

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU DAN KEDALAMAN LIMBAH DALAM
PROSES SEDIMENTASI PADA PENGOLAHAN LIMBAH
RUMAH POTONG HEWAN MENGGUNAKAN SEQUENCING
BATCH BIOFILTER GRANULAR REACTOR
(SBBGR)**



Disusun Oleh :

ADIMAS MAHENDRO CAHYONO

(13.26.027)

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2017

1943

THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
DEPARTMENT OF COMMERCE
WASHINGTON, D. C.
OFFICE OF THE CHIEF OF BUREAU

1943

DEPARTMENT OF COMMERCE

1943

DEPARTMENT OF COMMERCE

DEPARTMENT OF COMMERCE

DEPARTMENT OF COMMERCE

1943

1943



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

P.T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : ADIMAS MAHENDRO CAHYONO
NIM : 13.26.027
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : PENGARUH WAKTU DAN KEDALAMAN LIMBAH
DALAM PROSES SEDIMENTASI PADA PENGOLAHAN
LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN MENGGUNAKAN
SEQUENCING BATCH BIOFILTER GRANULAR REACTOR
(SBBGR)

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu
(S-1)

Pada Hari : KAMIS
Tanggal : 31 AGUSTUS 2017
Dengan Nilai : 70,90 (B)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua

Candra Dwi Ratna, ST., MT
NIP.Y. 1030000349

Sekretaris

Anis Artiyani, ST., MT
NIP.Y.1030300384

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Sudiro, ST., MT.
NIP.Y.10339900327

Dosen Penguji II

Anis Artiyani, ST., MT
NIP.Y.1030300384

**LEMBAR PERSETUJUAN
MENGIKUTI UJIAN SKRIPSI**

**PENGARUH WAKTU DAN KEDALAMAN LIMBAH DALAM
PROSES SEDIMENTASI PADA PENGOLAHAN LIMBAH
RUMAH POTONG HEWAN MENGGUNAKAN SEQUENCING
BATCH BIOFILTER GRANULAR REACTOR
(SBBGR)**

Disusun Oleh :

Adimas Mahendro Cahyono

13.26.027

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Candra Dwiratna W, ST., MT.

NIP. Y. 1030000349

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi.

NIP.196106201991031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Candra Dwiratna W, ST., MT.

NIP. Y. 1030000349

**LEMBAR PERSETUJUAN
MENGIKUTI UJIAN SKRIPSI**

**PENGARUH WAKTU DAN KEDALAMAN LIMBAH DALAM
PROSES SEDIMENTASI PADA PENGOLAHAN LIMBAH
RUMAH POTONG HEWAN MENGGUNAKAN SEQUENCING
BATCH BIOFILTER GRANULAR REACTOR
(SBBGR)**

Disusun Oleh :

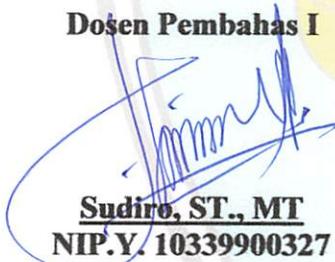
Adimas Mahendro Cahyono

13.26.027

Menyetujui,

Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II


Sudiro, ST., MT
NIP.Y. 10339900327


Anis Artiyani, ST. MT
NIP.P.1030300384

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan




Candra Dwiratna W, ST., MT.
NIP. Y. 1030000349

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan pernyataan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul “Pengaruh Waktu Dan Kedalaman Limbah Dalam Proses Sedimentasi Pada Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR)” adalah benar merupakan hasil penelitian, pemikiran, pemaparan hasil karya intelektual sendiri dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua sumber referensi yang dikutip dan yang dirujuk telah ditulis dengan lengkap pada Daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari diketahui terjadi penyimpangan dari pernyataan yang saya buat, maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Malang, 05 September 2017

Yang membuat pernyataan,



ADIMAS MAHENDRO CAHYONO

NIM. 1326027

**PENGARUH WAKTU DAN KEDALAMAN LIMBAH DALAM PROSES
SEDIMENTASI PADA PENGOLAHAN LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN
MENGUNAKAN SEQUENCING BATCH BIOFILTER GRANULAR
REACTOR (SBBGR)**

Nama Mahasiswa : Adimas Mahendro Cahyono
NIM : 1326027
Pembimbing I : Candra Dwiratna Wulandari, ST., MT
Pembimbing II : Dr. Ir.Hery Setyobudiarso.MSi.

ABSTRAK

Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan salah satu tempat yang disediakan untuk melaksanakan kegiatan pemotongan hewan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengolah hasil buangan Rumah Potong Hewan (RPH) yaitu *Sequencing Batch Reactor (SBR)* yang dalam perkembangannya dioptimalkan menjadi *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR)* dengan menambahkan media sebagai media tumbuh mikroorganismenya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu dan Kedalaman Limbah pada tahap Sedimentasi dengan *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR)* dalam menurunkan BOD dan TSS dari limbah rumah potong hewan. Metodologi penelitian yang akan digunakan adalah metode eksperimental dengan menggunakan variasi waktu sedimentasi yang digunakan 2 jam, 3 jam 4 jam dan variasi kedalaman limbah 30 cm, 50 cm dan 70 cm dengan ketinggian media 10 cm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi waktu dan kedalaman limbah berpengaruh dalam penyisihan bahan organik. Penyisihan bahan organik yang terbaik terhadap BOD dan TSS pada waktu sedimentasi 4 jam dan kedalaman limbah 30 cm mg/l sebesar 78,60% dan 86,03%.

Kata kunci : Biofilter, BOD, TSS, *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR)*,

EFFECT OF TIME AND WASTE INSTRUCTIONS IN SEDIMENTATION PROCESSES IN ANIMAL CUT ANIMAL CUT WASTE PROCESS USING SEQUENCING BATCH BIOFILTER GRANULAR REACTOR (SBBGR)

Student Name : Adimas Mahendro Cahyono
Student ID Number : 1326027
Mentor I : Candra Dwiratna Wulandari, ST., MT
Mentor II : Dr. Ir.Hery Setyobudiarso.MSi.

ABSTRACT

Slaughterhouse animals (RPH) is one of those places that is provided to carry out the cuts. One of the efforts that can be made to manipulate the results of Slaughterhouse waste Animal (RPH) yaitu Sequencing Batch Reactor (SBR) which in its development dioptimalkan menjadi Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) and add the media as the media grows microorganisms.

This research aims to know the influence of time and the depth of the Waste at the stage of sedimentation with Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) in the lower BOD and TSS from slaughterhouse waste animal. Research methodology to be used is the experimental method by using a variation of the sedimentation time used a 2 hour, 3 hour, 4 hour and variations in the depth of the Waste 30 cm, 50 cm and 70 cm with a height of 10 cm media. The results of this research show that the variation of dankedalaman waste time influential within the allowance of organic materials. The best organic material allowance against the BOD and TSS at time of 4 hours and sedimentation of sewage depth 30 cm mg/l of 78.60% and 86.03%

Keywords: Biofilter, BOD, TSS, *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR)*,

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Waktu dan Kedalaman Limbah Dalam Proses Sedimentasi pada Pengolahan Limbah Rumah Hewan Menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) ini tepat pada waktunya.**

Ucapan terima kasih penulis persembahkan sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ibu Candra Dwiratna, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, masukan, saran dan pendapat demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir.Hery Setyobudiarso.MSi. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran, dan motivasi demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang yang telah banyak membantu.

Dengan keterbatasan sebagai seorang mahasiswa, laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap kritik dari semua pihak agar menjadi tambahan pengalaman pada waktu yang akan datang. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak orang.

Malang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GRAFIK	vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	4
1.3	Tujuan Penelitian.....	4
1.4	Manfaat Penelitian.....	4
1.5	Ruang Lingkup	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)	6
	2.1.1 Kualitas dan Kuantitas Limbah Cair Rumah Potong Hewan.....	7
	2.1.2 Dampak Limbah Cair Rumah Potong Hewan	8
2.2	Pengolahan Pendahuluan.....	9
2.3	Pengolahan Limbah Secara Biologi	9
2.4	Sequencing Batch Reactor	10
2.5	Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor.....	10
2.6	Parameter BOD dan TSS.....	13
2.7	Jenis Media.....	13
	2.7.1 Ring Keramik	13
2.8	Metode Pengolahan Data	14
	2.8.1 Statiska Deskriptif dan Inferensi	14
	2.8.2 Analisis Korelasi	14

2.8.3 Analysis Of Variance (<i>ANNOVA</i>).....	15
2.8.4 Uji tukey	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	18
3.2	Lokasi Penelitian.....	18
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	18
	3.3.1 Alat	18
	3.3.2 Bahan	19
3.4	Variabel Penelitian	19
3.5	Pelaksanaan Penelitian	19
	3.5.1 Proses Sampling	19
	3.5.1 Persiapan Media Filter	20
	3.5.1 Persiapan Alat Raktor Biofilter	20
	3.5.1 Pengujian Sampel Awal	20
	3.5.1 Pembiakan Mikroba (<i>seeding</i>)	20
	3.5.1 Aklimatisasi	21
	3.5.1 Permanganat Velue	21
	3.5.1 MLVSS	21
	3.5.1 Analisis BOD	22
	3.5.1 Analisis TSS.....	22
3.6	Teknik Analisis Data.....	23
3.7	Kerangka Penelitian	24

BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

4.1	Karakteristik Limbah Cair Rumah Potong Hewan	25
4.2	Tahap Seeding	26
4.3	Tahap Aklimatisasi	29
4.4	Analisis Deskriptif	46
	4.4.1 Analisis Deskriptif Penyisihan BOD	47
	4.4.2 Analisis Deskriptif Penyisihan TSS	49

4.5 Analisis Statistik	52
4.5.1 Analisis Korelasi	53
4.5.1.1 Hasil Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan BOD	53
4.5.1.2 Hasil Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS	55
4.5.2 Analisis ANOVA Two-Way	56
4.5.2.1 Hasil Analisis ANOVA Untuk Persentase Penyisihan BOD	57
4.5.2.2 Hasil Analisis ANOVA Untuk Persentase Penyisihan TSS	60
4.6 Pembahasan	62
4.6.1 Penurunan Konsentrasi BOD	62
4.6.1.1 Pengaruh Kedalaman Limbah Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD	63
4.6.1.2 Pengaruh Waktu Operasional Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD	65
4.6.2 Penurunan Konsentrasi TSS	66
4.6.2.1 Pengaruh Ketinggian Ruang Media Terhadap Penurunan Konsentrasi TSS	67
4.6.2.2 Pengaruh Waktu Operasional Terhadap Penurunan Konsentrasi TSS	68
4.6.3 Penurunan Konsentrasi BOD, COD dan TSS	70

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan.....	71
6.2 Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Empat tipe sedimentasi	9
Gambar 2.2 Proses Pengolahan SBBGR	11
Gambar 2.3 Ring Kermik	13
Gambar 4.1 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor A I	31
Gambar 4.2 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor A II	33
Gambar 4.3 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor B I	36
Gambar 4.4 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor B II	38
Gambar 4.5 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor C I	41
Gambar 4.6 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor C II	44
Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi Akhir BOD	47
Gambar 4.8 Grafik Persentase Penyisihan BOD	48
Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi Akhir TSS	50
Gambar 4.10 Grafik Persentase Penyisihan TSS	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pergub Jawa Timur No 72 Tahun 2013	7
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Limbah Cair Rumah Potong Hewan	25
Tabel 4.2 Jumlah MLVSS selama Proses Seeding pada Reaktor A I	26
Tabel 4.3 Jumlah MLVSS selama Proses Seeding pada Reaktor A II	27
Tabel 4.4 Jumlah MLVSS selama Proses Seeding pada Reaktor B I	27
Tabel 4.5 Jumlah MLVSS selama Proses Seeding pada Reaktor B II	27
Tabel 4.6 Jumlah MLVSS selama Proses Seeding pada Reaktor C I	28
Tabel 4.7 Jumlah MLVSS selama Proses Seeding pada Reaktor C II	28
Tabel 4.8 Persentase Penyisihan Bahan Organik Reaktor A I	30
Tabel 4.9 Persentase Penyisihan Bahan Organik Reaktor A II	33
Tabel 4.10 Persentase Penyisihan Bahan Organik Reaktor B I	35
Tabel 4.11 Persentase Penyisihan Bahan Organik Reaktor B II	38
Tabel 4.12 Persentase Penyisihan Bahan Organik Reaktor C I	40
Tabel 4.13 Persentase Penyisihan Bahan Organik Reaktor C II	43
Tabel 4.14 Persentase Penyisihan BOD	47
Tabel 4.15 Persentase Penyisihan TSS	50
Tabel 4.16 Analisis Korelasi antara % Penyisihan BOD dengan Perbandingan Kedalaman Limbah (cm) dan Waktu Operasional (jam)	53
Tabel 4.17 Analisis Korelasi antara % Penyisihan TSS dengan Perbandingan Kedalaman Limbah (cm) dan Waktu Operasional (jam)	55
Tabel 4.18 Analisis ANOVA antara Persen Penyisihan BOD dengan Perbandingan Kedalaman Limbah (cm) dan Waktu Operasional (jam)	57
Tabel 4.19 Uji Tukey Variasi Waktu Operasional dengan Persentase Penyisihan BOD	59

Tabel 4.20 Uji Tukey Variasi Kedalaman Limbah dengan Persentase Penyisihan BOD	59
Tabel 4.21 Analisis ANOVA antara Persen Penyisihan TSS dengan Perbandingan Kedalaman Limbah (cm) dan Waktu Operasional (jam)	60
Tabel 4.22 Uji Tukey Variasi Waktu Operasional dengan Persentase Penyisihan TSS	61
Tabel 4.23 Uji Tukey Variasi Kedalaman Limbah dengan Persentase Penyisihan TSS	61
Tabel 4.24 Perbandingan kuliatas air Olahan Reaktor Aerobik Biofilter A, B dan C dengan standar Baku Mutu.	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk maka kebutuhan akan daging sebagai salah satu bahan makanan akan terus meningkat. Hal tersebut tentunya akan mendorong meningkatnya aktifitas dalam produksi daging. Salah satu usaha yang mendukung proses penyediaan daging di masyarakat adalah Rumah Potong Hewan (RPH) yang merupakan salah satu tempat yang disediakan untuk melaksanakan kegiatan pemotongan hewan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Permasalahan yang timbul dari adanya rumah potong hewan yaitu adanya buangan yang dihasilkan dalam bentuk padatan dan juga cairan yang berpotensi merusak lingkungan baik dari segi biologis maupun dari segi estetika untuk lingkungan disekitarnya.

