

# **PENGARUH SUSUNAN REAKTOR VERTIKAL DAN HORIZONTAL TERHADAP PENYISIHAN COD DAN TSS LIMBAH RUMAH PEMOTONGAN HEWAN MENGGUNAKAN BIOFILTER AEROB-ANAEROB DENGAN MEDIA KERIKIL HASIL GUNUNG MERAPI**

(Studi Kasus : Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan Kota Salatiga)

**Bayu Prasetyo, Endro Sutrisno, dan Sri Sumiyati**

Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik UNDIP, Jl. Prof. H. Sudarto SH Tembalang Semarang  
Email: prasetiyobayu@rocketmail.com

## ***ABSTRACT***

*The growing need for meat in Indonesia is directly proportional to the increase in population resulted in increased numbers of slaughter. Any increase in production means there is no increase in waste generated. One of the pollutants present in the slaughterhouse waste is organic solids from the liquid blood, the remaining fat, feces, and rumen contents . This study describes the study of the influence of vertical and horizontal arrangement of the reactor using an anaerobic-aerobic biofilter media gravel eruption of Mount Merapi in reducing COD and TSS The anaerob-aerob applies continous system and detention time. Detention time is determine 7 to 10 hours. The result of this research are degredation of 78,2 % COD and 95,95% TSS for vertical reactor composition and degradation of 77,92 % COD and 97,3 % TSS for horizontal composition. Conclusion is the vertical reactor is better degradation COD the horizontal reactor is better degradation TSS.*

**Key words :** *biofilter, volcanic eruption gravel,slaughter house waste*

## **PENDAHULUAN**

Seiring meningkatnya kebutuhan daging di Indonesia yang berbanding lurus dengan peningkatan populasi penduduk. Berdasarkan hal tersebut maka kebutuhan akan rumah pemotongan hewan merupakan bagian integral yang tidak bisa dipisahkan dalam produksi daging. Meningkatnya kebutuhan akan daging mengakibatkan angka pemotongan ternak bertambah. Setiap ada peningkatan produksi berarti ada peningkatan limbah yang dihasilkan. Meningkatnya limbah berarti meningkatnya kerusakan dan makin merosotnya kualitas hidup, untuk mengatasi hal ini perlu adanya

pengelolaan atau subsidi energi baik dari dalam maupun dari luar (Soerjani, 1985).

Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Pemotongan Hewan (RPH) sapi mengandung padatan organik yang tinggi. Tingginya polutan padatan ini berasal dari cairan darah, sisa lemak, tinja, isi rumen dan usus. Menurut Permen Lingkungan Hidup No. 2 Tahun 2006 tentang baku mutu air limbah, parameter dominan yang ada pada limbah rumah pemotongan hewan antara lain BOD, COD, TSS, pH, Minyak dan Lemak. Pada penelitian ini di pilih parameter COD dan TSS.

Pemilihan parameter ini didasarkan kandungan organik COD yang tinggi dan padatan tersuspensi di limbah rumah pemotongan hewan. Kandungan TSS merupakan partikel tersuspensi pada air limbah yang mengandung 70 % dari total COD (Fauzia dkk., 2012). Keberadaan zat pencemar COD dan TSS merupakan indikasi yang menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan badan air. Berdasarkan hal diatas maka perlunya suatu penelitian pengolahan terhadap parameter COD dan TSS pada air limbah rumah pemotongan hewan.

Metode pengolahan limbah dengan menggunakan proses biofilm memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode pengolahan limbah cair lainnya, seperti UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), *Activated Sludge*, Kolam Aerasi (*Lagoon Aeration*), *Tricking Filter*, dan RBC (*Rotating Biological Contactor*). Keuntungan menggunakan proses biofilm adalah

### **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka identifikasi masalah penelitian ini adalah:

1. Peningkatan jumlah limbah Rumah Pemotongan Hewan yang perlu dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan.
2. Pengolahan limbah cair saat ini yang menjadi alternatif paling efektif adalah teknologi biofilm.

### **Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kandungan zat organik yang di analisis adalah COD dan TSS yang ada dalam air limbah rumah pemotongan hewan.
2. Susunan reaktor vertikal dan horizontal menggunakan biofilter

pengoperasiannya mudah, menghasilkan lumpur relatif kecil, dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi, dan pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil (Said, 2000). Sedangkan pengolahan UASB membutuhkan waktu lama untuk membentuk biofilm, pengolahan *Activated Sludge* menghasilkan lumpur cukup banyak, pengolahan Kolam Aerasi membutuhkan lahan yang luas, pengolahan *Tricking Filter* menimbulkan bau yang tidak sedap, dan pengolahan RBC yaitu sensitif terhadap perubahan suhu.

