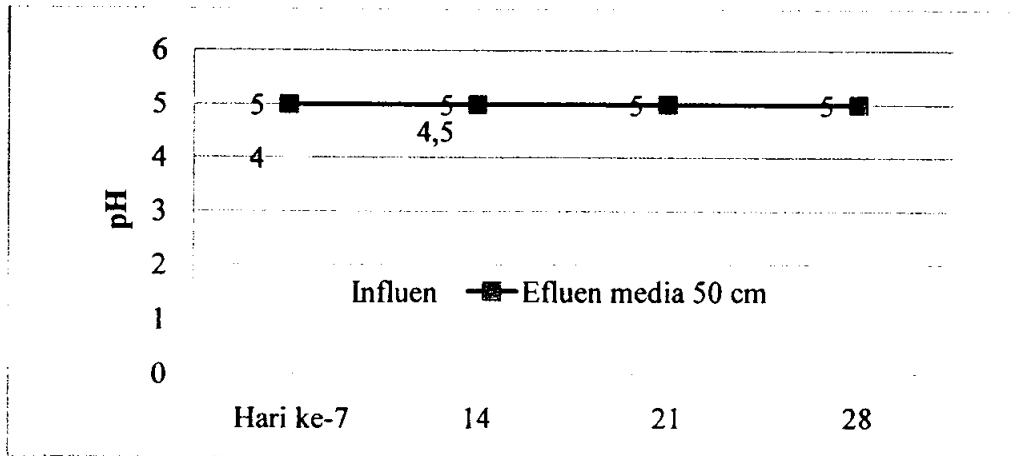


Gambar 5.2 Persentase removal COD pada tiap kolom pipa

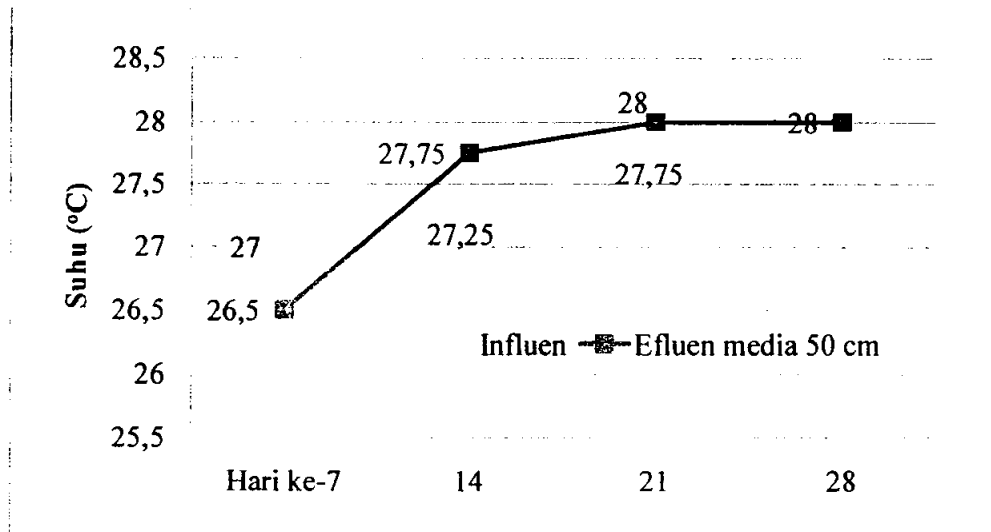
Adanya penurunan secara bertahap dari tiap kolomnya yang dimana tiap kolom terdapat kerikil sebagai media biofilter, hal ini disebabkan media kerikil menjadi salah satu tahap pengolahan untuk mikroba untuk menempel selain itu tahap ini juga terjadi penyaringan bahan-bahan organik oleh kerikil. Semakin banyak media biofilter, maka efisiensi penyaringan yang terjadi semakin besar karena adanya proses upflow sehingga aliran ini dapat mengurangi kecepatan partikel yang ada pada limbah cair dan partikel yang tidak terbawa aliran ke atas akan mengendap di kerikil. Limbah yang mengalir ke atas melewati sludge blanket memiliki komponen partikel biologi, dalam pengolahan terjadi sirkulasi kontak internal dengan partikel biologi (Hulshoff pol *et al*, 1983). Partikel biologi tersebut mengendap di kerikil sehingga dapat membantu kontak mikroba dengan limbah sehingga mikroba dapat bekerja secara efisien. Dalam proses anaerobik, polutan organik pada air limbah terdegradasi oleh mikroba (Hulshoff Pol *et al.*, 1998).

Terdapat kemiripan metode antara penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian yang dilakukan Hasky dkk ,(2011) yaitu pada kedua penelitian ini menggunakan metode upflow anaerobik reaktor dan menggunakan kotoran sapi sebagai media seeding. Pada penelitian Hasky dkk, (2011) diketahui bahwa removal COD nya mencapai 63% pada hari ke 7 dan 66% pada hari ke-14, hal ini hampir mendekati penelitian ini tetapi tidak sama persis. Adanya perbedaan hasil removal COD dari kedua penelitian tersebut yang diakibatkan karena pada penelitian Hasky dkk, (2011) melakukan proses *seeding* yang lebih lama yaitu selama 10 hari, melakukan penjagaan pH(kisaran 6-8) di dalam reaktor dengan melakukan penambahan Kristal NaOH serta melakukan penambahan urea untuk memenuhi kebutuhan nutrisi selama penelitian. Selain itu suhu dalam penelitian perlu dijaga pada kisaran 27-28°C, seperti pada Gambar 5.4 suhu dalam penelitian ini mencapai 27-28°C. Sedangkan pada penelitian proses seeding hanya dilakukan selama 2 hari serta tidak melakukan penjagaan pH (berdasarkan Gambar 5.3 pH penelitian ini 4,5-5) serta pemberian nutrisi tambahan. Hal ini yang menyebabkan perbedaan hasil removal COD antara kedua penelitian tersebut. Hal ini

menunjukkan, kemampuan penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Dari penelitian ini dilakukan analisis pH dan suhu di titik inlet dan outlet dari reaktor, dapat dilihat pada Gambar 5.3 sampai 5.4.



Gambar 5.3 Nilai pH Influen dan Efluen Reaktor



Gambar 5.4 Nilai suhu Influen dan Efluen Reaktor

5.2 Persentase *Removal Total Suspended Solid* pada tiap kolom pipa

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis jumlah padatan tersuspensi (TSS) dari rata-rata influen air limbah kantin FST dari hari ke-7 hingga 28 mencapai 9905,291 mg/l. Nilai ini melebihi Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 yang bernilai 100 mg/l. Sehingga perlu teknologi yang dapat menurunkan nilai tersebut, salah satunya dengan biofilter. Pada filter terjadi proses pengendapan, filtrasi, dan biodegradasi air limbah. Hal ini seperti terlihat pada Gambar 5.5, terlihat bahwa pada hari ke-28, saat influen mencapai 20265 mg/l maka konsentrasi TSS di tiap kolom mengalami penurunan, secara berturut dari kolom 1 ke titik efluen 2408,335 mg/l; 383,335 mg/l; 350 mg/l; 288,335 mg/l; 345 mg/l (Gambar 5.5). Hal ini menunjukkan penurunan TSS yang cukup besar.