Penelitian yang dilakukan oleh *Djoko Padmono, 2005* mengenai Alternatif Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan diketahui bahwa komposisi yang terdapat dalam limbah cair rumah potong hewan yaitu sisa pakan, kotoran sapi, darah, isi rumen, isi entestinal dan inter-tinalmucus. Dengan kriteria limbah cair seperti itu maka pengolahan yang ideal yaitu pengolahan secara biologis. Salah satu metode pengolahan air limbah secara biologis yaitu dengan menggunakan SBR (*Sequencing Batch Reactor*).

Pengolahan pendahuluan pada proses sedimentasi adalah pemisahan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, Pengolahan air limbah dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjutan, sedimentasi ditunjukkan untuk penyisihan lumpur setelah koagulasi dan sebelum proses filtrasi. Selain itu, prinsip sedimentasi juga digunakan dalam pengendalian partikel udara (*Agus Slamet dan Masduqi, 2000*)

Pengolahan Secara Biologi Pengolahan limbah secara biologi terutama dimaksudkan untuk menyisahkan zat-zat organik yang terlarut dan yang koloid tetapi zat organik yang tersuspensi juga dapat tersisahkan dalam proses ini (Tchobanoglous dan Burton, 1991; Droste, 1997). Bahan organik tersebut dikonversi menjadi massa mikroorganisme (biomassa) dan biomassa ini karena sifatnya mengalami biflokulasi yang dapat dipisahkan dengan pengendapan. (Liao et al, 2001)

Biomassa dalam sistem lumpur aktif memiliki kemampuan mengadsorpsi zat organik dalam bentuk koloid dan suspensi dalam air limbah. Ketika flok lumpur aktif kontak dengan materi organik (air limbah) akan terjadi proses biosorpsi materi organik tersebut. Materi organik yang diadsorpsi tidak terjadi melalui proses sintesa atau oksidasi biologi, tetapi tersimpan sebagai cadangan makanan. Flok biomassa akan menggunakan cadangan materi organik tersebut untuk tetap hidup ketika tidak terdapat makanan / substrat di sekelilingnya. Cadangan materi organik tersebut digunakan ketika flok biologis mengalami tahap penstabilan, dimana flok biologis akan diaktifkan kembali kemampuan adsorpsinya terhadap materi organik. Proses inilah yang disebut dengan stabilisasi lumpur (Benefield dan Randall, 1980)

Sequencing Batch Reactor (SBR) merupakan salah satu pengembangan *activated sludge* konvensional, dimana proses aerasi dan pengendapan dilakukan pada reactor yang sama (Metclaf,2004). Saat ini banyak dikembangkan SBR dengan penambahan media sebagai tempat mikroorganisme untuk tumbuh. Kelebihan pengolahan ini waktu aerasi yang *intermetten* sehingga cocok digunakan untuk usaha dengan waktu produksi yang terbatas, serta produksi sludge yang rendah sehingga tidak memerlukan unit pengolahan lanjutan. Sistem pengolahan ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan sistem lumpur aktif konvensional lainnya karena proses equalisasi, pengolahan biologi, pengendapan tahap dua terjadi dalam satu tangki dengan sistem waktu yang berurutan. Sistem operasional SBR terdiri atas fill, react, settle, decant dan fase idle.

Pada penelitian ini untuk mengolah limbah digunakan reaktor fito-biofilm yang terdiri dari 3 kompartemen dengan berat tanaman teratai pada kompartemen 1, 2, 3 masing-masing 200 gram dan jumlah media bioball 800, 500 dan 200 buah. Pengolahan dilakukan dengan sistem kontinyu pada variasi waktu tinggal 3,4,5,7,10 dan 24 jam. Hasil penelitian ini didapatkan efisiensi tertinggi penurunan kadar nitrogen ammonia sebesar 60,2% dan fosfat sebesar 52,38% pada waktu tinggal 24 jam (Sumiyati, 2013).

Variasi perlakuan terdiri atas pengisian statis, pengisian teraerasi, variasi waktu aerasi 2 jam, 4 jam dan 8 jam. Waktu pengendapan 2 jam dan variasi ukuran media serabut kelapa 5, 10 & 20 mm dengan ketebalan 1 mm. Hasil penelitian menunjukkan, operasional moving bed media serabut kelapa dalam SBR untuk mengolah air limbah rumah sakit dapat beroperasi lebih baik dimana sedikit endapan yang terbentuk maupun media yang melayang pada saat proses aerasi berlangsung terjadi pada ukuran media serabut kelapa tersuspensi 10 mm, sistem pengisian static fill dan siklus aerasi 8 jam. Removal yang terjadi pada periode start up tersebut untuk parameter COD sebesar 60,94 %, N (TKN) sebesar 73,03 % dan P (PP) sebesar 89,27 % (Wijaya, 2011).

Rumah potong hewan (RPH) Desa Karang Ampel Malang merupakan salah satu contoh jenis usaha skala rumah tangga yang beroperasi 6 jam sehari dari jam 03.00 WIB hingga 09.00 WIB, kemampuan produksi dalam sehari 1-2 ekor. Kondisi saat ini RPH tersebut belum melakukan pengolahan limbah sisa produksi, hanya menyimpan limbah sisa produksi kedalam bak penampung sementara untuk menunggu debit air sungai tinggi, sehingga limbah yang dibuang dapat diencerkan. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membantu pengusaha memilih media yang tepat dalam penggunaan biofilter sebagai teknologi pengolahan limbahnya .

Informasi diatas menjelaskan bahwa pengolahan limbah cair rumah potong hewan (RPH) dengan *Sequencing Batch Reactor* (SBR) yang didalam prosesnya terdapat media biofilter sebagai tempat tumbuh mikroorganisme yang selanjutnya mikroorganisme tersebut mendegradasi zat-zat pencemar yang terdapat dalam air limbah. Hal tersebut telah mendorong peneliti untuk dapat mengetahui pengaruh

waktu pengisian dan waktu aerasi untuk penurunan kadar COD, BOD dan TSS pada *Squencing Batch Biofilter Granular Reactor* (SBBGR).

1.2 Rumusan Masalah

Squencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) merupakan alat pengolahan limbah yang dapat mereduksi bahan organik tersuspensi dan terlarut dengan efisiensi yang tinggi serta dapat mereduksi produk sludge menggunakan waktu pengendapan. Waktu pengendapan sangat berpengaruh terhadap hasil dalam menurunkan kadar BOD dan TSS pada limbah Rumah Potong Hewan (RPH) dalam pengolahan menggunakan *Squencing Batch Biofilter Granular Reactor* (SBBGR).

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh variasi waktu pengendapan dan kedalaman limbah terhadap penurunan BOD dan TSS dalam pengolahan limbah cair rumah potong hewan (RPH) Desa Karang Ampel Kota Malang pada dengan proses *Squencing Batch Biofilter Granular Reaktor* (SBBGR)

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menentukan waktu pengendapan dan kedalaman limbah yang paling baik dalam penurunan konsentrasi BOD dan TSS pada media biofilter *Squencing Batch Biofilter Granular Reactor* (SBBGR) dalam pengolahan limbah cair rumah potong hewan (RPH) Desa Karang Ampel Kota Malang.

1.5 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laborantorium, di laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang
2. Media biofilter yang digunakan yaitu, ring keramik (pabrikasi).
3. Air limbah yang digunakan berasal dari limbah rumah potong hewan (RPH) Desa Karang Ampel Kota Malang.
4. Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah BOD dan TSS
5. Sistem Pengaliran batch (tidak kontinyu)

6. Pengambilan sampel uji pada outlet reaktor biofilter yang dilakukan bervariasi berdasarkan waktu penelitian.
7. Waktu pengisian limbah Rumah Potong Hewan (RPH) ke reaktor selama 1 jam dan waktu reaksi 8 jam (Wijaya2011). Waktu pengendapan yang sama selama 2, 3, dan 4 jam. Kemudian Kedalaman Limbah 30 cm, 50, cm, dan 70 cm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan suatu tempat dimana dilakukan aktifitas pemotongan hewan untuk mensuplai kebutuhan daging bagi masyarakat luas. Proses pemotongan hewan di RPH cukup sederhana dan mudah, sebelum dilakukan pemotongan, hewan-hewan yang akan dipotong ditampung dulu di kandang penampung. Penyembelihan dilakukan diruangan yang berbeda yaitu diruang peyembelihan.

Hewan yang telah dipotong tersebut dikuliti dan isi perutnya dikeluarkan. Kulit hewan tersebut biasanya direndam dalam air panas yang kemudian dibersihkan untuk dijual ke pabrik kulit. Isi perut yang dikeluarkan dari tubuh hewan yang dipotong hanya diambil sebagian yaitu bagian yang dapat dikonsumsi seperti hati, jantung dan usus sedangkan sisanya dibuang. Selanjutnya dilakukan pemotongan kepala, kaki serta bagian-bagian tubuh lainnya (*Nasation dalam Widyanto, 2006*). Hasil pemotongan tersebut selanjutnya dicuci hingga bersih lalu digantung untuk menghilangkan air bekas pencucian yang masih tersisa. Seluruh proses pemotongan hewan bila telah selesai, maka lantai ruang peyembelihan tersebut akan dibersihkan sehingga air sisa pembersihan masuk keseluruhan pembuangan.

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan Kegiatan Usaha Lainnya. Aktifitas RPH terpusat pada ruangan penyembelihan, oleh karena itu sebagian besar buangan RPH berasal dari tempat ini. Didalam ruang penyembelihan dilakukan berbagai aktifitas seperti penyembelihan, pembersihan, dan pemotongan daging hewan. Proses – proses inilah yang banyak menghasilkan buangan. Buangan yang dihasilkan oleh ruang penyembelihan adalah air bilasan dari proses pencucian daging hewan maupun dari pembersihan lantai.

Air buangan RPH sebagian besar terdiri dari zat organik seperti darah, tinja, bulu, lemak, daging dan serbuk tulang. Bahan-bahan ini berada dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi. Materi-materi ini bersifat cepat membusuk dan menimbulkan bau oleh karena itu sifat zat organik yang ada di dalam air buangan RPH ini mudah busuk maka apabila air buangan ini langsung dilakukan pembuangan ke badan air akan menimbulkan proses deoksigenasi atau pengurangan kadar oksigen didalam air.

Tabel 2.1 Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Rumah Potong Hewan.

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK RUMAH POTONG HEWAN	
Parameter	Kadar Maximum (mg/L)
BOD ₅	100
COD	200
TSS	100
Minyak dan Lemak	15
Amonia (NH ₃ -N)	25
pH	6-9
Volume Limbah Maksimum	Sapi, Kerbau & Kuda : 1,5 M ³ /(ekor/hari)
	Kambing & Domba : 0,15 M ³ /(ekor/hari)
	Babi : 0,65 M ³ /(ekor/hari)
	Unggas: 1,5 L/(ekor/hari)

2.1.1 Kualitas Dan Kuantitas Limbah Cair Rumah Potong Hewan

Limbah RPH merupakan limbah organik, berserat dan memiliki volume yang besar. Limbah organik yang dihasilkan dari Rumah Potong Hewan (RPH) adalah berupa darah, sisa lemak, tinja, isi rumen dan usus dengan kandungan protein, lemak dan karbohidrat yang cukup tinggi. Berdasarkan istilah teknis dan sumbernya, limbah RPH termasuk dalam golongan limbah industry. Dilihat dari komposisi dan pengaruhnya terhadap perairan, limbah RPH mirip dengan sampah domestik (*Domestic Sludge*). Kandungan bahan organik RPH yang tinggi telah menyebabkan kontaminasi mikroorganisme patogen pada limbah RPH lebih besar dari pada sampah domestik.

2.1.2 Dampak Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

Limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) perlu diberikan perhatian dalam teknis dan proses pengolahannya. Hal ini dilakukan agar dapat menanggulangi sifat-sifat dari limbah cair RPH yang menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat disekitarnya. Sifat-sifat dari limbah cair RPH yang dimaksud yaitu :

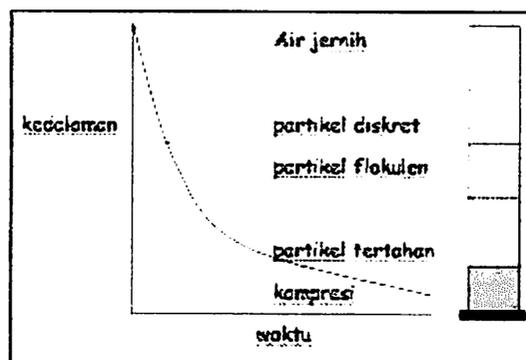
- Limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi, padatan tersuspensi serta bahan koloid seperti lemak, protein dan selulosa. Bahan organik ini dapat menimbulkan masalah lingkungan bila dibuang secara langsung ke lingkungan misalnya kedalam badan sungai.
- Kandungan senyawa organik dalam badan air penerima akan meningkat, bila terjadi penyimpangan terhadap kadar parameter dari baku mutu yang ada, maka akan terjadi penguraian yang tidak seimbang dan akan menimbulkan kondisi septik (suatu keadaan dimana kadar oksigen terlarut sama dengan nol) dan menimbulkan bau busuk (H_2S). Kenaikan temperature, kenaikan atau penurunan pH akan mengganggu kehidupan air, misalnya tumbuhan dan hewan akan menurun jumlahnya karena ketersediaan makanan yang telah berkurang akibat adanya limbah tersebut. Bila air pada badan sungai memiliki kesadahan yang tinggi atau partikel yang mengendap cukup banyak, maka hal ini akan menyebabkan pendangkalan sehingga selanjutnya dapat menimbulkan banjir pada musim penghujan tiba. Selain itu, senyawa beracun atau logam berat sangat membahayakan bagi masyarakat yang menggunakan air sungai sebagai sumber penyedia kebutuhan air bersihnya.
- Bersifat basa pada saat limbah baru dibuang dan cenderung berubah menjadi bersifat asam apabila limbah sudah mulai membusuk.
- Sumber utama penyebab pencemaran dari limbah RPH adalah:
 - Limbah cair terdiri dari : feses dan urine, darah, lemak dan air bekas pencucian perkakas.

- Limbah padat, terdiri dari : tulang, rambut, kuku dan bagian padat yang disaring dari limbah cair. Limbah padat kurang menyebabkan pencemaran karena umumnya dapat digunakan dan dimanfaatkan kembali. (Faruq,2013)

2.2 Pengolahan Pendahuluan

Sebelum air limbah diolah oleh reaktor biologis, air limbah tersebut harus melalui pengolahan pendahuluan agar kondisi air limbah tersebut dapat diolah dengan mudah oleh mikroorganisme dalam reaktor biologis. Pengolahan pendahuluan dilakukan apabila didalam limbah cair terdapat banyak padatan terapung atau melayang dan mengendap.