Oleh karena itu, teknologi pengolahan limbah cair berupa biofilm ini, menjadi salah satu alternatif yang efektif dan relatif murah untuk menyelesaikan masalah limbah RPH seperti mengurangi kadar COD dan TSS yang berlebih.

anaerob- aerob dengan media kerikil hasil letusan gunung merapi.

### **Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang di gunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik air limbah Rumah Pemotongan Hewan Kota Salatiga?
2. Bagaimana pengaruh susunan reaktor vertikal dan horizontal terhadap penurunan COD dan TSS ?
3. Bagaimana efisiensi susunan reaktor vertikal dan horizontal terhadap penurunan COD dan TSS ?

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak di capai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik air limbah Rumah Pemotongan Hewan Kota Salatiga.

2. Menganalisis pengaruh susunan reaktor vertikal dan horizontal terhadap penurunan COD dan TSS.

## TINJAUAN PUSTAKA

### COD

COD adalah kebutuhan oksigen yang dapat dioksidasi secara kimia menggunakan dikromat  $K_2Cr_2O_7$  sebagai *oxidant agent* dalam larutan asam. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara ilmiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Nilai COD biasanya akan selalu lebih besar daripada BOD, Pengukuran COD membutuhkan waktu yang jauh lebih cepat yakni dapat dilakukan selama 3 jam. Sedangkan pengukuran BOD paling tidak memerlukan waktu lima hari dan gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD. Menurut Siregar (2005) jika korelasi antara BOD dan COD sudah diketahui, kondisi air limbah dapat diketahui.

### TSS

*Total Suspended Solid* (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran artikel maksimal 2,0 Um dan dapat mengendap (Standard Methods, 2005). Kekeruhan air erat sekali hubungannya dengan nilai TSS karena kekeruhan pada air salah satunya memang disebabkan oleh adanya kandungan zat padat tersuspensi. Zat tersuspensi yang lain ada dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, tanah liat dan lumpur alami yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang dalam air. Bahan-bahan organik yang merupakan zat tersuspensi terdiri dari berbagai jenis senyawa seperti

3. Menganalisis efisiensi susunan reaktor vertikal dan horizontal terhadap penurunan COD dan TSS.

selulosa, lemak, protein yang melayang-layang dalam air atau dapat juga berupa mikroorganisme seperti *algae*, dan sebagainya (Alaert & Santika, 1984).

### Biofilm

Biofilm adalah sekumpulan sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat. Pelekatan ini disertai dengan penumpukan bahan organik yang diselubungi oleh matrik polimer ekstraseluler yang dihasilkan oleh bakteri tersebut (Donlan, 2002). Pembentukan biofilm tersebut menciptakan kondisi lingkungan yang optimal bagi aktivitas mikrob (Santegoeds *et al.*, 1998). Biofilm terbentuk karena adanya interaksi antara bakteri dan permukaan yang ditempel. Interaksi ini terjadi sangat ditentukan oleh beberapa faktor seperti kelembaban permukaan, ketersediaan makanan, pembentukan matrik ekstraseluler, serta faktor fisiko-kimia lainnya seperti interaksi muatan permukaan dan bakteri, ikatan ion, ikatan van der Waals, pH, dan tegangan permukaan (Donlan, 2002).

### Biofilter

Biofilter adalah suatu media dimana mikroorganisme tumbuh dan berkembang di atas suatu media, yang dapat terbuat dari plastik, kerikil, yang di dalam operasinya dapat tercelup sebagian atau seluruhnya, atau yang hanya dilewati air saja (tidak tercelup sama sekali), dengan membentuk lapisan lendir untuk melekat di atas permukaan media tersebut sehingga membentuk lapisan biofilm. Proses pengolahan air limbah dengan biofilter secara garis besar dapat dilakukan dalam kondisi aerob, anaerob atau kombinasi anaerob dan aerob. Proses aerobik dilakukan dengan kondisi

adanya oksigen terlarut di dalam reaktor air limbah. Sedangkan proses kombinasi anaerob dan aerob merupakan gabungan proses anaerob dan proses aerob.