Sedangkan untuk besarnya persentase removal TSS juga meningkat secara bertahap (Gambar 5.6). Rata-rata persentase removal dari hari ke-7 hingga 28, kolom 1 sebesar 66,96%; kolom 2 sebesar 79,25%; kolom 3 sebesar 80,62%; kolom 4 sebesar 82,54%; efluen 83,06% (data lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2). Adanya peningkatan persentase removal tiap kolom karena adanya proses filtrasi secara bertahap di tiap kolom. Sehingga penurunan TSS terjadi secara bertahap. Hanya saja, hasil dari luaran pengolahan ini masih belum memenuhi Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003, sehingga perlu dilakukan pengolahan lanjutan untuk mengurangi TSS hingga dibawah baku mutu air limbah domestik, sebesar 100 mg/l.

ekualisasi kali pertama mengalami pengolahan di kolom ke-1 sehingga penurunan TSS belum sepenuhnya optimal. Pada kolom selanjutnya, yaitu kolom ke-2, 3, dan 4, TSS mengalami penurunan yang relatif stabil. Berturut-turut penurunan TSS sebesar 58,19%, 60%, 63,33%. Pada hari ke-14, efisiensi penurunan TSS dari kolom ke-1 sampai ke-4 mengalami peningkatan yang tidak jauh berbeda, yaitu sebesar 66,88%, 73,16%, 74,34%, dan 74,44%. Hal demikian juga terjadi pada hari ke-21 dan 28. Pada hari ke-21, efisiensi penurunan TSS dari kolom ke-1 sampai ke-4 sebesar 78,56%, 87,54%, 89,87%, 93,82%. Efisiensi penurunan TSS terus mengalami peningkatan hingga hari ke-28. Penurunan TSS setiap kolom berturut-turut sebesar 88,12%, 98,11%, 98,27%, 98%. Dari deskripsi ini terlihat bahwa semakin lama proses pengolahan air limbah maka semakin besar kemampuan removal air limbah. Hal ini disebabkan removal padatan tersuspensi disebabkan oleh proses pengendapan dan penyaringan di media biofilter. Partikel mengendap secara gravitasi dan tersaring di ruang pori media filter. Semakin lama ruang pori tersebut semakin banyak terisi padatan tersuspensi yang menyebabkan ruang pori semakin kecil sehingga partikel yang tertahan semakin banyak. Pada Gambar 5.6 terlihat bahwa di hari ke-28 persentase removal hingga mencapai kisaran 98%.

5.3 Analisis Pengaruh Pengaduk Hidrolis dalam biofilter.

Pada proses pengolahan air limbah, kemampuan biodegradasi air limbah tergantung dari karakteristik pengolahannya. Pada penelitian kali ini menggunakan pengolahan biofilter anaerob yang mengembangkan pengolahan dengan mengikut sertakan pengadukan hidrolis. Penelitian ini mengembangkan penelitian Srinivsan dkk. (2009) yang menggunakan biofilter anaerob dengan dua kolom. Penelitian ini mengembangkan menjadi 4 kolom, kemudian dilakukan analisis COD dan TSS di tiap kolomnya (data dapat dilihat pada Tabel 5.1). Analisis dilakukan di tiap dasar kolom dengan pertimbangan, air limbah telah mengalami proses filtrasi dan pengadukan, sedangkan titik efluen berada di bagian atas kolom 4.

Tabel 5.1 Rata-rata Persentase *Removal* COD dan TSS dari hari ke-7 hingga ke-28

| Parameter | Kolom 1 | Kolom 2 | Kolom 3 | Kolom 4 | Efluen |
|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| COD | 30,49% | 54,41% | 55,06% | 55,91% | 56,88% |
| TSS | 66,96% | 79,25% | 80,62% | 82,54% | 83,14% |

Ada dua fenomena yang terjadi dalam reaktor. Yang pertama adalah pengolahan anaerobik biofilter. Limbah cair mengalami pengolahan anaerob ketika melewati media filter kerikil. Limbah cair didegradasi oleh mikroorganisme *attached growth*. Setelah pengolahan tersebut, limbah cair mengalir secara *upflow*. Pada proses tersebut terjadi pengadukan hidrolis yang menyebabkan efisiensi penurunan COD dan TSS semakin besar seperti yang terlihat pada Tabel 5.1. Pada Tabel 5.1, terlihat bahwa removal COD dari kolom 1 hingga efluen mengalami peningkatan persentase removal secara berurutan adalah 30,49%; 54,41%; 55,06%; 55,91%; 56,88%. Hal yang sama juga terjadi pada persentase removal TSS yang juga terus meningkat hingga titik efluen yang terletak di kolom 4, secara berurutan adalah 66,96%; 79,25%; 80,62%; 82,54%; 83,14%. Menurut Barber dan Stuckey (1999) dalam Indriani dan Herumurti (2010) menyatakan bahwa hidrodinamika dan tingkat pengadukan pada reaktor berpengaruh erat terhadap kontak antara substrat dan bakteri, sehingga terjadi kontrol aliran massa dan performa reaktor.

Penyebab lainnya adalah debit alir umpan yang rendah. Sehingga mikroorganisme memiliki waktu yang lebih lama untuk mendegradasi senyawa organik yang terkandung di dalam limbah cair. Laju aliran yang tinggi membuat mikroorganisme tidak mendapatkan waktu yang cukup untuk mendegradasi senyawa organik. Ahmad (1999) menyatakan bahwa peningkatan debit umpan menyebabkan pola aliran di dalam sistem menjadi turbulen dan dapat menghanyutkan padatan biomassa sehingga terbawa aliran keluar sistem.

Kombinasi antara pengadukan hidrolis dan debit aliran umpan yang rendah menghasilkan efisiensi

penurunan COD dan TSS yang besar. Pernyataan ini semakin didukung dengan banyaknya kolom sebanyak empat buah. Jumlah kolom tersebut membuat limbah cair tinggal lebih lama di dalam reaktor. Berdasarkan Gambar 5.1; 5.2; 5.5; dan 5.6 terlihat bahwa hasil analisis kolom 1 hingga 4 menunjukkan bahwa penguraian bahan organik (COD) dan TSS semakin besar jika jumlah kolom semakin bertambah. Sehingga kolom yang memberikan persentase terbesar adalah kolom 4. Terjadi penurunan yang signifikan hal ini disebabkan telah terjadi proses pendegradasi oleh mikroba. Kenaikan persen reduksi COD yang signifikan menunjukkan bahan-bahan organik yang sudah terdegradasi, semakin besar reduksi COD berarti bahan organik yang terdegradasi menjadi asam-asam semakin besar dan untuk penurunan persen reduksi dimana asam organik sudah tidak ada lagi yang terurai (Widjaja dan Altway, 2008).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian adalah:

1. Persentase *removal* COD dari kolom 1 hingga efluen secara berurutan adalah 30,49%; 54,41%; 55,06%; 55,91%; 56,88%. Persentase *removal* TSS dari kolom 1 hingga titik efluen secara berurutan adalah 66,96%; 79,25%; 80,62%; 82,54%; 83,14%.
2. Persentase *removal* COD dan TSS air limbah kantin FSaintek Unair tertinggi ada pada kolom 4 dari pengolahan biofilter anaerob ini

6.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk meningkatkan nutrisi pada pengolahan air limbah
2. Perlu dilakukan menjaga pH pada proses pengolahan air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., T. Setiadi, M. Syafila, dan O. B. Liang, 1999. Bioreaktor Berpenyekat Anaerob untuk Pengolahan Limbah Industri yang Mengandung Minyak dan Lemak; Pengaruh Pembebanan Organik Terhadap Kinerja Bioreaktor. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo 1999, TK-ITB.
- Bagus S, IN. 2008. *Start Up dan Perancangan Bioreaktor Anaerobik untuk Pengolahan Limbah Cair dengan Konsentrasi Garam Tinggi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Exall. K., Marsalek. J., Schaefer. K. 2006. Water Reuse in Canada: Opportunities and Challenges. *Integrated Urban Water Resources Management: 253-262*.
- 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*.
- Hasky I., Wambukomo, Y. H.M Soewarno N., 2011.. Pengaruh Sirkulasi Terhadap Produksi Biogas Dari Kotoran Sapi Dengan Bioreaktor 4.500 Liter, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. 2-4
- Hulshoff Pol, L. W., de Zeeuw, W. J., Veizebour, C. T. M., Lettinga, G., 1983. Granulation UASB Reactors. *Water Science and Technology 15(8)*. 291-304.
- Hulshoff Pol, L., Euler, H. Schroth, S., Wittur, T., Grohganz, D., 1998/ Proc. Of 5th Latin American Seminar on Anaerobic Wastewater Treatment. Vina del Mar, Chili.
- Indriani, T., Herumurti, W. 2010. Studi Efisiensi Paket Pengolahan Grey Water Model Kombinasi ABR-Anaerobic Filter. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepluh Nopember . Surabaya.
- Lettinga, G., Vinken, J. N., 1980. Feasibility of The Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Process For The Treatment of Low-Streight Waste. 35th Industrial Waste Conference West Lafayette, Indiana. 625-634.
- Li, Y-Y., Hebert, H. P., Fang T. C., Chui, H. K., 1995. UASB Treatment of Wastewater Containing Concentrated Benzoate. *J. Env Engineering 121(10)*. 748-751.
- 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*.
- 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.

- Srinivasan. G., Subramaniam. R., and Kumar. V. N., 2009. A Study of Dairy Wastewater Using Fixed-Film Fixed Bed Anaerobic Diphasic Digester. *American-Eurasian Journal of Scientific Research* 4(2): 89-92
- Widjaja dan Altway, 2008. Pengaruh HRT dan Beban COD terhadap Pembentukan Gas Methan Pada Proses Anaerobic Digestion Menggunakan Limbah padat Tepung Tapioka. Makalah Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono "Pengolahan Sumber Daya Alam dan Energi Terbarukan". Surabaya.

Lampiran 1: Data Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Persentase *Removal* COD

| Reaktor | Nilai <i>Chemical Oxygen Demand</i> (mg/l) | | | | |
|---------------------|--|--------|---------|--------|-----------|
| | Hari ke-7 | 14 | 21 | 28 | Rata-rata |
| Influen | 13592 | 10528 | 10089,5 | 10336 | 11136,38 |
| Kolom 1 media 50 cm | 10226 | 6914 | 6536 | 7480 | 7789 |
| Kolom 2 media 50 cm | 5600 | 4151,5 | 4642,5 | 5760 | 5038,5 |
| Kolom 3 media 50 cm | 5532 | 4010,5 | 4577 | 5746,5 | 4966,5 |
| Kolom 4 media 50 cm | 5464 | 3972,5 | 4514 | 5549,5 | 4875 |
| Efluen | 5368 | 3733,5 | 4460 | 5512,5 | 4768,5 |

| Reaktor | Persentase <i>Removal Chemical Oxygen Demand</i> | | | | |
|---------------------|--|--------|--------|--------|-----------|
| | Hari ke-7 | 14 | 21 | 28 | Rata-rata |
| Kolom 1 media 50 cm | 24,76% | 34,33% | 35,22% | 27,63% | 30,49% |
| Kolom 2 media 50 cm | 58,80% | 60,57% | 53,99% | 44,27% | 54,41% |
| Kolom 3 media 50 cm | 59,30% | 61,91% | 54,64% | 44,40% | 55,06% |
| Kolom 4 media 50 cm | 59,80% | 62,27% | 55,26% | 46,31% | 55,91% |
| Efluen | 60,51% | 64,54% | 55,80% | 46,67% | 56,88% |

Lampiran 2: Data Nilai *Total Suspended Solid*(TSS) dan Persentase *Removal* (TSS)

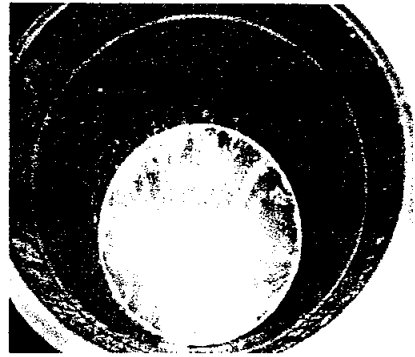
| Reaktor | Nilai <i>Total Suspended Solid</i> (mg/l) | | | | |
|---------------------|---|----------|----------|----------|-----------|
| | Hari ke-7 | 14 | 21 | 28 | Rata-rata |
| Influen | 700 | 1831,665 | 16824,5 | 20265 | 9905,291 |
| Kolom 1 media 50 cm | 460 | 606,67 | 3608 | 2408,335 | 1770,751 |
| Kolom 2 media 50 cm | 292,67 | 491,665 | 2096 | 383,335 | 815,9175 |
| Kolom 3 media 50 cm | 280 | 470 | 1704 | 350 | 701 |
| Kolom 4 media 50 cm | 256,67 | 468,165 | 1040 | 288,335 | 513,2925 |
| Efluen | 242 | 460 | 1073,335 | 275 | 602,067 |

| Reaktor | Persentase <i>Removal Total Suspended Solid</i> | | | | |
|---------------------|---|--------|--------|--------|-----------|
| | Hari ke-7 | 14 | 21 | 28 | Rata-rata |
| Kolom 1 media 50 cm | 34,29% | 66,88% | 78,56% | 88,12% | 66,96% |
| Kolom 2 media 50 cm | 58,19% | 73,16% | 87,54% | 98,11% | 79,25% |
| Kolom 3 media 50 cm | 60,00% | 74,34% | 89,87% | 98,27% | 80,62% |
| Kolom 4 media 50 cm | 63,33% | 74,44% | 93,82% | 98,58% | 82,54% |
| Efluen | 65,43% | 74,89% | 93,62% | 98,64% | 83,14% |