Pengolahan pendahuluan pada proses sedimentasi adalah pemisahan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, Pengolahan air limbah dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjutan, sedimentasi ditunjukkan untuk penyisihan lumpur setelah koagulasi dan sebelum proses filtrasi. Selain itu, prinsip sedimentasi juga digunakan dalam pengendalian partikel udara (Agus Slamet dan Masduqi,2000)



Gambar 2.1 Empat tipe sedimentasi

2.3 Pengolahan Limbah Secara Biologi

Pengolahan Secara Biologi Pengolahan limbah secara biologi terutama dimaksudkan untuk menyisahkan zat-zat organik yang terlarut dan yang koloid tetapi zat organik yang tersuspensi juga dapat tersisahkan dalam proses ini (Tchobanoglous dan Burton, 1991; Droste, 1997). Bahan organik tersebut

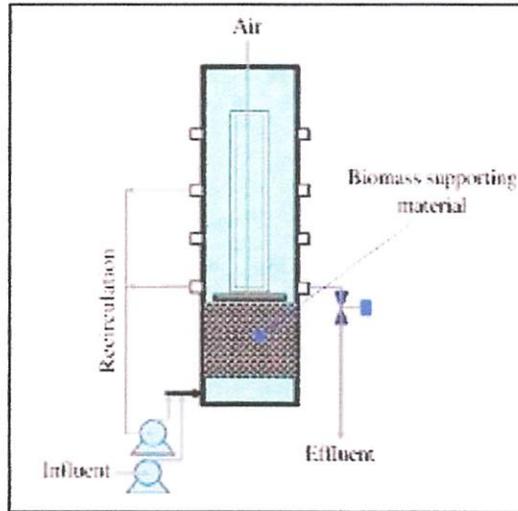
dikonversi menjadi massa mikroorganisme (biomassa) dan biomassa ini karena sifatnya mengalami biflokulasi yang dapat dipisahkan dengan pengendapan. (Liao et al, 2001)

2.4 Sequencing Batch Reactor

Sequencing Batch Reactor (SBR) merupakan salah satu pengembangan *activated sludge* konvensional, dimana proses aerasi dan pengendapan dilakukan pada reaktor yang sama (Metcalf, 2004). Saat ini banyak dikembangkan SBR dengan penambahan media sebagai tempat mikroorganisme untuk tumbuh. Kelebihan pengolahan ini waktu aerasi yang *intermetten* sehingga cocok digunakan untuk usaha dengan waktu produksi yang terbatas, serta produksi sludge yang rendah sehingga tidak memerlukan unit pengolahan lanjutan. Sistem pengolahan ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan sistem lumpur aktif konvensional lainnya karena proses equalisasi, pengolahan biologi, pengendapan tahap dua terjadi dalam satu tangki dengan sistem waktu yang berurutan. Sistem operasional SBR terdiri atas fill, react, settle, decant dan fase idle.

2.5 Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor

Granulasi aerobik, proses bioteknologi baru saja diperkenalkan, adalah semakin menarik minat para peneliti yang bekerja di bidang pengolahan air limbah karena berhubungan dengan beberapa kekurangan sering berkaitan dengan proses-proses biologis tradisional, luas persyaratan produksi tinggi Lumpur, sludge miskin menetap properti (Horan, 1990). Salah satu yang paling menjanjikan granular biomassa berbasis sistem adalah *Sequencing Batch Biofilter Granular reaktor* (SBBGR) teknologi. Dalam sistem ini, butiran tidak ditanggihkan seperti *Sequencing Batch Granular reaktor* (SBGR), tetapi dipertahankan dalam pori-pori yang diproduksi oleh pengepakan reaktor dengan mengisi bahan (pemukim sekunder ini karena itu tidak lagi diperlukan). Hal ini memungkinkan lebih besar biomassa retensi dalam reaktor harus diperoleh (hingga satu besarnya order lebih tinggi daripada yang dicatat dalam sistem biologis konvensional). Sebagai akibatnya, peningkatan penting dalam lumpur umur dicapai dengan akibat penurunan produksi Lumpur (Di Iaconi *et al.*, pers)



Gambar 2.2 Proses Pengolahan menggunakan *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor*

Dalam sistem SBBGR, butiran biomassa generasi berlangsung selama periode start-up reaktor (sekitar 3 bulan). Perubahan bertahap dari biofilm yang tumbuh di permukaan pembawa granular biomassa diamati selama fase ini. Secara khusus, empat langkah dapat dibedakan dalam proses ini (Di Iaconi *et al.*, 2005a):

- pembentukan biofilm tipis yang sepenuhnya pembawa permukaan,
- anincrease dalam ketebalan biofilm, detasemen sebagian biofilm yang meliputi operator,
- lalu melepaskan partikel biofilm,
- penataan ulang biofilm partikel di butiran halus biofilter

Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilm atau biofilter dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang didalamnya diletakkan media-media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Senyawa polutan yang ada didalam air limbah misalnya senyawa organik (BOD dan COD), ammonia dan lain sebagainya akan terdifusi ke dalam lapisan film biologis yang melekat pada permukaan media. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen terlarut dalam air limbah, senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada didalam lapisan biofilm dan energy yang dihasilkan akan diubah menjadi biomassa (sudarno,2012).

Media yang biasa digunakan dalam biofilter secara umum dapat berupa bahan material organik atau non organik. Bahan material organik misalnya *random packing, plate*, bentuk sarang tawon dan lain-lain. Sedangkan untuk media dari bahan anorganik misalnya batu pecah, kerikil, kokas dan lain-lain.

Kelebihan dari biofilter dibandingkan dengan reactor dengan system pertumbuhan mikroba tersuspensi antara lain :

1. Memberikan resiko yang kecil dari efek penurunan biomassa dalam reactor akibat gangguan proses karena biomassa akan tetap melekat pada media meskipun ada kejutan pada karakteristik air limbah.
2. Mudah dalam pengoperasian dan perawatannya.
3. Lebih cepat dalam proses restart-up setelah pemberhentian proses.
4. Memiliki waktu tinggal biomassa yang lebih lama.
5. Mudah mengontrol beban hidrolis pada biofilm dari pada dengan system trickling filter (Agus Slamet dan Ali Masduqi, 2000).

Menurut Lim dan Grady (1980), mekanisme yang terjadi pada reaktor biologis biakan melekat diam terendam adalah :

1. Transportasi dan adsorpsi zat organik dan nutrient dari fasa liquid ke fasa biofilm.
2. Transportasi mikroorganisme dari fasa liquid ke fasa biofilm.
3. Adsorpsi mikroorganisme yang terjadi dalam lapisan biofilm.
4. Reaksi metabolisme mikroorganisme yang terjadi dalam lapisan biofilm, memungkinkan terjadinya mekanisme pertumbuhan, pemeliharaan, kematian dan lysis sel.
5. Penempelan dari sel, yaitu pada saat biofilm mulai terbentuk dan terakumulasi secara kontinyu dan bertahap pada lapisan biofilm.
6. Mekanisme pelepasan dan produk lainnya.

(Ayu Wulandari, 2014)

2.6 Parameter BOD dan TSS

a. Parameter BOD

BOD merupakan parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, dinyatakan dengan BOD₅ hari pada suhu 20 °C dalam mg/liter atau ppm. Pemeriksaan BOD₅ diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar.

b. Parameter TSS

Tersuspensi biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena disamping dapat menyebabkan pendangkalan juga dapat menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air sehingga proses fotosintesa mikroorganisme tidak dapat berlangsung.

2.7 Jenis Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini ada empat jenis media yakni, ring keramik.

2.7.1 Ring Keramik

Keramik ring berbentuk seperti cincin dan bagian tengahnya berupa silinder dengan lubang dibagian tengah. Keramik ring ini area permukaannya luas dan berpori maksimum dengan ukuran sempurna yang berfungsi menghasilkan pertumbuhan bakteri didalam dan luarnya dan mampu mengurai ammonia yang berbahaya serta dapat dimaksimalkan untuk fungsi filter.



Gambar 2.3 Ring Keramik

2.8 Metode Pengolahan Data

2.8.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.8.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$p\text{-Value} < \alpha$.

untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. koefisien korelasi hanya mengukir hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.8.3 Analysis of Variance (ANOVA)

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependent) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

Jenis data yang tepat untuk anova adalah nominal atau ordinal pada variabel bebasnya, jika data pada variabel bebasnya dalam bentuk interval atau ratio maka harus diubah dulu dalam bentuk ordinal atau nominal. Sedangkan variabel terikatnya adalah data interval atau ratio.

Syarat menggunakan analisis varian harus terpenuhi asumsi dasarnya, agar kesimpulan yang diambil tidak menimbulkan masalah atau kurang akurat. Adapun asumsi dasar yang harus terpenuhi adalah :

- Distribusi data harus normal, agar data berdistribusi normal dapat ditempuh dengan cara memperbanyak jumlah sampel dalam kelompok.

- Setiap kelompok hendaknya berasal dari populasi yang sama dengan variansi yang sama pula. Bila banyaknya sampel sama pada setiap kelompok maka kesamaan variansinya dapat diabaikan. Tapi bila banyaknya sampel pada masing-masing kelompok tidak sama maka kesamaan variansi populasi sangat diperlukan.
 - Pengambilan sampel dilakukan secara random (acak).
- Anova pada dasarnya terdiri dari dua kelompok. Pengelompokan ditentukan dari jumlah variabel bebasnya. Bila variabel yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas maka disebut anova satu arah. Bila variabel yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan lebih dari satu variabel bebas disebut dengan anova dua arah.

Pengujian *ANOVA Two Way* mempunyai beberapa asumsi diantaranya: a). Populasi yang diuji berdistribusi normal, b). Varians atau ragam dan populasi yang diuji sama. Tujuan dan pengujian *ANOVA Two Way* ini adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan dan berbagai kriteria yang diuji terhadap hasil yang diinginkan. Dengan menggunakan teknik *ANOVA Two Way* ini kita dapat membandingkan beberapa rata-rata yang berasal dari beberapa kategori atau kelompok untuk satu variabel perlakuan. Bagaimanapun, keuntungan teknik analisis varian ini adalah memungkinkan untuk memperluas analisis pada situasi dimana hal-hal yang sedang diukur dipengaruhi oleh dua atau lebih variabel. *ANOVA Two Way* ini digunakan bila sumber keragaman yang terjadi tidak hanya karena satu faktor (perlakuan). Faktor lain yang mungkin menjadi sumber keragaman respon juga harus diperhatikan. Faktor lain ini bisa berupa perlakuan lain yang sudah terkondisikan. Pertimbangan memasukkan faktor kedua sebagai sumber keragaman ini perlu bila faktor itu dikelompokkan, sehingga keragaman antar kelompok sangat besar, tetapi kecil dalam kelompoknya sendiri (Hasan, 2010).

2.8.4 Uji Tukey

Pengujian dengan uji tukey biasanya digunakan, jika analisis data dalam penelitian dilakukan dengan cara membandingkan data dua kelompok sampel yang jumlahnya sama, maka dilakukan pengujian hipotesis komparasi dengan uji tukey sebagai berikut:

Hipotesis:

$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$

$$H_1 : \mu_A > \mu_B$$

μ_A = rerata data kelompok eksperimen

μ_B = rerata data kelompok kontrol

(Hidayat, 2012)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium.

3.2 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi-lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Rumah Potong Hewan (RPH) Desa Karang Ampel Kota Malang, sebagai titik pengambilan sampel limbah cair.
2. Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang. Merupakan tempat penelitian, yaitu unit *Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor* (SBBGR).

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat

a. Reaktor Biofilter

Reaktor biofilter yang digunakan yang terbuat dari bahan kaca dengan tinggi 30 cm, 50 cm dan 70 cm. Digunakannya reaktor berbahan kaca bertujuan agar pembentukan lapisan biofilm dan proses yang terjadi di dalam reaktor dapat terlihat secara visual serta lebih mudah diperoleh dan memiliki harga yang lebih terjangkau dibandingkan dengan reaktor dari bahan akrilik dan alumunium.

b. Reservoar

Reservoar yang digunakan untuk menampung air limbah sebanyak 1 buah, 1 buah reservoir yang memiliki volume 70 liter. Reservoar yang bervolume 70 liter dan 90 cm diletakkan diatas menara sebagai reservoir utama.

3.3.2. Bahan

- a. Limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) Desa Karang Ampel Kota Malang.
- b. Media keramik (pabrikasi)

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah konsentrasi waktu dan konsentrasi bahan organik (angka permanganat).

1. Waktu pengisian 1 jam
2. Waktu reaksi 8 jam
3. Variasi waktu pengendapan 2 jam – 3 jam – 4 jam
4. Variasi kedalaman limbah 30 cm – 50 cm – 70 cm

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

3.5.1 Proses Sampling

Pengambilan sampel dilakukan pada 03.00 - 07.00, karena pada waktu tersebut aktifitas pemotong hewan telah selesai dilakukan, sehingga air limbah yang dihasilkan memiliki volume yang besar dan mencukupi kebutuhan pengambilan sampel.

1. Persiapan pengambilan sampel

Yang harus dipersiapkan dalam pengambilan sampel adalah wadah untuk mengambil sampel. Wadah yang akan digunakan untuk mengambil sampel harus bersih dan tidak boleh mengandung sisa-sisa dari bekas sampel terdahulu, terutama tumbuhnya lumut dan jamur harus dicegah sekaligus kontaminasi dari logam. Wadah pengambil sampel setelah dibersihkan dibilas terlebih dahulu dengan aquadest.

2. Pengambilan sampel

Titik sampling dilakukan pada bak penampung air limbah rumah potong hewan, karena sampel air buangan yang diambil harus homogen maka sebelum melakukan pengambilan sampel air pada bak tersebut diaduk terlebih dahulu agar homogen.

3.5.2 Persiapan media filter

Sebelum penelitian dilakukan, persiapan dan perlakuan terhadap alat dan media yang akan digunakan harus diperhatikan agar penelitian dapat mencapai tujuan penelitian dengan baik. Media-media yang akan digunakan perlu diperhatikan dan diperlakukan sesuai dengan kriteria yang telah direncanakan. Sebelumnya ring keramik dicuci terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam filter. Hal ini bertujuan untuk agar media yang digunakan dalam keadaan bersih dan steril dari bakteri dan kotoran lainnya.

3.5.3 Persiapan Alat reaktor Bio Filter

Mengatur ketinggian media pada masing- masing reaktor. Ketinggian media pada masing-masing reaktor sama yaitu 10 cm. Setelah media dimasukkan ke dalam reaktor biofilter selanjutnya yaitu mengatur kedalaman air limbah pada reaktor biofilter.

3.5.4 Pengujian Sampel Awal

Air limbah yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari air sisa proses pemotongan hewan di rumah potong hewan (RPH). Sebelum memulai penelitian ini, dilakukan pengujian sampel awal konsentrasi MLVSS dan konsentrasi bahan organik, dimana uji awal tersebut digunakan sebagai acuan penelitian sampel berikutnya.

3.5.5 Pemiakan Mikroba (*Seeding*)

Proses pembiakan mikroba dilakukan secara alami. Dimana air limbah akan dialirkan ke bak *aerobik biofilter* sebagai tempat perkembangbiakan mikroba yang akan melekat pada media biofilter yang digunakan yaitu pada media.