#### **Kerikil Hasil Letusan Gunung Berapi**

Kerikil yang berasal dari hasil letusan gunung berapi atau lahar dingin biasanya masih terkandung inti abu vulkanik. Abu vulkanik merupakan pozzolan alam yang banyak mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Penggunaan pozzolan bertujuan agar kapur bebas ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) yang tersisa dari reaksi hidrasi semen dan air dapat bereaksi dengan kandungan kimia yang terdapat dalam pozzolan, yaitu silika dan alumina. Pemanfaatan pozzolan saat ini banyak dilakukan karena dapat mengurangi penggunaan semen dalam pembuatan beton ataupun pemanfaatan lainnya sehingga menekan biaya. Konsekuensi dari penggunaan abu vulkanik sebagai pengganti semen adalah menurunkan kuat tekan dari beton yang dihasilkan (Barasa, 2013).

Kandungan mineral berlimpah yang terdapat dalam batuan dari gunung berapi salah satunya adalah zeolit. Zeolit merupakan kristal alumina silikat dengan rumus empiris  $\text{M}_x/\text{n}(\text{AlO}_2)_x \cdot (\text{SiO}_2)_y \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga didalam yang berisi ion - ion logam, biasanya golongan logam alkali, dan molekul air yang bergerak bebas. Zeolit merupakan suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Mineral ini biasanya dijumpai mengisi celah- celah ataupun rekahan dari batuan tersebut. Selain itu zeolit juga merupakan endapan dari aktivitas vulkanik yang banyak

mengandung unsur silika. Pada saat ini penggunaan mineral zeolit semakin meningkat, dari penggunaan dalam industri kecil hingga dalam industri berskala besar. Di negara maju seperti Amerika Serikat, zeolit sudah benar-benar dimanfaatkan dalam industri. (Sarno, H. 1983)

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

##### **Limbah Rumah Pemotongan Hewan**

Air limbah yang dipakai untuk penelitian ini adalah air limbah rumah Pemotongan Hewan Kota Salatiga, Jawa Tengah. Adapun alasan dalam pengambilan air limbah adalah karena setelah melakukan uji pendahuluan terhadap konsentrasi COD dan TSS didapatkan hasil yang tinggi melebihi baku mutu yang ditentukan. Air limbah diambil pada saluran pembuangan air limbah (*outlet*) dan langsung dibawa untuk digunakan dalam penelitian.

##### **Biofilter**

Biofilter yang digunakan adalah batu kerikil hasil letusan gunung merapi yang diperoleh dari Kabupaten Magelang dengan menggunakan *random packaging*. Alasan dari pemilihan *random packaging* ini adalah nilai kerapatannya yang tinggi, sehingga lebih baik untuk mikroorganisme untuk menempel.

##### **Uji Karakteristik Awal**

Sebelum melakukan penelitian dilakukan uji karakteristik awal air limbah rumah pemotongan hewan Kota Salatiga. Sampel air limbah di ambil dari inlet instalasi pengolahan air limbah menggunakan ember kemudian diuji di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro untuk mengetahui kandungan BOD, COD, TSS, pH, suhu, dan lemak.

##### **Aklimatisasi**

Pada tahapan aklimatisasi ini digunakan untuk mengembangbiakan

bakteri atau mikroba. Proses pengembangbiakan ini dilakukan di dalam reaktor dengan sistem continue dengan waktu tinggal 24 jam dengan debit 7,91 ml/menit. Proses pengembangbiakan akan berhasil jika tingkat penurunan dalam hal ini efisiensi Penurunan COD dalam kondisi stasioner. Dalam hal ini proses pengembangbiakan yang dilakukan selama 30 hari sampai posisi stasioner dari efisiensi penurunan limbahnya.

### Penelitian

Proses pengoperasian reaktor berjalan ketika hasil dari aklimatisasi dalam hal ini efisiensi penurunan COD dalam bentuk stasioner, maka reaktor siap digunakan dalam penelitian, dalam hal ini selama 4 hari. Reaktor digunakan dengan sistem yang sama dengan sistem sebelumnya yaitu dalam sistem kontinyu dengan waktu tinggal 7 dan 10 jam dengan masing-masing debit 27ml/menit dan 19 ml/menit.

### Variabel Penelitian

#### Variabel Bebas (*Independent Variabel*)

Variabel bebas merupakan variable yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya *variable dependent*/varibel

terikat (Sugiyono,2008). Pada penelitian ini yang dianggap sebagai variabel bebas adalah susunan reaktor vertikal dan horizontal dan proses yang terjadi pada reaktor karena dianggap yang menyebabkan perubahan efisiensi dari COD dan TSS yang dihasilkan.