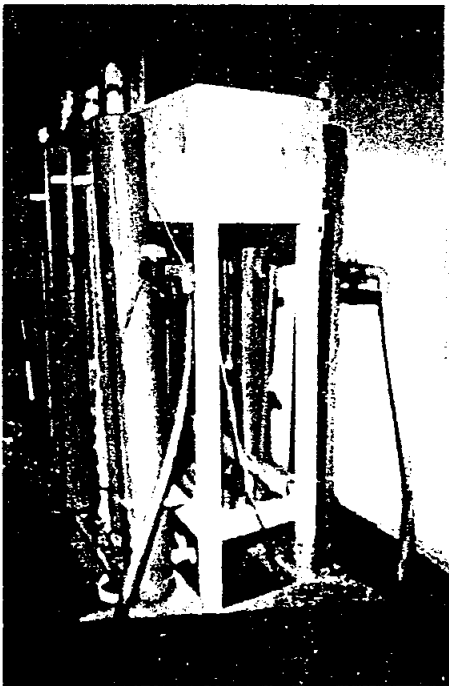
Lampiran 3: Dokumentasi Penelitian



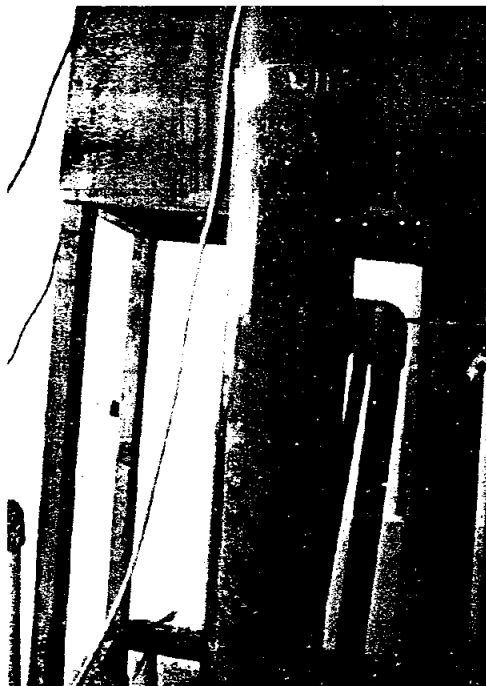
(a) Saat pengambilan sampel air limbah kantin



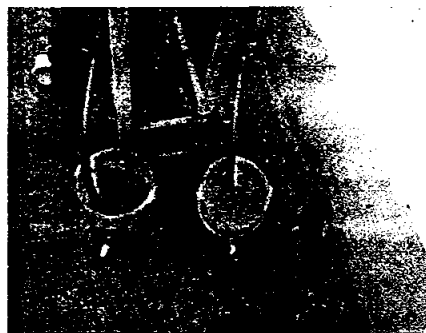
(b) kondisi air influen



(c) Prototipe pengolahan air limbah



(d) kondisi kolom dari prototipe pengolahan



(e) kondisi efluen pengolahan air limbah

Ringkasan Penelitian

KINERJA BIOFILTER ANAEROB DENGAN PENGADUKAN HIDROLIS UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH KANTIN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI, UNIVERSITAS AIRLANGGA

Trisnadi Widyaleksono C.P.*, Nur Indradewi Oktavetri, dan Agoes Soegianto

Program Studi Ilmu dan Teknologi Lingkungan, Departemen Biologi, FST-UA

*E-mail: trisnadi@unair.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase *removal Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) di tiap kolom pipa dan efluen pada reaktor biofilter anaerob berpengaduk hidrolis. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kolom berapakah *removal* COD dan TSS tertinggi. Air limbah yang digunakan adalah air limbah kantin FST-UA. Analisis COD dengan analisis refluks dan analisis TSS dengan gravimetri. Efisiensi *removal* COD terus mengalami peningkatan dari kolom 1 hingga kolom 4. *Removal* tertinggi pada Kolom 4. Persentase *removal* COD dari kolom 1 hingga efluen secara berurutan adalah 30,49%; 54,41%; 55,06%; 55,91%; 56,88%. Hal ini sama dengan efisiensi *removal* TSS yang terus meningkat hingga kolom 4. Persentase *removal* TSS dari kolom 1 hingga titik efluen secara berurutan adalah 66,96%; 79,25%; 80,62%; 82,54%; 83,14%. Berdasarkan hasil analisis kolom pipa yang memberikan kemampuan *removal* COD dan TSS tertinggi nilainya adalah kolom 4 dari biofilter berpengaduk hidrolis

Kata kunci: Air limbah kantin, Biofilter Anaerob, Pengaduk Hidrolis, Persentase *removal* COD dan TSS,

1. PENDAHULUAN

Pengolahan air limbah yang umumnya digunakan adalah proses anaerobik. Berbagai pengembangan pengolahan anaerob. Foresti *et al* (2006) menyatakan bahwa proses anaerob memiliki kemampuan pengurangan kandungan bahan organik dalam jumlah yang besar. Pengembangan penelitian pengolahan air limbah dengan proses anaerob telah banyak dilakukan. Seperti yang dilakukan Srinivasan *et al.* (2009) melakukan pengolahan air limbah dengan biofilter anaerob. Biofilter merupakan media filter tempat tumbuh dan lekatnya mikroba. Pengolahan ini dengan mengalirkan air limbah pada tiap kolom pipa. Kolom pipa yang digunakan ada dua. Hasil dari penelitiannya menunjukkan penguraian bahan organik sebesar 1 kg/m².hari. Proses bertahap ini dapat meningkatkan efisiensi proses. Hal ini disebabkan dengan adanya pengadukan hidrolis saat air limbah mengalir ke tiap pipa. Pengadukan ini dapat menjadi sarana mencampur substrat air limbah sehingga proses degradasi dapat merata. Penelitian ini mengembangkan penelitian Srinavasan *et al.* (2009) dengan menambah jumlah tahapan. Jika penelitian Srinavasan *et al.* (2009) menggunakan 2 pipa. penelitian ini menggunakan 4 pipa. Sehingga diharapkan terjadi pengadukan hidrolis yang lebih lama dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses. Dari penelitian ini akan dipantau efisiensi prosesnya dalam menurunkan COD. dan TSS. Penelitian ini menggunakan air limbah kantin. Pemilihan air limbah kantin FSaintek karena kadar BOD rata-rata lebih besar dari

200 mg/l dan TSS rata-rata lebih besar dari 100 mg/l (Oktavitri *et al.* 2010) sehingga tepat untuk menguji efisiensi pengolahan dari ketiga metode tersebut.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Nopember 2012. Tempat penelitian ini dilakukan di laboratorium lingkungan, Departemen Biologi, FST-UA.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Reaktor, botol sampel, pompa, jirigen, cawan porselin, oven, desikator, timbangan analitis, bejana isap 500 ml, pompa vakum, labu takar 100 ml, Erlenmeyer 100 ml, buret. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Lem pipa, kerikil, air limbah kantin, kertas saring, HgSO_4 , AgSO_4 , Feroin, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 1,10 Phenanthrolin monohydrate, methyl orange, methyl merah, NaOH, $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Prosedur dalam penelitian ini adalah:

Pengaturan Debit

Pengaturan debit dilakukan dengan mengatur besar kecilnya aliran yang memasuki reaktor. Debit yang digunakan 0,3 ml/menit.