3.5.6 Aklimatisasi.

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukkan kestabilan.

Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. Kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorganismen mendekati harga yang stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*. Untuk mengetahui bahan organik digunakan persamaan :

$$\text{Penyisihan Bahan Organik} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

3.5.7 Permanganat Value

Pemeriksaan PV atau *Permanganat Value* merupakan salah satu cara untuk menentukan kadar zat organik dalam sampel. Selama proses aklimatisasi metode ini yang dipakai untuk mengukur konsentrasi zat organik.

3.5.8 MLVSS (*Mixed Liquor Volatile Solid*)

Analisa MLVSS dilakukan untuk mengetahui kuantitas mikroba yang mendekomposisi bahan organik. Pada proses pendekomposisian oleh mikroba ini yang diperhatikan adalah adanya oksigen (aerasi) sebagai sumber oksigen bagi mikroba untuk menghasilkan energi untuk mendekomposisi bahan organik. (Nevy Puspitasari, 2013).

Prinsip penetapan MLVSS yaitu cawan + sampel yang sudah dikeringkan lalu dibakar didalam furnace pada temperature 550 -50 °C, selama 30 menit. Sesudah didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Beda berat sebelum dan sesudah pembakaran adalah bahan volatile solid sedangkan beda berat sesudah dibakar berat cawan adalah total bahan non volatile solid. (Dr. Ir. Wisjnuprpto, DIPL, SE, 1989).

3.5.8 Analisis BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) (APHA, 1995)

1. Pengukuran BOD dilakukan menggunakan metode titrasi Winkler, kemudian dapat ditentukan kadar BOD menggunakan rumus:

$$\text{BOD} = \text{DO}_{(0)} - \text{DO}_{(5)}$$

2. a. Penentuan $\text{DO}_{(0)}$

Dipipet 10 mL sampel limbah cair *vinasse* kedalam labu ukur 100 mL ditambahkan masing-masing 1 mL buffer fosfat, MgSO_4 , CaCl_2 dan FeCl_3 dan diencerkan dengan air suling sampai tanda batas. Dipindahkan ke dalam beker 1000 mL lalu aerasi selama 15 menit. Dimasukkan ke dalam botol Winkler dan tutup, tambahkan masing-masing 1 mL alkali azida dan MnSO_4 10%, tutup lalu kocok dengan membolak-balikkan botol Winkler. Dibiarkan selama 10 menit lalu dipindahkan ke Erlenmeyer.

3. Ditambahkan 1 mL H_2SO_4 pekat, dikocok dan dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,025 N hingga kuning pucat (mendekati coklat muda).
4. Ditambahkan beberapa tetes amilum atau kanji 1% (akan timbul warna biru) kemudian titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang .

5. b. Penentuan $\text{DO}_{(5)}$

Sampel yang telah diaerasikan pada pengerjaan $\text{DO}_{(0)}$ dimasukkan ke dalam botol Winkler dan ditutup rapat (dijaga jangan sampai timbul rongga udara) dan disimpan selama 5 hari. Kemudian dititrasi dengan cara yang sama pada penentuan $\text{DO}_{(0)}$. Kadar oksigen terlarut dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar } \text{O}_2 (\text{mg.L}^{-1}) = \frac{(\text{mL} \times \text{N}) \times \text{pentiter} \times 8000}{\text{mL sampel} - 2}$$

$$\text{DO} = \text{Kadar } \text{O}_2 (\text{mg L}^{-1}) \times \text{faktor pengenceran}$$

3.5.9 Analisis TSS (*Total Suspended Solid*) (Alaerts, 1984)

TSS (*Total Suspended Solid*) ditentukan dengan metode Gravimetri. Sebanyak 100 mL akuades disaring dengan kertas Whatman nomor 40, kemudian kertas saring tersebut dipanaskan di dalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang berat awalnya (misal: *a* gram). Diambil 100 mL sampel limbah *vinasse* dengan

menggunakan kertas saring yang telah diketahui beratnya, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit, lalu ditimbang berat akhirnya (misalnya: *b* gram). Kandungan total padatan tersuspensi dihitung dengan menggunakan rumus :

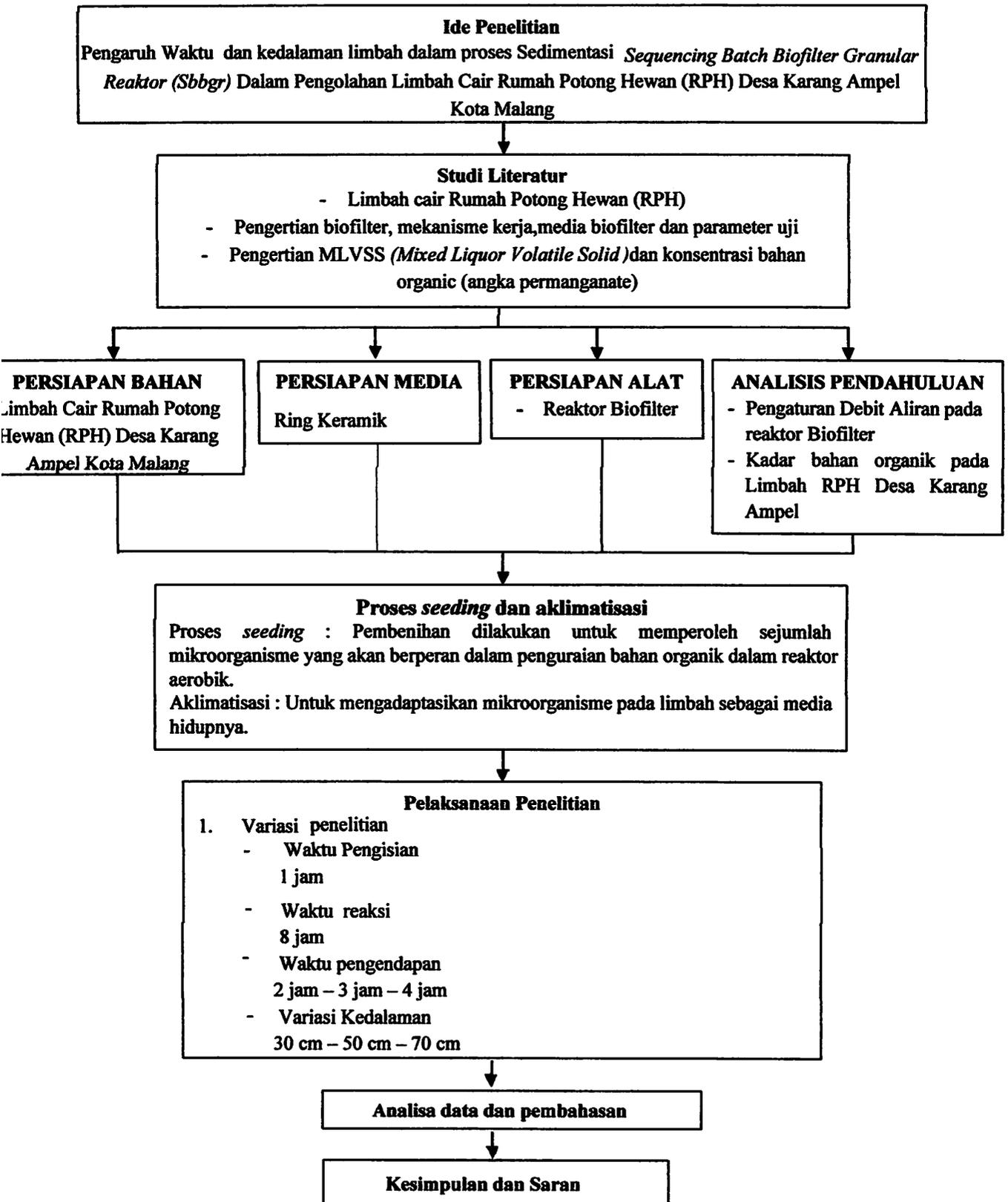
$$TSS \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = (b-a) \times \frac{1000}{100}$$

3.6 Analisis Data

Analisi data dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang didapat pada penelitian yang dilakukan tersebut layak atau tidak untuk digunakan.

Analisa data statistik hasil penelitian dilakukan dengan dua metode yaitu analisis data dengan metode deskriptif dan analisis data dengan metode Analysis Of Variances (*ANOVA*) kategori *One-Way*. Analisis deskriptif dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran terhadap data sampel hasil penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik sedangkan analisa dengan *ANOVA* digunakan untuk mengetahui perbedaan nyata atau tidak secara statistik mengenai pengaruh variasi media terhadap pola pertumbuhan mikroorganisme didalam media biofilter.

3.7 Kerangka Penelitian



BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Sebelum dilakukan Pengolahan

Penelitian ini menggunakan limbah cair dari Rumah Potong Hewan, dimana hasil dari aktifitas Rumah Potong Hewan (RPH) terdiri dari darah, kotoran (feses), dan rumen. Karakteristik fisik (secara kasat mata) terlihat bahwa limbah cair ini memiliki karakteristik dengan bau yang menyengat yang berasal dari kotoran atau feses dan darah yang kental. Kondisi fisik limbah cair ini memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan konsentrasi yang berada pada limbah cair RPH terhadap lingkungan. Berdasarkan analisa laboratorium yang telah dilakukan yaitu BOD dan TSS.

Berdasarkan Surat Keputusan (SK) Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013, tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya menunjukkan karakteristik awal limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Malang untuk parameter BOD dan TSS belum memenuhi standar yang dapat dilihat di tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Konsentrasi Awal Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)
Desa Karang Ampel Kota Malang**

No	Parameter	Konsentrasi Awal	Satuan	Baku Mutu*
1	BOD ₅	13.387	mg/l	100
2	TSS	3721	mg/l	100
3	pH	6,5		6 – 9
4	Temperatur	27	°C	-

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang Tahun 2017

*Baku mutu sesuai peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan

Berdasarkan Surat Keputusan (SK) Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013, tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan menunjukkan karakteristik awal limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Malang untuk parameter BOD dan TSS belum memenuhi standar.

4.2. Pertumbuhan Mikroorganisme Pada Tahap Seeding

Proses seeding yaitu proses yang dilakukan untuk mengembangbiakan mikroorganisme hingga didapatkan jumlah biomassa yang mencukupi guna mengolah air limbah. Proses pembiakan mikroba dilakukan secara alami dengan cara air limbah sebagai *influen* dialirkan secara perlahan dari bak penampung menuju 6 reaktor biofilter yang masing – masing telah diisi media filter yang sama yaitu ring keramik dan mempunyai konsentrasi yang berbeda yaitu Variasi kedalaman 30 cm, 50 cm dan 70 cm. dan Variasi konsentrasi oksigen 6, 7 dan 8.

Untuk mengetahui jumlah biomassa mikroorganisme pada konsentrasi oksigen yang digunakan maka dilakukan analisis MLVSS (*Mixer Liquor Volatile Solid*). Data Analisa MLVSS yang dilakukan pada masing – masing reaktor dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2 Jumlah MLVSS Selama Proses *Seeding* Pada Media Ring Keramik pada konsentrasi Reaktor A I 30 cm

No	Tanggal	DO	MLVSS (mg/l)
1	Kamis, 25 mei 2017	6	7500
2	Jum'at, 26 mei 2017	6	12000
3	Sabtu, 27 mei 2017	6	16000
4	Minggu, 28 mei 2017	6	21000

Sumber : *Hasil Penelitian, 2017*

Tabel 4.3 Jumlah MLVSS Selama Proses *Seeding* Pada Media Ring Keramik pada konsentrasi Reaktor A II 30 cm

No	Tanggal	DO	MLVSS (mg/l)
1	Kamis, 25 mei 2017	6	7000
2	Jum'at, 26 mei 2017	6	13000
3	Sabtu, 27 mei 2017	6	18500
4	Minggu, 28 mei 2017	6	23000

Sumber : *Hasil Penelitian, 2017*

Tabel 4.4 Jumlah MLVSS Selama Proses *Seeding* Pada Media Ring Keramik pada konsentrasi Reaktor B I 50 cm

No	Tanggal	DO	MLVSS (mg/l)
1	Kamis, 25 mei 2017	7	8500
2	Jum'at, 26 mei 2017	7	14000
3	Sabtu, 27 mei 2017	7	19000
4	Minggu, 28 mei 2017	7	22000

Sumber : *Hasil Penelitian, 2017*

Tabel 4.5 Jumlah MLVSS Selama Proses *Seeding* Pada Media Ring Keramik pada konsentrasi Reaktor B II 50 cm

No	Tanggal	DO	MLVSS (mg/l)
1	Kamis, 25 mei 2017	7	8500
2	Jum'at, 26 mei 2017	7	13500
3	Sabtu, 27 mei 2017	7	18000
4	Minggu, 28 mei 2017	7	22000

Sumber : *Hasil Penelitian, 2017*

Tabel 4.6 Jumlah MLVSS Selama Proses *Seeding* Pada Media Ring Keramik pada konsentrasi Reaktor C I 70 cm

No	Tanggal	DO	MLVSS (mg/l)
1	Kamis, 25 mei 2017	8	9000
2	Jum'at, 26 mei 2017	8	13500
3	Sabtu, 27 mei 2017	8	18500
4	Minggu, 28 mei 2017	8	23000

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Tabel 4.7 Jumlah MLVSS Selama Proses *Seeding* Pada Media Ring Keramik pada konsentrasi Reaktor C II 70 cm

No	Tanggal	DO	MLVSS (mg/l)
1	Kamis, 25 mei 2017	8	8500
2	Jum'at, 26 mei 2017	8	14000
3	Sabtu, 27 mei 2017	8	19000
4	Minggu, 28 mei 2017	8	24000

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan data yang terlampir pada tabel 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 dan 4.7 secara keseluruhan proses *seeding* berlangsung lambat. Dalam suatu pengolahan secara biologis, proses *seeding* sangat perlu untuk dilakukan karena jumlah mikroorganisme memiliki peran penting dalam proses selanjutnya yaitu aklimatisasi. Berdasarkan hasil laboratorium, proses *seeding* berlangsung selama 4 hari, hingga jumlah MLVSS mencapai 15.000 mg/l. (Moh. Sholichin, 2012)

4.3. Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan suatu upaya penyesuaian fisiologis atau adaptasi dari suatu mikroorganisme terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukkannya. Hal ini didasarkan pada kemampuan organisme untuk dapat mengatur morfologi, perilaku, dan jalur metabolisme biokimia didalam tubuhnya untuk menyesuaikan dengan lingkungan barunya.