#### Variabel Terikat (*Dependent Variabel*)

Variabel terikat merupakan variable yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas, pada penelitian ini yang dianggap sebagai variabel terikat adalah parameter yang akan dianalisis yakni COD dan TSS karena dua parameter ini akan berubah sesuai dengan jalannya proses yang ada didalam reaktor.

#### Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel *independent* dan *dependent* tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Pada penelitian ini yang dianggap variabel kontrol adalah Debit (Q), pH dan Suhu air limbah. Bakteri masih bisa hidup pada pH 4-9 dengan suhu air limbah 25-35°C

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan penelitian air limbah yang digunakan adalah air limbah pemotongan hewan kota Salatiga. Tahap penelitian yang dilakukan yang pertama adalah uji

karakteristik air limbah yang bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan yang terdapat pada air limbah dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.02 Tahun 2006. Berikut hasil uji karakteristik air limbah dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah**

No	Parameter	Hasil Uji (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
1	COD	506,7	200	Melebihi Baku Mutu
2	BOD	87,64	100	Memenuhi Baku Mutu
3	TSS	188	100	Melebihi Baku Mutu

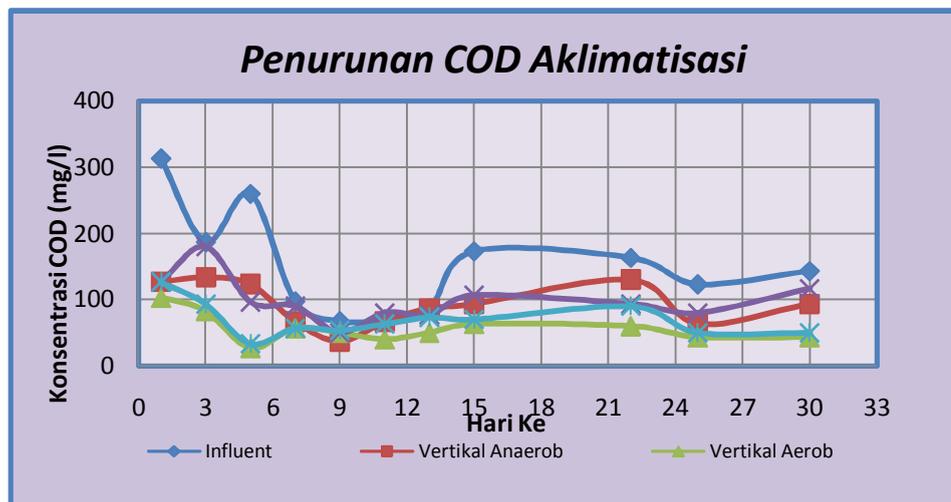
No	Parameter	Hasil Uji (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
4	pH	7,32	6,0-9,0	Memenuhi Baku Mutu
5	Minyak dan Lemak	3,4	15	Memenuhi Baku Mutu

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Teknik Lingkungan, 2014

Tabel 1 menunjukkan bahwa COD dan TSS tidak memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Maka dari itu, perlu dilakukan pengolahan lanjut. Setelah dilakukan uji karakteristik awal penelitian masuk pada tahap aklimatisasi untuk penyesuaian air limbah dan bakteri ke lingkungan baru sebelum masuk ke tahap pelaksanaan.

Tahap aklimatisasi dilakukan selama 30 hari dimulai pada tanggal 4 maret 2014 sampai 2 april 2014. Hasil Penurunan optimal pada proses aklimatisasi ini terjadi pada reaktor vertikal anaerob yaitu pada hari ke-9 sebesar 37 mg/l atau dapat menyisihkan

sebesar 88,29 %. Reaktor vertikal aerob pada hari ke-5 sebesar 27 mg/l atau dapat menyisihkan sebesar 91,48 %, reaktor horizontal anaerob pada hari ke-9 sebesar 50 mg/l atau dapat menyisihkan sebesar 84,04 %, dan reaktor horizontal aerob pada hari ke-5 sebesar 33,33 mg/l atau dapat menyisihkan sebesar 89,36 %. Penguraian dalam proses anaerob, energi yang dihasilkan bakteri anaerobik relatif rendah dibandingkan penguraian dalam proses aerob sehingga penguraian dalam proses anaerob lebih lambat dari pada proses anaerob (Buku Uji Performa,2014). Berikut ini grafik hasil pelaksanaan aklimatisasi :



Gambar 1 Hasil Aklimatisasi Limbah

### Pengaruh Susunan Reaktor Terhadap Penurunan COD dan TSS

Pada penelitian ini penurunan COD dan TSS dipengaruhi oleh faktor susunan reaktor. Susunan reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah vertikal dan horizontal.