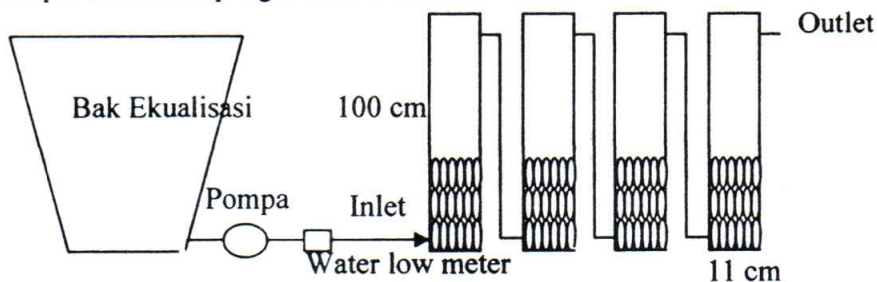
Seeding dan Aklimatisasi

Seeding dilakukan dengan merendam media kerikil dengan rumen sapi. Rumen sapi diencerkan dengan perbandingan 1:1. *Seeding* dilakukan selama dua hari. Proses aklimatisasi dilakukan selama tujuh hari. Proses aklimatisasi berhasil jika hasil removal melebihi 50%.

Running Reaktor

Reaktor berjalan selama satu bulan. Dari bak ekualisasi, limbah dialirkan dengan pompa untuk diolah di reaktor. Reaktor yang digunakan biofilter anaerob. Reaktor ini terdiri dari empat kolom dengan aliran *upflow*. Setiap kolom diberi kerikil setinggi 50 cm untuk media pelekatan biofilm.

Pengambilan sampel dilakukan setiap minggunya, yaitu pada hari ke 7, 14, 21, dan 28. Sampel diambil pada titik influen, efluen, dan titik efluen tiap kolom. Setiap sampel dibuat duplo. Setiap sampel dilakukan pengukuran COD dan TSS.

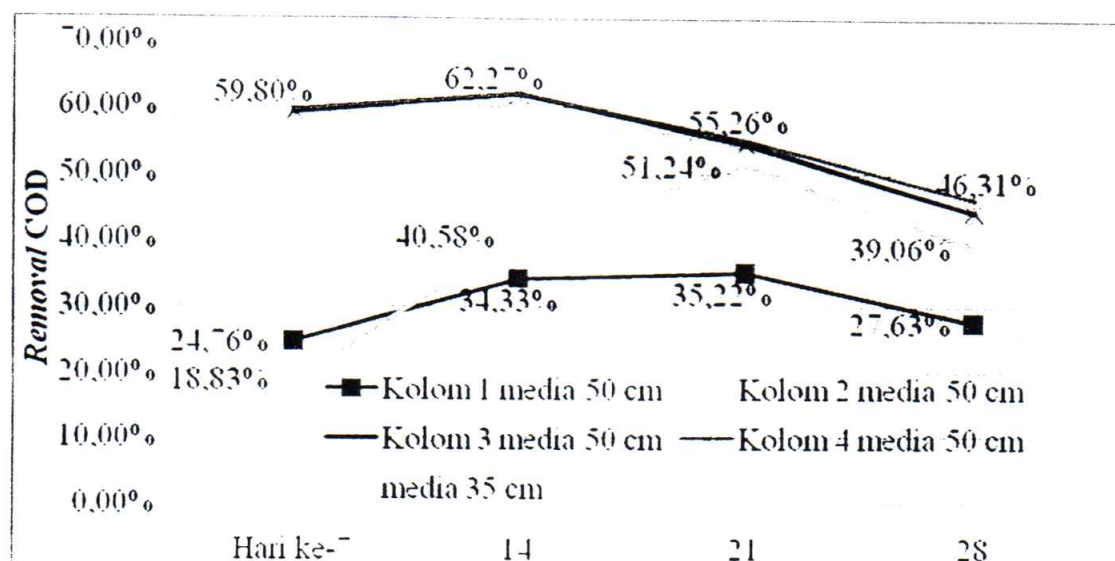


Gambar 1. Skema reaktor percobaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Removal Total Suspended Solid pada tiap kolom pipa

Pada pengolahan biofilter anaerob dengan pengaduk hidrolis menggunakan 4 pipa terlihat memberikan penurunan bahan organik (COD) dan TSS yang cukup besar. Berdasarkan Gambar 1, rata-rata penurunan hari ke-7 sampai ke-28 di titik kolom 1 sebesar 30,49%; kolom 2 sebesar 54,41%; kolom 3 sebesar 55,06%; kolom 4 sebesar 55,91%; efluen sebesar 56,88%. Dari gambar tersebut terlihat bahwa terjadi proses degradasi secara bertahap dari kolom 1 hingga titik efluen.