Proses pengoperasian dilakukan secara aerobik, tanpa adanya asupan oksigen karena mikroba aerobik yang berperan dalam mendegradasi bahan organik. Pada proses aklimatisasi dilakukan penambahan glukosa sebanyak 60 ml sebagai nutrisi untuk mikroba. Analisis terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran *Permanganat Value* (PV) selama proses aklimatisasi sampai kondisi *steady state* tercapai. Kondisi *steady state* merupakan kondisi tunak dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga stabil (Agus Slamet dan Masduqi, 2000). Apabila penyisihan bahan organik selama tiga hari berturut – turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10% angka *permanganat value* nya, maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*.

Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh konsentrasi bahan organik pada masing – masing reaktor selama proses aklimatisasi, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.4 dan tabel 4.5. Untuk mengetahui persen penyisihan bahan organik digunakan persamaan :

$$\text{Penyisihan Bahan Organik} : \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

- Nilai penyisihan (-) terjadi peningkatan bahan organik, berarti tidak terjadi penyisihan bahan organik.
- Nilai penyisihan (+) terjadi penurunan bahan organik

(<http://ejournal.bppt.go.id>, 2007).

Contoh perhitungan untuk reaktor 30 I (30 cm), Penyisihan Bahan Organik untuk hari ke-1 :

$$\text{Penyisihan Bahan Organik} = \frac{1095,99 - 915,53}{1095,99} \times 100\%$$

$$= 16,47 \%$$

Persen penyisihan bahan organik pada reaktor I dan II dapat dilihat pada tabel 4.8, tabel 4.9, tabel 4.10, tabel 4.11, tabel 4.12, tabel 4.13 dan gambar 4.1, gambar 4.2, gambar 4.3, gambar 4.4, gambar 4.5 dan gambar 4.6

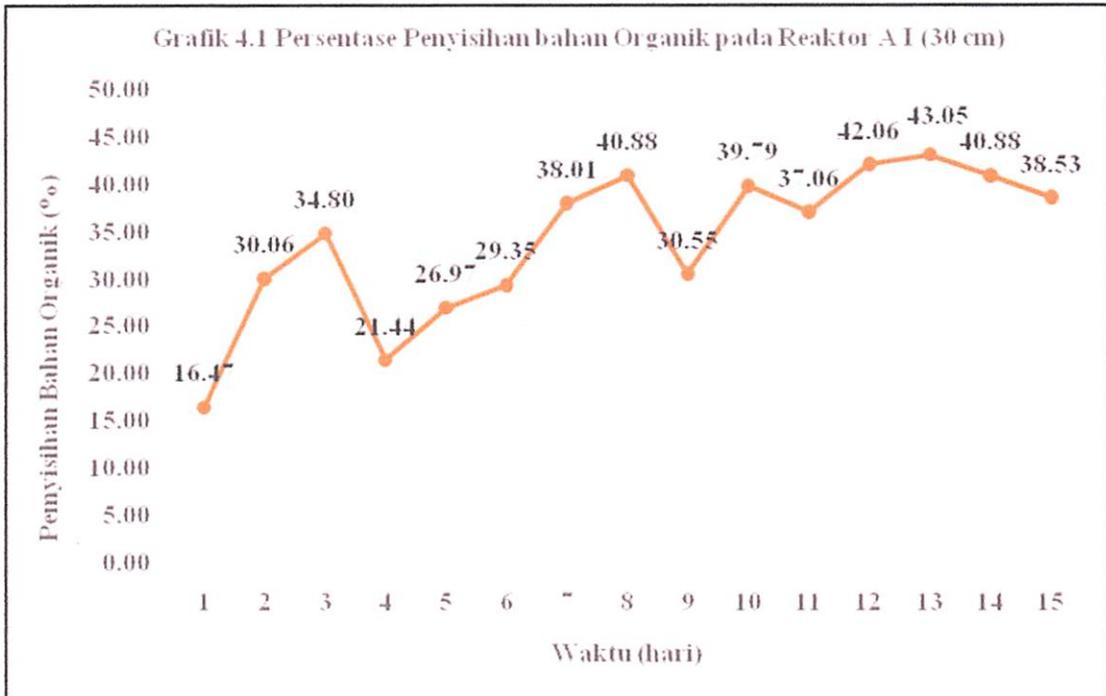
Tabel 4.8 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor A I (30 cm)

Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	29 Mei 2017	1095,99	915,53	180,46	16,47
2	30 Mei 2017	1075,58	752,29	323,29	30,06
3	31 Mei 2017	967,63	630,94	336,69	34,80
4	1 Juni 2017	980,87	770,55	210,32	21,44
5	2 Juni 2017	1078,6	787,72	290,88	26,97
6	3 Juni 2017	900,08	635,95	264,13	29,35
7	4 Juni 2017	1050,76	651,41	399,35	38,01
8	5 Juni 2017	1120,9	662,65	458,25	40,88
9	6 Juni 2017	994,78	690,91	303,87	30,55
10	7 Juni 2017	1090,9	656,85	434,05	39,79
11	8 Juni 2017	857,98	540,02	317,96	37,06
12	9 Juni 2017	957,93	555,06	402,87	42,06
13	10 Juni 2017	940,32	535,51	404,81	43,05
14	11 Juni 2017	880,23	520,41	359,82	40,88
15	12 Juni 2017	820,45	504,34	316,11	38,53

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan Tabel 4.8 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor A I (30 cm), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Konsentrasi bahan organik pada hari pertama sebesar 915,53 mg/l, namun pada hari ke-2 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 752,29 mg/l, pada hari ke-3 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 630,94 mg/l, namun pada hari ke-4 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan lagi sebesar 770,55 mg/l, pada hari ke-6 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 635,95 mg/l pada hari ke-7 sampai hari ke-9 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan, pada hari ke-7 konsentrasi bahan organik sebesar 651,41 mg/l pada hari ke-8 sebesar 662,65 mg/l dan pada hari ke-9 sebesar 690,91 mg/l, pada hari ke-10 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 656,85 mg/l, pada hari ke-11 mengalami penurunan konsentrasi bahan organik yang signifikan sebesar 540,02 mg/l, pada hari ke-12 sampai hari ke-15 terus mengalami penurunan, pada hari ke-12 sebesar 555,06 mg/l pada hari ke-13 sebesar 535,51 mg/l, pada hari ke-14 dan 15 sebesar 520,41 mg/l dan 504,34 mg/l dapat dikatakan stabil karena melihat selisih penurunan konsentrasi bahan organik dari hari ke hari tidak berbeda jauh. Penurunan konsentrasi bahan organik terendah terjadi pada hari ke-15 sebesar 504,34 mg/l sedangkan penurunan konsentrasi bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-1 sebesar 915,53 mg/l.

Berdasarkan data hasil pengamatan seperti yang terdapat pada tabel 4.8 diperoleh persentase penyisihan bahan organik pada proses aklimatisasi pada reaktor A I (30 cm),. Persentase penyisihan bahan organik dapat diplotkan menjadi sebuah grafik pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor A I (30 cm)

Berdasarkan tabel 4.8 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor A I (30 cm) dan Gambar 4.1 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor I, pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik dari hari ke hari. Penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke-1 sebesar 16,47% sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-13 sebesar 43,05%. Penyisihan bahan organik yang bernilai negatif (-) menandakan terjadinya peningkatan bahan organik yaitu tidak terjadi penyisihan bahan organik. Penyisihan bahan organik dengan perbedaan tidak lebih dari 10% terjadi pada hari ke-12 sampai hari ke-15, dengan penyisihan bahan organik pada hari ke-12 sebesar 42,06%, penyisihan bahan organik pada hari ke-13 sebesar 43,05%, penyisihan bahan organik pada hari ke-13 sebesar 43,05%, penyisihan bahan organik pada hari ke-14 sebesar 40,88% dan pada hari ke-15 penyisihan organik sebesar 38,53%. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.

Tabel 4.9 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor A II (30 cm)

Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	29 Mei 2017	1095,99	928,17	167,82	15,31
2	30 Mei 2017	1075,58	854,69	220,89	20,54
3	31 Mei 2017	967,63	620,1	347,53	35,92
4	1 Juni 2017	980,87	740,55	240,32	24,50
5	2 Juni 2017	1078,6	757,72	320,88	29,75
6	3 Juni 2017	900,08	645,95	254,13	28,23
7	4 Juni 2017	1050,76	671,41	379,35	36,10
8	5 Juni 2017	1120,9	762,65	358,25	31,96
9	6 Juni 2017	994,78	790,91	203,87	20,49
10	7 Juni 2017	1090,9	756,85	334,05	30,62
11	8 Juni 2017	857,98	640,02	217,96	25,40
12	9 Juni 2017	957,93	554,4	403,53	42,13
13	10 Juni 2017	940,32	545,51	394,81	41,99
14	11 Juni 2017	880,23	540,41	339,82	38,61
15	12 Juni 2017	820,45	524,34	296,11	36,09

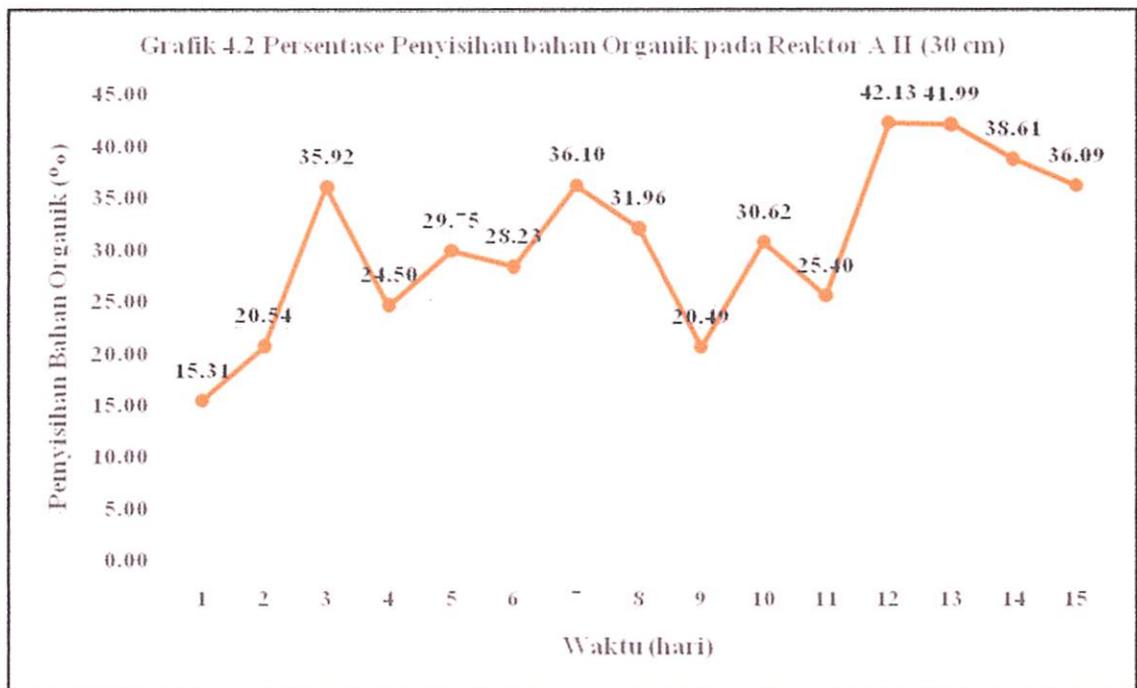
Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan Tabel 4.9 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor A II (30 cm), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Konsentrasi bahan organik pada hari pertama sebesar 928,17 mg/l, pada hari ke-2 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 854,69 mg/l, pada hari ke-3 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan yang cukup signifikan menjadi 620,1 mg/l, tetapi pada hari ke-4 dan hari ke-5 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 740,55 mg/l dan 757,72 mg/l, pada hari ke-6 hingga hari ke-9 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan kembali sebesar 645,95 mg/l hingga 790,91 mg/l. Pada hari ke-10 hingga hari ke-15 konsentrasi bahan

organik mengalami penurunan, dimana pada hari ke-10 sebesar 756,85mg/l, pada hari ke-11 sebesar 640,02 mg/l, pada hari ke-12 sebesar 554,4 mg/l, pada hari ke-13 sebesar 545,51 mg/l pada hari ke-14 dan hari ke-15 sebesar 540,41 mg/l dan 524,34 mg/l.

Konsentrasi bahan organik terendah terjadi pada hari ke-15 sebesar 524,34 mg/l sedangkan konsentrasi bahan organik tertinggi terjadi pada hari pertama 928,17 mg/l.

Berdasarkan data hasil pengamatan seperti yang terdapat pada tabel 4.9 diperoleh penyisihan bahan organik pada proses aklimatisasi pada reaktor A II (30 cm). Persentase penyisihan bahan organik dapat diplotkan menjadi sebuah grafik pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor A II (30 cm)

Berdasarkan tabel 4.9 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor A II (30 cm) dan Gambar 4.2 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor 30 II (30 cm), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik dari hari ke hari. Penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari pertama sebesar 15,31% sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-12 sebesar 42,13%. Penyisihan bahan organik yang bernilai negatif (-) menandakan terjadinya peningkatan bahan organik yaitu tidak terjadi penyisihan bahan organik. Penyisihan bahan organik dengan perbedaan tidak lebih dari 10% terjadi pada hari ke-12 sampai hari ke-15, dengan penyisihan bahan organik pada hari ke-12 sebesar 42,13%, penyisihan bahan organik pada hari ke-13 sebesar 41,99%, penyisihan bahan organik pada hari ke-14 sebesar 38,61%, penyisihan bahan organik pada hari ke-15 sebesar 36,09%. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.