Proses yang terjadi saat kondisi anaerobik pada reaktor vertikal menghasilkan gas hidrogen sulfida yang bau dan metana yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk makanan mikroorganisme. Adapun pengaruh susunan reaktor terhadap penurunan COD terjadi karena terdapatnya oksigen bebas pada saat denitrifikasi dapat menjadi pesaing bagi nitrat sebagai penerima elektron sehingga apabila terdapat banyak oksigen bebas maka proses reduksi nitrat akan terhambat. Selain itu keberadaan oksigen dapat mengganggu kerja bakteri karena bakteri bersifat anaerobik (Bitton,1994). Dengan demikian reaktor vertikal memiliki penurunan COD yang lebih baik dibandingkan reaktor Horizontal, karena luas penampang untuk reaktor vertikal lebih kecil yang memungkinkan oksigen bebas lebih sedikit dibandingkan dengan reaktor horizontal. Untuk penurunan TSS dipengaruhi oleh luas kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang menempel di permukaan media filter, sehingga oksigen dari aerator yang di alirkan menyebar sesuai dengan luas permukaan media biofilter dalam hal ini reaktor horizontal lebih baik dalam penyisihan TSS dibandingkan dengan reaktor

vertikal, di sebabkan karena semakin luas bidang kontak maka semakin besar penurunan TSS nya (Herlambang dkk,2002). Selain itu untuk reaktor vertikal susunan dimaksudkan untuk mengatur aliran limbah agar lebih merata ke seluruh media sehingga mikroorganisme dapat melekat dan tumbuh dengan baik serta meningkatkan waktu tinggal limbah di dalam reaktor (Faisal, 2008). Hal ini di sebabkan oleh pengaruh ketinggian *baffle* yang berbeda antara kedua reaktor. Perbedaan ketinggian *baffle* mengindikasikan bahwa semakin tinggi *baffle* maka semakin panjang lintasan substrat mulai dari limbah masuk hingga keluar dari reaktor, sehingga kontak limbah dengan mikroorganisme lebih lama. Penggunaan sistem *baffle channel* diharapkan terjadi penyebaran substrat secara merata tanpa menggunakan pompa, dengan adanya distribusi substrat yang merata akan dapat mengoptimalkan kontak antara substrat dengan mikroorganisme yang ada sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses degradasi limbah. (Gafur, 2014). Selain itu dari data yang di dapatkan menunjukkan bahwa nilai penurunan pada reaktor vertikal lebih stabil dibandingkan dengan reaktor horizontal. Sedangkan reaktor horizontal aliran limbah merata ke seluruh media namun pada kenyataan di lapangan tidak semua air limbah kontak dengan biofilm.

**Tabel 2 Perbandingan Efisiensi Kedua Reaktor**

No	Waktu Tinggal	Reaktor Vertikal				Reaktor Horizontal			
		Anaerob		Aerob		Anaerob		Aerob	
		COD (%)	TSS (%)	COD (%)	TSS (%)	COD (%)	TSS (%)	COD (%)	TSS (%)
	10 Jam	61,84	94,59	78,20	95,95	71,42	91,89	77,92	97,30
	7 Jam	44,55	20,29	66,30	30,43	40,54	49,28	57,42	46,15

Berdasarkan hasil penelitian untuk penurunan COD dan TSS reaktor vertikal dan reaktor horizontal menunjukkan bahwa reaktor vertikal lebih baik dari reaktor horizontal pada penurunan COD. Hasil reaktor vertikal efisiensi penurunan COD sebesar 78,20 %. Sedangkan reaktor horizontal efisiensi penurunan COD sebesar 77,92 % . Hal ini di pengaruhi kondisi *anoxic* dimana proses denitrifikasi akan berjalan maksimal tanpa adanya oksigen bebas. Untuk reaktor vertikal anaerob memiki luas penampang lebih kecil memungkinkan sedikitnya oksigen bebas dibandingkan reaktor horizontal