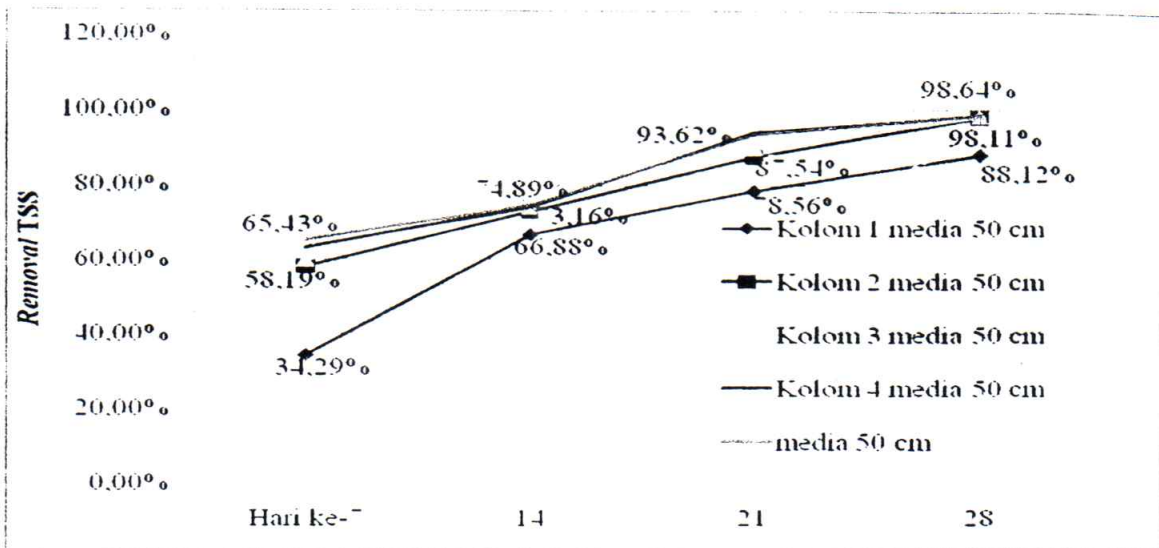


Gambar 1 Persentase *removal* COD pada tiap kolom pipa

Adanya penurunan secara bertahap dari tiap kolomnya yang dimana tiap kolom terdapat kerikil sebagai media biofilter, hal ini disebabkan media kerikil menjadi salah satu tahap pengolahan untuk mikroba untuk menempel selain itu tahap ini juga terjadi penyaringan bahan-bahan organik oleh kerikil. Semakin banyak media biofilter, maka efisiensi penyaringan yang terjadi semakin besar karena adanya proses upflow sehingga aliran ini dapat mengurangi kecepatan partikel yang ada pada limbah cair dan partikel yang tidak terbawa aliran ke atas akan mengendap di kerikil. Limbah yang mengalir ke atas melewati sludge blanket memiliki komponen partikel biologi, dalam pengolahan terjadi sirkulasi kontak internal dengan partikel biologi (Hulshoff pol *et al*, 1983). Partikel biologi tersebut mengendap di kerikil sehingga dapat membantu kontak mikroba dengan limbah sehingga mikroba dapat bekerja secara efisien. Dalam proses anaerobik, polutan organik pada air limbah terdegradasi oleh mikroba (Hulshoff Pol *et al.*, 1998).

Persentase Removal Total Suspended Solid pada tiap kolom pipa

Persentase removal TSS juga meningkat secara bertahap (Gambar 2). Rata-rata persentase removal dari hari ke-7 hingga 28, kolom 1 sebesar 66,96%; kolom 2 sebesar 79,25%; kolom 3 sebesar 80,62%; kolom 4 sebesar 82,54%; efluen 83,06%. Adanya peningkatan persentase removal tiap kolom karena adanya proses filtrasi secara bertahap di tiap kolom. Sehingga penurunan TSS terjadi secara bertahap. Hanya saja, hasil dari luaran pengolahan ini masih belum memenuhi Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003, sehingga perlu dilakukan pengolahan lanjutan untuk mengurangi TSS hingga dibawah baku mutu air limbah domestik, sebesar 100 mg/l.



Gambar 2 Persentase *Removal* TSS pada Tiap Kolom Pipa

Efisiensi penurunan TSS terus mengalami peningkatan hingga hari ke-28. Penurunan TSS setiap kolom berturut-turut sebesar 88,12%, 98,11%, 98,27%, 98%. Dari deskripsi ini terlihat bahwa semakin lama proses pengolahan air limbah maka semakin besar kemampuan removal air limbah. Hal ini disebabkan removal padatan tersuspensi disebabkan oleh proses pengendapan dan penyaringan di media biofilter. Partikel mengendap secara gravitasi dan tersaring di ruang pori media filter. Semakin lama ruang pori tersebut semakin banyak terisi padatan tersuspensi yang menyebabkan ruang pori semakin kecil sehingga partikel yang tertahan semakin banyak. Pada Gambar 5.6 terlihat bahwa di hari ke-28 persentase removal hingga mencapai kisaran 98%.

Analisis Pengaruh Pengaduk Hidrolis dalam biofilter.

Ada dua fenomena yang terjadi dalam reaktor. Yang pertama adalah pengolahan anaerobik biofilter. Limbah cair mengalami pengolahan anaerob ketika melewati media filter kerikil. Limbah cair didegradasi oleh mikroorganisme *attached growth*. Setelah pengolahan tersebut, limbah cair mengalir secara *upflow*. Pada proses tersebut terjadi pengadukan hidrolis yang menyebabkan efisiensi penurunan COD dan TSS semakin besar seperti yang terlihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1, terlihat bahwa removal COD dari kolom 1 hingga efluen mengalami peningkatan persentase removal secara berurutan adalah 30,49%; 54,41%; 55,06%; 55,91%; 56,88%. Hal yang sama juga terjadi pada persentase removal TSS yang juga terus meningkat hingga titik efluen yang terletak di kolom 4, secara berurutan adalah 66,96%; 79,25%; 80,62%; 82,54%; 83,14%. Menurut Barber dan Stuckey (1999) dalam Indriani dan Herumurti (2010) menyatakan bahwa hidrodinamika dan tingkat pengadukan pada reaktor berpengaruh erat terhadap kontak antara substrat dan bakteri, sehingga terjadi kontrol aliran massa dan performa reaktor.

Tabel 1 Rata-rata Persentase *Removal* COD dan TSS dari hari ke-7 hingga ke-28

| Parameter | Kolom 1 | Kolom 2 | Kolom 3 | Kolom 4 | Efluen |
|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| COD | 30,49% | 54,41% | 55,06% | 55,91% | 56,88% |
| TSS | 66,96% | 79,25% | 80,62% | 82,54% | 83,14% |

Penyebab lainnya adalah debit alir umpan yang rendah. Sehingga mikroorganisme memiliki waktu yang lebih lama untuk mendegradasi senyawa organik yang terkandung di dalam limbah cair. Laju aliran yang tinggi membuat mikroorganisme tidak mendapatkan waktu yang cukup untuk mendegradasi senyawa organik. Ahmad (1999) menyatakan bahwa peningkatan debit umpan menyebabkan pola aliran di dalam sistem menjadi turbulen dan dapat menghanyutkan padatan

biomassa sehingga terbawa aliran keluar sistem. Kenaikan persen reduksi COD yang signifikan menunjukkan bahan-bahan organik yang sudah terdegradasi, semakin besar reduksi COD berarti bahan organik yang terdegradasi menjadi asam-asam semakin besar dan untuk penurunan persen reduksi dimana asam organik sudah tidak ada lagi yang terurai (Widjaja dan Altway, 2008).

4. KESIMPULAN

- a. Persentase *removal* COD dari kolom 1 hingga efluen secara berurutan adalah 30,49%; 54,41%; 55,06%; 55,91%; 56,88%. Persentase *removal* TSS dari kolom 1 hingga titik efluen secara berurutan adalah 66,96%; 79,25%; 80,62%; 82,54%; 83,14%.
- b. Persentase *removal* COD dan TSS air limbah kantin FSaintek Unair tertinggi ada pada kolom 4 dari pengolahan biofilter anaerob ini

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., T. Setiadi, M. Syafila, dan O. B. Liang, 1999. Bioreaktor Berpenyekat Anaerob untuk Pengolahan Limbah Industri yang Mengandung Minyak dan Lemak; Pengaruh Pembebanan Organik Terhadap Kinerja Bioreaktor. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo 1999, TK-ITB.
- 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.
- Hulshoff Pol, L. W., de Zeeuw, W. J., Veizebour, C. T. M., Lettinga, G., 1983. Granulation UASB Reactors, *Water Science and Technology* 15(8). 291-304.
- Hulshoff Pol, L., Euler, H. Schroth, S., Wittur, T., Grohganz, D., 1998/ Proc. Of 5th Latin American Seminar on Anaerobic Wastewater Treatment. Vina del Mar, Chili.
- 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.
- 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.
- Srinivasan. G.. Subramaniam. R.. and Kumar. V. N.. 2009. A Study of Dairy Wastewater Using Fixed-Film Fixed Bed Anaerobic Diphasic Digester. *American-Eurasian Jurnal of Scientific Research* 4(2): 89-92
- Widjaja dan Altway, 2008. Pengaruh HRT dan Bebabn COD terhadap Pembentukan Gas Methan Pada Proses Anaerobic Digestion Menggunakan Limbah padat Tepung Tapioka. Makalah Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono "Pengolahan Sumber Daya Alam dan Energi Terbarukan". Surabaya.