Tabel 4.10 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor B I (50 cm)

Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	29 Mei 2017	1095,99	965,4	130,59	11,92
2	30 Mei 2017	1075,58	850,5	225,08	20,93
3	31 Mei 2017	967,63	620,18	347,45	35,91
4	1 Juni 2017	980,87	750,12	230,75	23,53
5	2 Juni 2017	1078,6	760,85	317,75	29,46
6	3 Juni 2017	900,08	743,7	156,38	17,37
7	4 Juni 2017	1050,76	640,29	410,47	39,06
8	5 Juni 2017	1120,9	762,65	358,25	31,96
9	6 Juni 2017	994,78	790,91	203,87	20,49
10	7 Juni 2017	1090,9	760,4	330,5	30,30
11	8 Juni 2017	857,98	690,45	167,53	19,53
12	9 Juni 2017	957,93	560,36	397,57	41,50

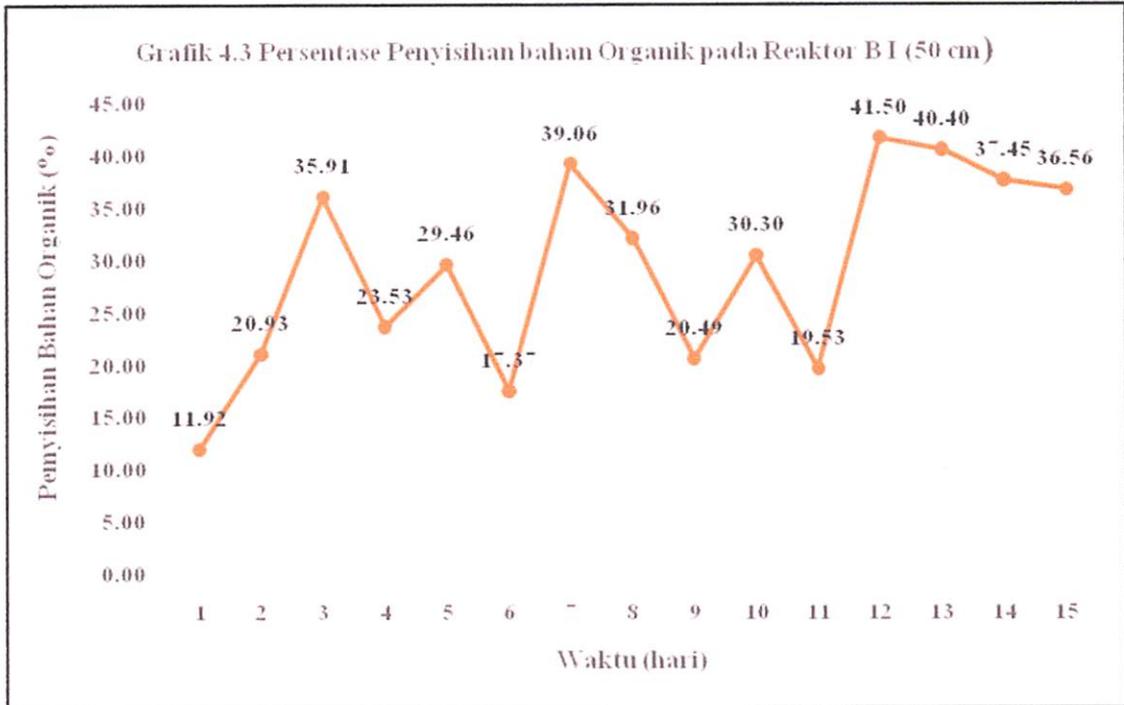
Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
13	10 Juni 2017	940,32	560,47	379,85	40,40
14	11 Juni 2017	880,23	550,6	329,63	37,45
15	12 Juni 2017	820,45	520,5	299,95	36,56

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan Tabel 4.10 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor B (I), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Konsentrasi bahan organik pada hari pertama sebesar 965,4 mg/l, pada hari ke-2 dan hari ke-3 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 854,69 mg/l pada hari ke-2 dan 620,18 pada hari ke-3, pada hari ke-4 dan ke-5 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan yang cukup signifikan menjadi 750,12 mg/l pada hari ke-4 dan 760,85 mg/l pada hari ke-5, tetapi pada hari ke-6 dan hari ke-7 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 743,7 mg/l pada hari ke-6 dan 640,29 mg/l pada hari ke-7, pada hari ke-8 dan hari ke-9 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 762,65 mg/l pada hari ke-8 dan 790,91 mg/l pada hari ke-9, pada hari ke-10 hingga hari ke-15 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 760,4 mg/l pada hari ke-10, 690,45 mg/l pada hari ke-11, 560,36 mg/l pada hari ke-12, 560,47 mg/l pada hari ke-13, 550,6 mg/l pada hari ke-14 dan 520,5 mg/l pada hari ke-15.

Konsentrasi bahan organik terendah terjadi pada hari ke-15 sebesar 520,5 mg/l sedangkan konsentrasi bahan organik tertinggi terjadi pada hari pertama 965,4 mg/l.

Berdasarkan data hasil pengamatan seperti yang terdapat pada tabel 4.11 diperoleh penyisihan bahan organik pada proses aklimatisasi pada reaktor B (I). Persentase penyisihan bahan organik dapat diplotkan menjadi sebuah grafik pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor B I 50 cm

Berdasarkan tabel 4.10 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor B I (50 cm) dan Gambar 4.3 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor 50 I (50 cm), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik dari hari ke hari. Penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari pertama sebesar 11,92% sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-12 sebesar 41,50%. Penyisihan bahan organik yang bernilai negatif (-) menandakan terjadinya peningkatan bahan organik yaitu tidak terjadi penyisihan bahan organik. Penyisihan bahan organik dengan perbedaan tidak lebih dari 10% terjadi pada hari ke-12 sampai hari ke-15, dengan penyisihan bahan organik pada hari ke-12 sebesar 41,50%, penyisihan bahan organik pada hari ke-13 sebesar 40,40%, penyisihan bahan organik pada hari ke-14 sebesar 37,45%, penyisihan bahan organik pada hari ke-15 sebesar 36,56%. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.

Tabel 4.11 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor B II (50 cm)

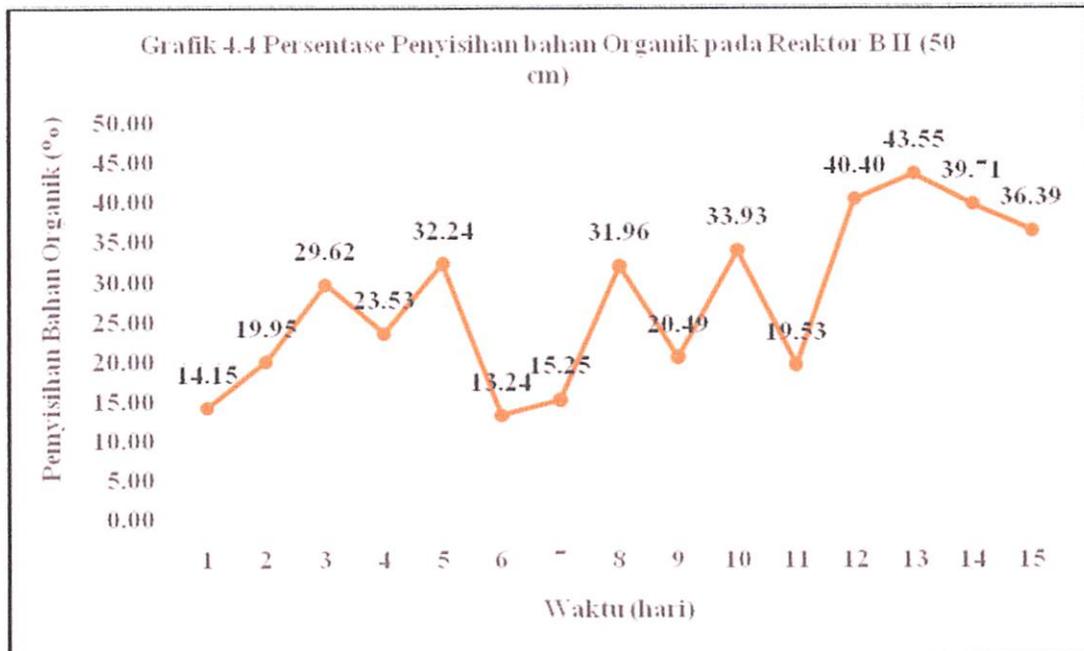
Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	29 Mei 2017	1095.99	940.89	155.1	14.15
2	30 Mei 2017	1075.58	860.97	214.61	19.95
3	31 Mei 2017	967.63	680.98	286.65	29.62
4	1 Juni 2017	980.87	750.12	230.75	23.53
5	2 Juni 2017	1078.6	730.89	347.71	32.24
6	3 Juni 2017	900.08	780.9	119.18	13.24
7	4 Juni 2017	1050.76	890.55	160.21	15.25
8	5 Juni 2017	1120.9	762.65	358.25	31.96
9	6 Juni 2017	994.78	790.91	203.87	20.49
10	7 Juni 2017	1090.9	720.78	370.12	33.93
11	8 Juni 2017	857.98	690.45	167.53	19.53
12	9 Juni 2017	957.93	570.9	387.03	40.40
13	10 Juni 2017	940.32	530.78	409.54	43.55
14	11 Juni 2017	880.23	530.69	349.54	39.71
15	12 Juni 2017	820.45	521.9	298.55	36.39

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan Tabel 4.11 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor B II (50 cm), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Konsentrasi bahan organik pada hari pertama sebesar 940,89 mg/l, namun pada hari ke-2 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 860.97 mg/l, pada hari ke-3 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 680.98 mg/l, namun pada hari ke-4 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan lagi sebesar 750.12 mg/l, pada hari ke-5 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 730.89 mg/l pada hari ke-6 sampai ke-7 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan menjadi 890.55 mg/l pada hari ke-8 konsentrasi

bahan organik mengalami penurunan menjadi 762.65 mg/l , pada hari ke-9 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 790.91 mg/l pada hari ke-10 sampai ke-12 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 521.90 mg/l dan pada hari ke-10 sebesar 720.78 mg/l, pada hari ke-11 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan signifikan sebesar 690.45 mg/l pada hari ke-12 sampai hari ke-15 terus mengalami penurunan, pada hari ke-12 sebesar 570.90 mg/l pada hari ke-13 sebesar 530.78 mg/l, pada hari ke-14 dan 15 sebesar 530.69 mg/l dan 521.90 mg/l dapat dikatakan stabil karena melihat selisih penurunan konsentrasi bahan organik dari hari ke hari tidak berbeda jauh. Penurunan konsentrasi bahan organik terendah terjadi pada hari ke-15 sebesar 521.90 mg/l sedangkan penurunan konsentrasi bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-1 sebesar 940.89 mg/l.

Berdasarkan data hasil pengamatan seperti yang terdapat pada tabel 4.11 diperoleh persentase penyisihan bahan organik pada proses aklimatisasi pada reaktor I. Persentase penyisihan bahan organik dapat diplotkan menjadi sebuah grafik pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor B II (50 cm)

Berdasarkan tabel 4.11 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor B II dan Gambar 4.4 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor B II, pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik dari hari ke hari. Penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke-6 sebesar 13,24% sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-13 sebesar 43,55%. Penyisihan bahan organik yang bernilai negatif (-) menandakan terjadinya peningkatan bahan organik yaitu tidak terjadi penyisihan bahan organik. Penyisihan bahan organik dengan perbedaan tidak lebih dari 10% terjadi pada hari ke-12 sampai hari ke-15, dengan penyisihan bahan organik pada hari ke-12 sebesar 40,40%, penyisihan bahan organik pada hari ke-13 sebesar 43,55%, penyisihan bahan organik pada hari ke-14 sebesar 39,71% dan pada hari ke-15 penyisihan organik sebesar 36,39%. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.

Tabel 4.12 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor C I (70 cm)

Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	29 Mei 2017	1095.99	950.5	145.49	13.27
2	30 Mei 2017	1075.58	870.6	204.98	19.06
3	31 Mei 2017	967.63	750.98	216.65	22.39
4	1 Juni 2017	980.87	850.98	129.89	13.24
5	2 Juni 2017	1078.6	780.99	297.61	27.59
6	3 Juni 2017	900.08	690.9	209.18	23.24
7	4 Juni 2017	1050.76	750.43	300.33	28.58
8	5 Juni 2017	1120.9	840.78	280.12	24.99
9	6 Juni 2017	994.78	670.9	323.88	32.56
10	7 Juni 2017	1090.9	750.96	339.94	31.16
11	8 Juni 2017	857.98	650.9	207.08	24.14

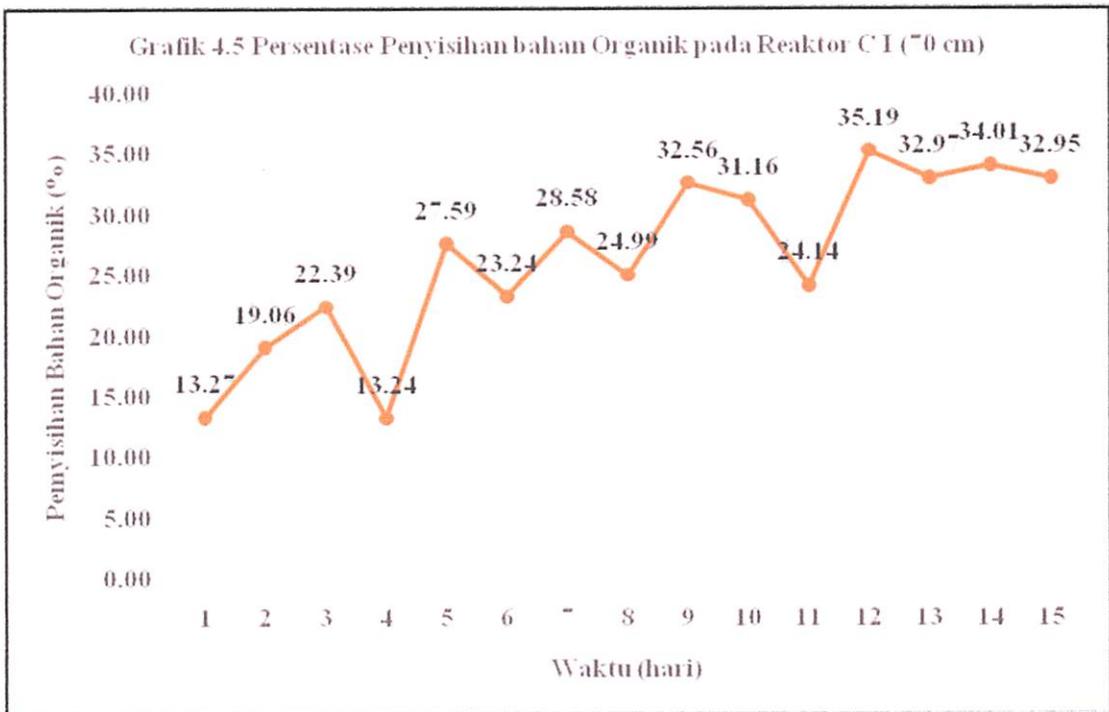
Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
12	9 Juni 2017	957.93	620.8	337.13	35.19
13	10 Juni 2017	940.32	630.27	310.05	32.97
14	11 Juni 2017	880.23	580.9	299.33	34.01
15	12 Juni 2017	820.45	550.12	270.33	32.95

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan Tabel 4.12 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor C I (70 cm) pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Konsentrasi bahan organik pada hari pertama sebesar 950.50 mg/l, namun pada hari ke-2 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 870.6 mg/l, pada hari ke-3 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 750.98 mg/l, namun pada hari ke-4 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan lagi sebesar 850.98 mg/l, pada hari ke-5 dan hari ke-6 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan, pada hari ke-5 sebesar 780.99 mg/l dan hari ke-6 sebesar 690.90 mg/l, pada hari ke-7 sampai ke-8 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan pada hari ke-7 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 750.43 mg/l, pada hari ke-8 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 840.78 mg/l, pada hari ke-9 mengalami penurunan yang cukup signifikan sebesar 670.90 mg/l, pada hari ke-10 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 750.96 mg/l, pada hari ke-11 dan hari ke-12 mengalami penurunan, pada hari ke-11 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan signifikan sebesar 650.90 mg/l dan pada hari ke-12 mengalami penurunan sebesar 620.80 mg/l, pada hari ke-13 sampai hari ke-15 mengalami kenaikan dan penurunan pada hari ke-13 sebesar 630.27 mg/l, pada hari ke-14 dan 15 sebesar 580.90 mg/l dan 550.12 mg/l dapat dikatakan stabil karena melihat selisih penurunan konsentrasi bahan organik dari hari ke hari tidak berbeda jauh. Penurunan konsentrasi bahan organik terendah terjadi pada hari ke-15 sebesar

550.12 mg/l sedangkan penurunan konsentrasi bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-1 sebesar 950.50 mg/l.