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penelitian pengolahan limbah cair rumah pemotongan hewan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik limbah cair yang terkandung dalam limbah rumah pemotongan hewan diketahui kandungan COD sebesar 506,7 mg/l, BOD sebesar 87,64 mg/l, TSS sebesar 188 mg/l, pH sebesar 7,32, serta minyak dan lemak 3,4 mg/l.
2. Bentuk susunan reaktor mempengaruhi penurunan COD dan TSS, hal ini di pengaruhi kondisi *anoxic* dimana proses denitrifikasi akan berjalan maksimal tanpa adanya oksigen bebas. Untuk reaktor vertikal anaerob memiki luas penampang lebih kecil memungkinkan sedikitnya oksigen bebas dibandingkan reaktor horizontal yang memiliki luas penampang lebih besar. Oleh karena itu reaktor vertikal lebih baik dalam penurunan COD. Sedangkan untuk penurunan TSS menunjukkan bahwa reaktor horizontal lebih baik dari reaktor vertikal. Hal ini disebabkan karena dimensi ruang pengendapan TSS reaktor horizontal lebih besar

yang memiliki luas penampang lebih besar. Oleh karena itu reaktor vertikal lebih baik dalam penurunan COD.

Sedangkan untuk penurunan TSS reaktor vertikal sebesar 95,95 % dan reaktor horizontal sebesar 97,30 %. menunjukkan bahwa reaktor horizontal lebih baik dari reaktor vertikal. Hal ini disebabkan karena dimensi ruang pengendapan TSS reaktor horizontal lebih besar dibandingkan reaktor vertikal meskipun perbedaan penurunan tidak signifikan. Adapun penurunan kedua parameter pada reaktor vertikal lebih stabil dibandingkan reaktor horizontal

dibandingkan reaktor vertikal meskipun perbedaan penurunan tidak signifikan

3. Berdasarkan hasil penelitian untuk reaktor vertikal efisiensi penurunan COD sebesar 78,20 % untuk waktu tinggal 10 jam dan 66,30% untuk waktu tinggal 7 jam , sedangkan efisiensi penurunan TSS sebesar 95,95 % untuk waktu tinggal 10 jam dan 30,43% untuk waktu tinggal 7 jam. Reaktor horizontal efisiensi penurunan COD sebesar 77,92 % untuk waktu tinggal 10 jam dan 57,42% untuk waktu tinggal 7 jam, sedangkan efisiensi penurunan TSS sebesar 97,30 % untuk waktu tinggal 10 jam dan 46,15% untuk waktu tinggal 7 jam.

### Saran

Adapun saran atau masukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan kombinasi susunan reaktor lainnya. Susunan reaktor misalnya vertikal anaerob-horizontal aerob atau horizontal anaerob-vertikal aerob

2. Pemberian nutrisi terhadap mikroorganisme dapat menjadi salah satu perlakuan yang bisa diamati pengaruhnya terhadap kinerja reaktor.
3. Melakukan uji laboratorium untuk mengetahui jenis bakteri yang menempel pada lapisan biofilm yang menempel pada media biofilter kerikil hasil letusan gunung berapi

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alaertrs, G. Dan Santika, SS. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Bitton, G. 1994. *Waste Water Microbiology*. Willey – Liss. A John Willey and Sons, Inc. New York
- Donlan, Rodney M. 2002. *Biofilms: Microbial Life On Surfaces Emerging Infectious Diseases Vol.8, No.9*. USA: Centers For Disease Contril And Prevention
- Gafur, Radius. 2014. Penelitian Kinerja Tangki Septik Biofilter Tiper Baffle Vertikal. Jakarta:Universitas Indonesia.
- Reza, Faisal. 2008. *Kinerja Tanki Septic Biofilter*. Jakarta: Universita Indonesia
- Said, N I. 2000. *Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup*. Jakarta. Direktorat Teknologi Lingkungan, BPPT.
- Sarno,1983. *Endapan Zeolit, Penggunaan dan sebarannya di Indonesia*, Direktorat Sumberdaya Mineral Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung
- Siregar, Sakti A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius
- Soejarni dalam Koesnoto Soepranianondo.1988. *Beberapa Faktor Dalam Pengelolaan Limbah Rumah Pemotongan Hewan di Kota Madya Surabaya*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Sugiyono.2008. *Unit Statistik Untuk Penelitian*. Bandung:CV Alfabeta.
- Yazid, Fauzia R., Syafrudin, dan Ganjar Samudro.2012. *Pengaruh Variasi Konsentrasi dan Debit Pada Pengolahan Air Artifisial (Campuran Grey Water dan Black Water) Menggunakan Reaktor UASB*. Jurnal Presipitasi. Vol.9 No.1 Maret 2012. ISSN 1907-187X