Berkala PENELITIAN

HAYATI

Edisi Khusus

(Journal of Biological Researches)

ISSN : 0852-6834 TERAKREDITASI B SK. No.43/ DIKTI/ Kep./2008.

Sekretariat : Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
Kampus C, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115, Telp. (031) 5936501, Fax : (031) 5936502

SURAT KETERANGAN

Nomor : /Bp/ X/2012

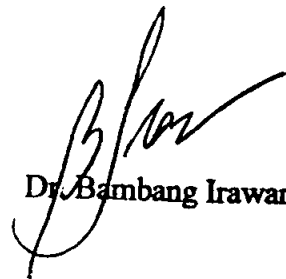
Dengan Hormat,

Redaksi Berkala Penelitian Hayati telah menerima artikel berjudul : “Reduction Efficiency Total Suspended Solid Domestic Waste Water On Hydraulic Agitation Usin Anaerobic Biofilter” oleh Nur Indradewi Oktavutri, Agoes Sòegianto, Trisnadi W. C. I Angsukma P D., Adam L. H. S., Departemen Biologi, Universitas Airlangga. Artikel tersebut telah diterima di Jurnal Berkala Penelitian Hayati, Perhimpunan Biologi Indonesia (PB Cabang Jawa Timur, dalam Edisi Khusus Tahun 2012.

Demikian keterangan ini dibuat sesuai keadaan yang sebenarnya, untuk digunakan seperlunya.

Surabaya, 17 Oktober 2012

Ketua Redaksi,



Dr. Bambang Irawan, MSc.

**REDUCTION OF EFFICIENCY TOTAL SUSPENDED SOLID
DOMESTIC WASTE WATER ON HYDRAULIC AGITATION
USING ANAEROBIC BIOFILTER**

Nur Indradewi Oktavitri*, Agoes Soegianto, Trisnadi Widyaleksono C.P., Angsukma P.

Dewayanti, Adam L. H. Suryawan

Biology Department Science and Technology Faculty Airlangga University

Kampus C Jl. Mulyorejo, 60115, Surabaya

*E-mail: nur_i_d_o@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this study was to know the efficiency of domestic wastewater TSS reduction by using hydraulic agitation in anaerobic biofilter. The reactor consists of four columns. Each column has a sampling point. Upflow direction was operated in reactor in order to maximize the hydraulic agitation. Filter media in the forms of gravel to support the growth of biofilm.. The reactor was to treat wastewater FST Airlangga University canteen which contain TSS 8237.463 mg/l. Debit used during processing was 0.3 ml/min. Sampling were performed on days 7, 14, 21, and 28. The result showed the efficiency of TSS was 64.57%, 76.16%, 94.23% and 98.46% respectively. From these data, obtained an average TSS removal was 83.36%.

Keywords : *TSS, domestic wastewater, hydraulic agitation, hybrid anaerobic reactor*

INTRODUCTION

One of domestic waste water effluent quality standard is The Total Suspended Solid (TSS). According to Sugiharto (1987) total suspended solids are suspended materials (diameter > 1 μ m) which is retained on the millipore filter with 0.45 μ m pore diameter. TSS is a major cause of inorganic materials such as ions which are common in the waters. For example, wastewater often contains molecules of soap, detergents and water-soluble surfactants, such as the domestic waste water.

Anaerobic biofilter using gravel filter media is used as a tool for domestic liquid waste treatment which uses the principle of anaerobic (not requiring oxygen). The treatment is an alternative to biological waste treatment residual activity of human activity, whether in industrial activities, commercial activities or domestic activities using the activity of microorganisms.

Biological processes base on the oxygen requirement can be divided into two categories, aerobic and anaerobic processes.

Some advantages of anaerobic treatment are the production of biogas, little sludge produced, does not require a large area and does not require energy for aeration. While the shortage of anaerobic, microorganisms are growing slower than in the aerobic process (Indriyati, 2007).

Anaerobic biofilter using gravel filter media is used as a tool for domestic liquid waste treatment uses the principle of anaerobic (not requiring oxygen). One of the modifications in the process of anaerobic digestion is done by combining the attached growth biomass and suspended material in a bioreactor called hybrid reactors. This design has advantages in the maintaining of concentration of biomass with a high amount in the reactor that is expected to improve the efficiency of waste water treatment with high concentrations.

Anaerobic biofilter in this study has the same working principle with Hybrid Anaerobic Baffled Reactor (HABR). HABR is a unit of Anaerobic Baffled Reactor combination (ABR) with anaerobic filter. According to Metcalf and Eddy (2003) Anaerobic Baffled Reactor (ABR) is a kind of suspended growth treatment which utilizes bulkhead (baffle) in agitation aimed at allowing the contact between wastewater and biomass. A baffle is used to direct the flow of wastewater in upflow mode through a series of sludge blanket reactors. Sludge in the reactor up and down with gas production and flow, but moves through the reactor at a low rate.

Type of biofilter used in this study is an anaerobic filter. Anaerobic filter (AF) is a type of biofilm reactor packed-bed. Biomass

form a continuous film on the surface of the media. The processing of organic substances occurs by way of wastewater flow between the biofilm-coated media.

Several studies using hybrid anaerobic bioreactor sectional has been done. Ahmad (2011) using this reactor for treating wastewater palm. A similar study was also conducted by Syafila, et al (2003) using the reactor for treating wastewater containing molasses. This study is aimed to determine the effect of hydraulic agitation against TSS reduction efficiency of domestic wastewater.

MATERIAL AND METHOD

Material and Instrumens

The reactor is made from PVC pipe and acrylic. The diameter of 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 Wharman 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 every week, on days 7, 14, 21, and 28. Samples were taken at the point of influent, effluent, and effluent point of each column. Each sample were measure TSS, VSS, temperature, and pH.