Berdasarkan data hasil pengamatan seperti yang terdapat pada tabel 4.13 diperoleh persentase penyisihan bahan organik pada proses aklimatisasi pada reaktor C I (70 cm). Persentase penyisihan bahan organik dapat diplotkan menjadi sebuah grafik pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor C I 70 cm

Berdasarkan tabel 4.12 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor C I (70 cm) dan Gambar 4.5 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor 70 I (70 cm), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik dari hari ke hari. Penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke-4 sebesar 13,24% sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-12 sebesar 35,19%. Penyisihan bahan organik yang bernilai negatif (-) menandakan terjadinya peningkatan bahan organik yaitu tidak terjadi penyisihan

bahan organik. Penyisihan bahan organik dengan perbedaan tidak lebih dari 10% terjadi pada hari ke-12 sampai hari ke-15, dengan penyisihan bahan organik pada hari ke-12 sebesar 35,19%, penyisihan bahan organik pada hari ke-13 sebesar 32,97%, penyisihan bahan organik pada hari ke-14 sebesar 34,04% dan pada hari ke-15 penyisihan organik sebesar 32,95%. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.

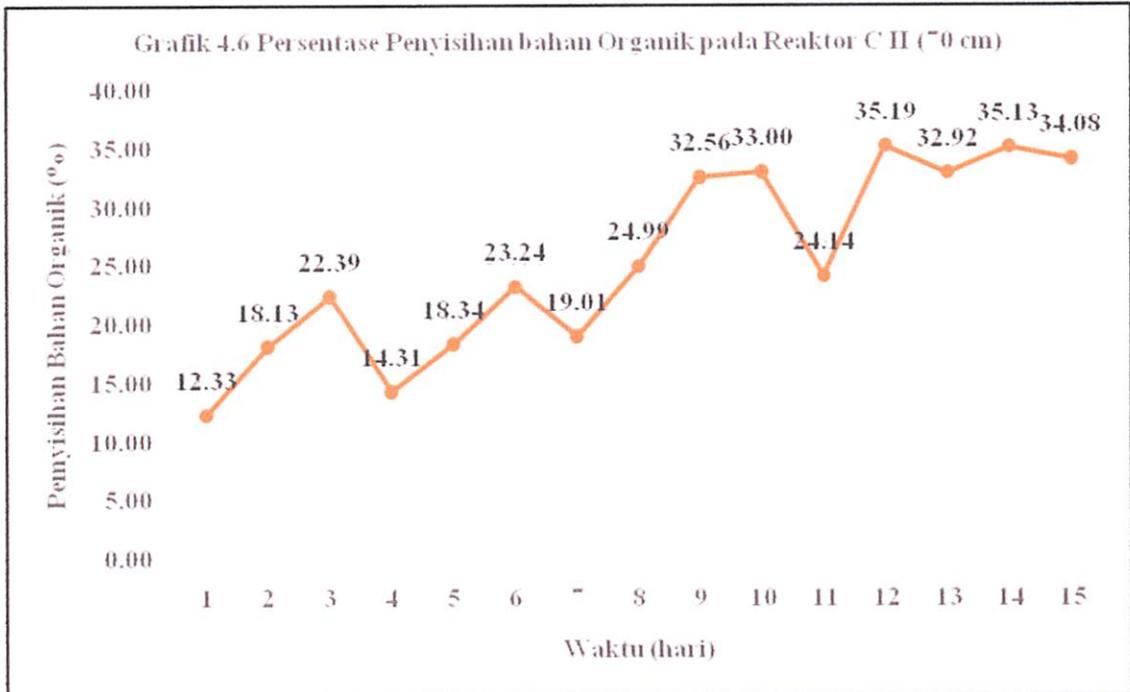
Tabel 4.13 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor C II (70 cm)

Hari ke-	Tanggal	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	29 Mei 2017	1095.99	960.9	135.09	12.33
2	30 Mei 2017	1075.58	880.56	195.02	18.13
3	31 Mei 2017	967.63	750.98	216.65	22.39
4	1 Juni 2017	980.87	840.52	140.35	14.31
5	2 Juni 2017	1078.6	880.76	197.84	18.34
6	3 Juni 2017	900.08	690.9	209.18	23.24
7	4 Juni 2017	1050.76	850.98	199.78	19.01
8	5 Juni 2017	1120.9	840.78	280.12	24.99
9	6 Juni 2017	994.78	670.9	323.88	32.56
10	7 Juni 2017	1090.9	730.9	360	33.00
11	8 Juni 2017	857.98	650.9	207.08	24.14
12	9 Juni 2017	957.93	620.8	337.13	35.19
13	10 Juni 2017	940.32	630.8	309.52	32.92
14	11 Juni 2017	880.23	570.97	309.26	35.13
15	12 Juni 2017	820.45	540.8	279.65	34.08

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan Tabel 4.13 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor C II (70 cm), pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Konsentrasi bahan organik pada hari pertama sebesar 960.90 mg/l, namun pada hari ke-2 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan menjadi 880.56 mg/l, pada hari ke-3 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 750.98 mg/l, namun pada hari ke-4 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan lagi sebesar 840.52 mg/l, pada hari ke-5 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan menjadi 880.76 mg/l pada hari ke-6 mengalami penurunan cukup signifikan menjadi sebesar 690.90 mg/l, pada hari ke-7 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan cukup signifikan menjadi 850.98 mg/l pada hari ke-8 dan hari ke-9 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan, pada hari ke-8 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 840.78 mg/l dan pada hari ke-9 sebesar 670.90 mg/l sampai ke-10 konsentrasi bahan organik mengalami kenaikan sebesar 730.90 mg/l dan pada hari ke-11 mengalami penurunan sebesar 650.90 mg/l, pada hari ke-12 konsentrasi bahan organik mengalami penurunan sebesar 620.80 mg/l pada hari ke-12 sampai hari ke-15 terus mengalami penurunan, pada hari ke-12 sebesar 620.80 mg/l pada hari ke-13 sebesar 630.80 mg/l, pada hari ke-14 dan 15 sebesar 570.97 mg/l dan 540.80 mg/l dapat dikatakan stabil karena melihat selisih penurunan konsentrasi bahan organik dari hari ke hari tidak berbeda jauh. Penurunan konsentrasi bahan organik terendah terjadi pada hari ke-15 sebesar 540.80 mg/l sedangkan penurunan konsentrasi bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-1 sebesar 960.90 mg/l.

Berdasarkan data hasil pengamatan seperti yang terdapat pada tabel 4.13 diperoleh persentase penyisihan bahan organik pada proses aklimatisasi pada reaktor C II (70 cm). Persentase penyisihan bahan organik dapat diplotkan menjadi sebuah grafik pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor C II 70 cm

Berdasarkan tabel 4.13 Penyisihan Bahan Organik pada Reaktor C II dan Gambar 4.6 Grafik Persentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor C II, pada proses aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik dari hari ke hari. Penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke-1 sebesar 12,33% sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke-12 sebesar 35,19%. Penyisihan bahan organik yang bernilai negatif (-) menandakan terjadinya peningkatan bahan organik yaitu tidak terjadi penyisihan bahan organik. Penyisihan bahan organik dengan perbedaan tidak lebih dari 10% terjadi pada hari ke-12 sampai hari ke-15, dengan penyisihan bahan organik pada hari ke-12 sebesar 35,19%, penyisihan bahan organik pada hari ke-13 sebesar 32,92%, penyisihan bahan organik pada hari ke-14 sebesar 35,13% dan pada hari ke-15 penyisihan organik sebesar 34,08%. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.

4.4 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis data sehingga mendapat gambaran tentang suatu data tanpa bermaksud untuk membuat kesimpulan yang berlaku umum. Analisis deskriptif pada penelitian ini menggunakan rata – rata data atau *mean* sebagai ukuran pemusatan.

Pelaksanaan dari penelitian ini adalah mengkaji kinerja *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor* dengan variabel yang digunakan adalah kedalaman limbah dan waktu operasional. Penelitian ini terdiri dari 6 reaktor yaitu reaktor A I (30 cm), reaktor A II (30 cm), reaktor B I (50 cm), reaktor B II (50 cm), reaktor C I (70 cm) dan reaktor C II (70 cm) dengan kedalaman yang digunakan yaitu untuk reaktor 30 cm, 50 cm dan 70 cm dengan ketinggian media ring keramik sebesar 10 cm.

Pada penelitian ini, waktu sedimentasi reaktor *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor* adalah selama 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Variasi waktu operasional yang digunakan yaitu jam ke-2 sebagai t_2 atau waktu pertama kali limbah keluar dari reaktor, jam ke-2, jam ke-3 dan jam ke-4 merupakan pengamatan waktu operasional secara berkala.

4.4.1 Analisis Deskriptif Penyisihan BOD

Data hasil penelitian yang diperoleh, konsentrasi akhir BOD menunjukkan bahwa reaktor Aerobik Biofilter dengan proses *Squencing Batch Biofilter Granular Reactor* (SBBGR) memiliki kemampuan untuk menurunkan konsentrasi BOD. Penurunan konsentrasi BOD dan presentase penyisihan BOD dapat ditunjukkan pada tabel 4.14 dan diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir BOD, yang terdapat pada gambar 4.7. Untuk mengetahui persentase penurunan BOD pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} : \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan untuk reaktor A I yaitu persentase penurunan untuk jam ke-2 :

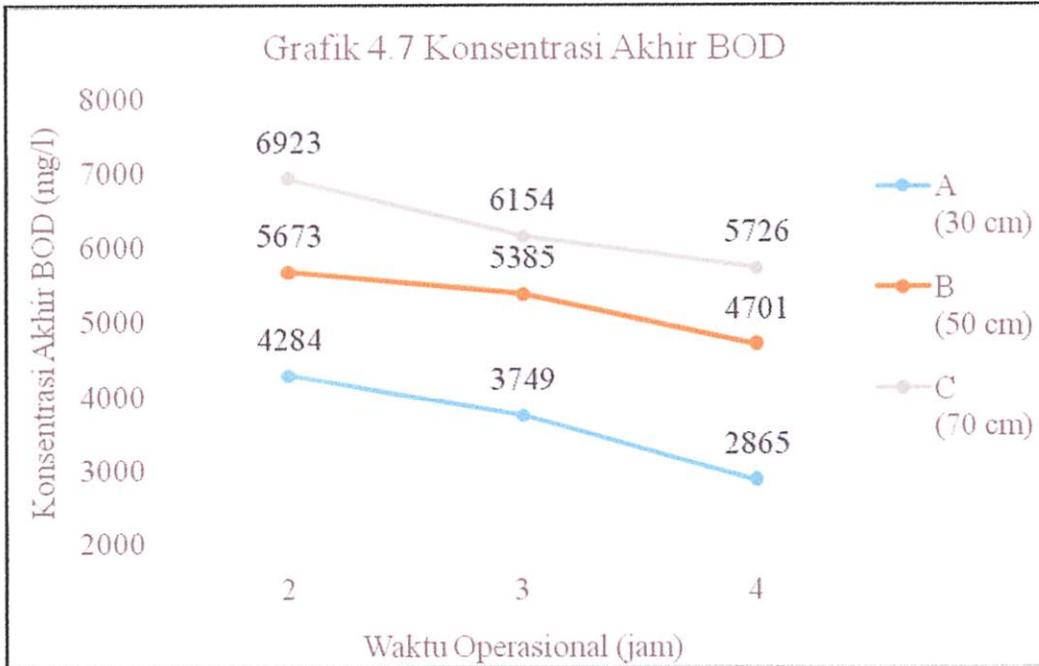
$$\text{Penyisihan BOD jam ke-2} = \frac{13387 - 4284}{13387} \times 100\%$$

= 68.00%

Tabel 4.14 Persentase Penyisihan BOD

Reaktor	Waktu	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir (mg/L)			Presentase Penyisihan (%)
		(mg/L)	A I (30 cm)	A II (30 cm)	Rata-rata	
A (30 cm)	2	13387	4444	4124	4284	68.00
	3	13387	3761	3737	3749	71.99
	4	13387	2818	2912	2865	78.60
B (50 cm)	2	13387	5876	5470	5673	57.62
	3	13387	5470	5299	5385	59.78
	4	13387	4615	4786	4701	64.88
C (70 cm)	2	13387	7350	6496	6923	48.29
	3	13387	6154	6154	6154	54.03
	4	13387	5641	5812	5726	57.22

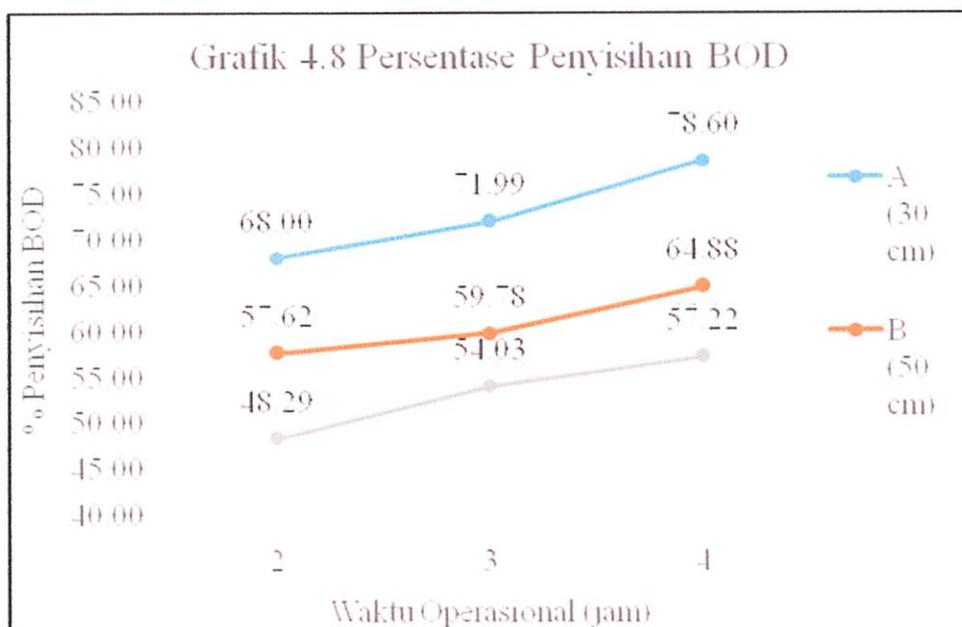
Sumber : Hasil Penelitian, 2017



Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi Akhir BOD

Berdasarkan Tabel 4.15 Persentase Penyisihan BOD dan Gambar 4.7 Grafik Konsentrasi Akhir BOD menunjukkan bahwa proses aerobik biofilter dalam menurunkan konsentrasi BOD menunjukkan kemampuan yang berbeda – beda pada tiap reaktor. Hal ini dapat ditunjukkan juga pada pengamatan waktu operasional dengan penurunan konsentrasi BOD yang berbeda, yang dilakukan dengan pengamatan secara berkala pada waktu operasional. Penurunan konsentrasi BOD tertinggi pada limbah cair Rumah Potong Hewan terdapat pada waktu operasional 4 jam yaitu sebesar 2865 mg/l di dapat pada reaktor A (30 cm). Konsentrasi BOD terendah sebesar 6923 mg/l di dapat pada reaktor C (70 cm), pada waktu operasional 2 jam.