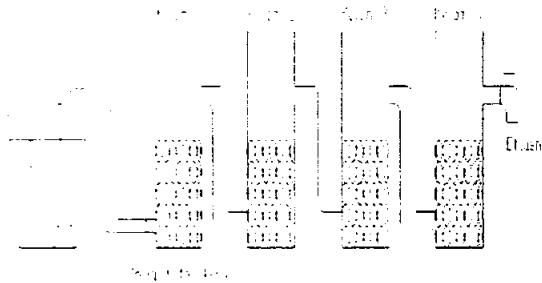


Figure 1. The scheme of reactor

TSS Analysis

TSS gravimetric measurement method includes weighing filter paper blank, sample filtering and weighing the residue suspended. TSS can be calculated by (Alaerts and Santika, 1987):

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{A - B}{C} \times 1000$$

Description:

A: The dry weight of the filter paper containing the residue suspended (mg)

B: blank filter paper dry weight (mg)

C: volume of sample (ml)

RESULT

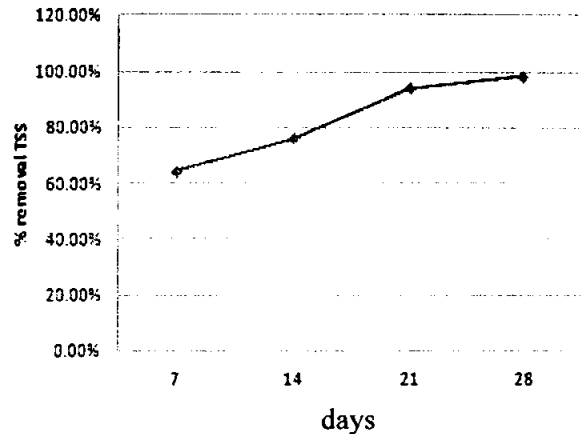


Figure 2. TSS reduction efficiency on days

The results TSS reduction efficiency in the process of acclimatization, obtained at 64.25%. The results TSS reduction efficiency on day 7, 14, 21, and 28 showed an increase. The results are shown in figure 2.

DISCUSSION

The first phase of the study are the process of seeding and acclimatization. Seeding process is the stage of growth and proliferation of anaerobic microorganisms. The process of acclimatization is an adaptation of microorganisms to the wastewater which to be treated. Domestic effluent wastewater study is FSaintek Unair canteen. From the analysis of TSS, TSS

reduction obtained 64.25% of the acclimatization process. The second phase stated that microorganisms have adapted to the waste water to be processed so that the reactor is ready to operate.

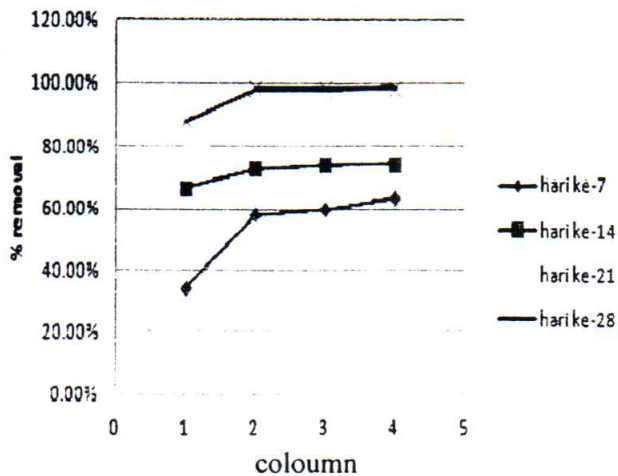


Figure 3. TSS reduction in each column

Anaerobic biofilter reactor has four columns. From the equalization basin, domestic wastewater is flowed by the pump. From the first column of domestic wastewater flows after passing media upflow gravel. In Figure 2, the efficiency of TSS reduction taken on the 7th day of 64.57%, the 14th day of 76.16%, the 21st day of 94.23%, and the 28th day of 98.46%. From these data, obtained an average efficiency of 83.36% TSS reduction. Figure 3 describes the TSS reduction efficiency at every point of the column effluent. On day 7, the efficiency decreased TSS in the first column is only 34.29%. Wastewater (influent) of the equalization basin is the first processing which is not optimal for TSS reduction. In the next column, the column-2, 3, and 4, TSS has decreased relatively

stable. Successively TSS decreased by 58.19%, 60%, 63.33%. On day 14, TSS reduction efficiency of column-1 to-4 has increased not much different, amounting to 66.88%, 73.16%, 74.34%, and 74.44%. It likewise occurs on days 21 and 28. On day 21, TSS reduction efficiency of column-1-4 amounted to 78.56%, 87.54%, 89.87%, 93.82%. TSS reduction efficiency continued to increase until the 28th day. Reduction in TSS each column respectively for 88.12%, 98.11%, 98.27%, 98%.

There are two phenomenas occurring in the reactor. The first is an anaerobic filter processing. Waste water is treated by anaerobic filter when passed through a gravel filter media. Waste water degraded by microorganisms attached growth. After treatment, the wastewater flows upflow. In hydraulic mixing process occurs that causes TSS reduction efficiency increases. Barber and Stuckey (1999) in Indriani and Herumurti (2010) states that the hydrodynamics and mixing in the reactor affect the level close to the contact between the substrate and bacteria, resulting in mass flow control and reactor performance.

Other causes of low feed flow rate. so that microorganisms have a longer time to degrade organic compounds contained in wastewater. High flow rate makes the microorganisms do not get enough time to degrade organic compounds. Ahmad (1999) states that an increase in the feed flow causes the flow pattern in the system becomes turbulent and can be washed biomass solids that carried by the flow out of the system.

The combination of hydraulic agitation and low feed flow rates produce large TSS reduction efficiency. This statement is further supported by the number of column four. The number of columns is made of liquid waste to stay longer in the reactor.

Sarathai, et al (2010) also conducted research on research ABR TSS efficiencies of 90%. This is because HRT higher than that combination.

From the research that has been done, it can be concluded that: The average TSS reduction efficiency of 83.36%. The other conclusion, Hydrodynamic and agitation affect the rate of degradation of organic compounds.

REFERENCE

- Ahmad, A., T. Setiadi, M. Syafila dan O.B. Liang. 1999. Bioreaktor Berpenyekat Anaerob untuk Pengolahan Limbah Industri yang Mengandung Minyak dan Lemak: Pengaruh Pembebanan Organik Terhadap Kinerja Bioreaktor. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo 1999, TK-ITB, Bandung, 19-20 Oktober*.
- Alaerts, G. dan Santika, S. S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha-Nasional, Surabaya.
- Barber, W. P., Stuckey, D.C., (1999). "The Use of The Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment: A Review". *Water Research* Vol. 33, No. 7, hal. 1559-1578.
- 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.
- Indriyati, 2007. Unjuk Kerja Reaktor Anaerob Lekat Dian Terendam dengan Media Penyangga Potongan Bambu. *J. Tek. Ling* Vol 8. Hal. 217-222.
- Metcalf and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*. McGraw Hill Companies.
- Sarathai Y, dkk. 2010. Hydraulic Characteristic of an Anaerobic Baffled Reactor as Onsite Wastewater Treatment System
- Syafila, dkk. 2003. Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob dengan Media Batu untuk Pengolahan Air Buangan yang Mengandung Molase. *Proc. ITB Sains & Tek. Vol. 35 A, No. 1. 19-31*
- Sugiharto, 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI-Press. Jakarta