Berdasarkan data persentase penyisihan BOD pada Tabel 4.15 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan BOD pada Gambar 4.7.



Gambar 4.8 Grafik Persentase Penyisihan BOD

Pada Gambar 4.8 Grafik Persentase Penyisihan BOD dari waktu operasional 2 jam hingga 4 jam mengalami kenaikan. Persen penyisihan BOD terendah terjadi pada reaktor C dengan kedalaman limbah 70 cm pada jam ke-2 yaitu sebesar 48,29% dan untuk penyisihan BOD tertinggi terjadi pada reaktor A dengan kedalaman 30 cm pada jam ke-4 yaitu sebesar 78.60%.

4.4.3 Analisis Deskriptif Penyisihan TSS

Data hasil penelitian yang diperoleh, konsentrasi akhir TSS menunjukkan bahwa reaktor Aerobik Biofilter dengan proses *Squencing Batch Biofilter Granular Reactor* (SBBGR) memiliki kemampuan untuk penurunan konsentrasi TSS. Penurunan konsentrasi TSS dan persentase penyisihan TSS dapat ditunjukkan pada tabel 4.16 dan diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir TSS, yang terdapat pada gambar 4.13. Untuk mengetahui persentase penurunan TSS pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} : \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

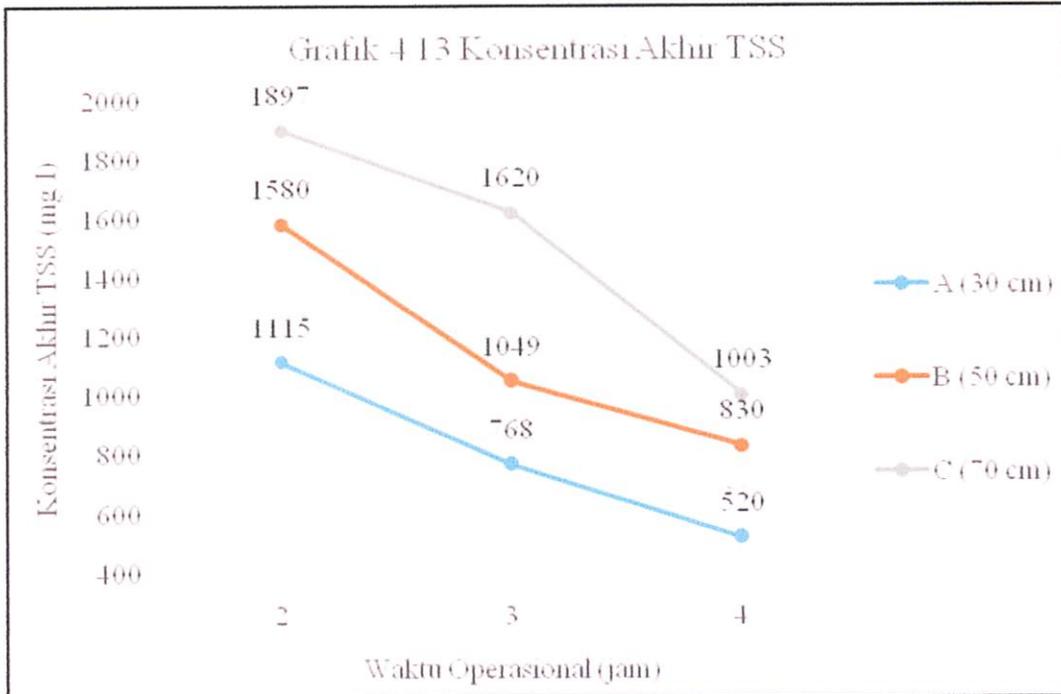
Contoh perhitungan untuk reaktor A I yaitu persentase penurunan jam ke-4 :

$$\begin{aligned} \text{Penyisihan TSS jam ke-4} &= \frac{3721 - 3091}{3721} \times 100\% \\ &= 86,03\% \end{aligned}$$

Tabel 4.17 Persentase Penyisihan TSS

Reaktor	Waktu	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir (mg/L)			Presentase Penyisihan (%)
		(mg/L)	A I (30 cm)	A II (30 cm)	Rata-rata	
A (30 cm)	2	3721	4444	4124	1115	70.03
	3	3721	3761	3737	768	79.36
	4	3721	2818	2912	520	86.03
B (50 cm)	2	3721	5876	5470	1539	58.64
	3	3721	5470	5299	1013	72.78
	4	3721	4615	4786	834	77.59
C (70 cm)	2	3721	7350	6496	1897	49.03
	3	3721	6154	6154	1620	56.48
	4	3721	5641	5812	1003	73.04

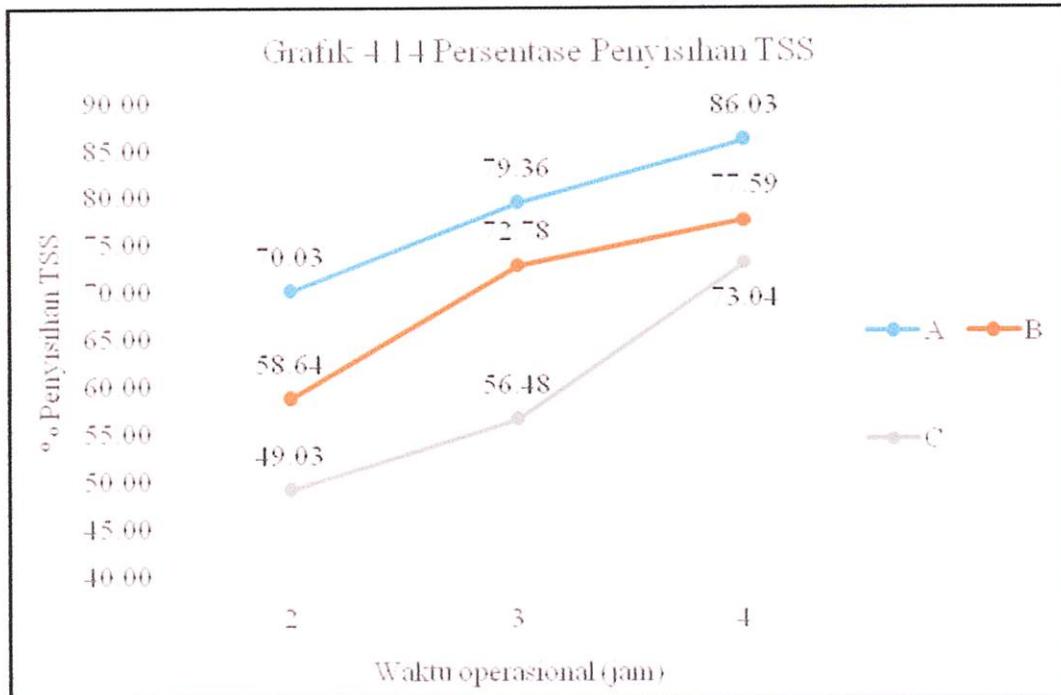
Sumber : Hasil Penelitian, 2017



Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi Akhir TSS

Berdasarkan Tabel 4.17 Persentase Penyisihan TSS dan Gambar 4.13 Grafik Konsentrasi Akhir TSS menunjukkan bahwa proses aerobik biofilter dalam penurunan konsentrasi TSS menunjukkan kemampuan yang berbeda – beda pada tiap reaktor. Hal ini dapat ditunjukkan juga pada pengamatan waktu operasional dengan penurunan konsentrasi TSS yang berbeda, yang dilakukan dengan pengamatan secara berkala pada waktu operasional. Penurunan konsentrasi TSS tertinggi pada limbah cair Rumah Potong Hewan terdapat pada waktu operasional 4 jam yaitu sebesar 520 mg/l di dapat pada reaktor A. Konsentrasi TSS terendah sebesar 1897 mg/l di dapat pada reaktor C (70 cm), pada waktu operasional 2 jam.

Berdasarkan data persentase penyisihan TSS pada Tabel 4.16 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan TSS pada Gambar 4.14.



Gambar 4.10 Grafik Persentase Penyisihan TSS

Pada Gambar 4.14 Grafik Persentase Penyisihan TSS dari waktu operasional 2 jam hingga 4 jam mengalami kenaikan. Persen penyisihan TSS terendah terjadi pada reaktor C dengan kedalaman 70 cm pada jam ke-2 yaitu sebesar 49,03% dan untuk penyisihan TSS tertinggi terjadi pada reaktor A dengan kedalaman 30 cm pada jam ke-4 yaitu sebesar 86,03%.

4.5 Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan untuk menelaah lebih lanjut tentang gejala – gejala yang berkaitan dengan angka. Analisis ini juga dilakukan untuk mengetahui hubungan yang kuat antara variabel prediktor terhadap variabel respon. Keluaran dari statistik ini adalah berupa angka yang harus diinterpretasikan. Analisis statistik ini dilakukan dengan menggunakan *Software* bantu Minitab 16. Analisis statistik yang dilakukan adalah analisis korelasi dan ANOVA two-way.

4.5.1 Analisis Korelasi

Mengetahui ada atau tidaknya dan kuat atau lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisa korelasi terdapat H_0 (Tidak ada korelasi antara dua variabel) dan H_1 (Ada korelasi antara dua variabel)

Pengambilan keputusan

- Jika $p\text{-value} > \alpha$, H_0 diterima
- Jika $p\text{-value} < \alpha$, H_0 ditolak

(Iriawan dan Astuti, 2006).

4.5.1.1 Hasil Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan BOD

Hasil analisis korelasi untuk persentasi penyisihan BOD terhadap Kedalaman Limbah dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.16 Analisis Korelasi antara % Penyisihan BOD dengan Perbandingan kedalaman limbah

Correlations: % Penyisihan BOD, waktu operasional, kedalaman		
	% Penyisihan BOD	waktu operasiona
waktu operasiona	0.408 0.275	
kedalaman	0.900 0.001	0.000 1.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Keputusan:

Berdasarkan Tabel 4.17 menunjukkan bahwa:

Correlations: % Penyisihan BOD, Waktu Operasional
Pearson correlation of % Penyisihan BOD and Waktu Operasional = 0.408 P-Value = 0.275

Korelasi antara penyisihan BOD dengan waktu operasional adalah 0,408. Hubungan antara penyisihan BOD dengan waktu operasional kuat, karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0,275 ($0,275 > 0,05$), sehingga H_0 diterima yang artinya terdapat hubungan yang kuat antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

Correlations: %Penyisihan BOD, Kedalaman

Pearson correlation of %Penyisihan BOD and Kedalaman = 0.900
P-Value = 0.001

Korelasi antara penyisihan BOD dengan waktu operasional adalah 0,900. Hubungan antara penyisihan BOD dengan waktu operasional kuat, karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0,001 ($0,001 < 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang artinya terdapat hubungan yang kuat antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional

4.5.1.3 Hasil Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil analisis korelasi untuk persentasi penyisihan TSS terhadap Kedalaman Limbah dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.17 Analisis Korelasi antara % Penyisihan TSS dengan Perbandingan Kedalaman Limbah (cm) dan Waktu Operasional (jam)

Correlations: % Penyisihan TSS, Waktu Operasional, Kedalaman		
	% Penyisihan TSS	Waktu Operasiona
Waktu Operasiona	0.705 0.034	
Kedalaman	0.680 0.044	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Keputusan:

Berdasarkan Tabel 4.18 menunjukkan bahwa:

Correlations: % Penyisihan TSS, Waktu Operasional

Pearson correlation of % Penyisihan TSS and Waktu Operasional = 0.705
P-Value = 0.034

Korelasi antara penyisihan TSS dengan waktu operasional adalah 0,705. Hubungan antara penyisihan TSS dengan waktu operasional kuat, karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0,034 ($0,034 < 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang artinya terdapat hubungan yang kuat antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

Correlations: % Penyisihan TSS, Kedalaman

Pearson correlation of % Penyisihan TSS and Kedalaman = 0.680
P-Value = 0.044

Korelasi antara penyisihan TSS dengan waktu operasional adalah 0,680. Hubungan antara penyisihan TSS dengan waktu operasional kuat, karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0,044 ($0,044 < 0,05$), sehingga H_0 ditolak yang artinya terdapat hubungan yang kuat antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional.

4.5.2 Analisis ANOVA Two-Way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam persentase penyisihan BOD, COD dan TSS maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA dua faktor atau desain faktorial. Analisis ANOVA ini akan menguji apakah semua perlakuan mempunyai rata – rata (mean) yang sama. Persentase penyisihan BOD, COD dan TSS akan mewakili variabel respons sedangkan variasi ketinggian media dan waktu operasional akan mewakili variabel prediktor. Pada hasil uji ANOVA yang dijadikan indikator adalah jika nilai semua perlakuan sama atau identik, maka ketinggian media dan waktu operasional dapat dikatakan tidak mempengaruhi nilai persentase penurunan BOD, COD dan TSS.

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah yaitu:

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitasnya dan nilai F hitung, yaitu:

1. Nilai Probabilitas
 - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
 - Jika probabilitas $\leq 0,05$, H_0 ditolak
2. Nilai F Hitung
 - F hitung output $>$ F tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output $<$ F tabel, H_0 diterima

4.5.2.1 Hasil Analisis ANOVA Untuk Persentase Penyisihan BOD

Hasil analisis ANOVA untuk persentase penyisihan BOD terhadap Kedalaman Limbah dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Analisis ANOVA antara Persen Penyisihan BOD dengan Perbandingan Kedalaman Limbah (cm) dan Waktu Operasional (jam)

Two-way ANOVA: % Penyisihan BOD versus waktu operasional, kedalaman					
Source	DF	SS	MS	F	P
waktu operasional	2	120.234	60.117	40.37	0.002
kedalaman	2	591.379	295.690	198,57	0,000
Error	4	5.956	1.489		
Total	8	717.570			

S = 1.220 R-Sq = 99.17% R-Sq(adj) = 98.34%

Hasil Tabel 4.12 memuat keterangan sebagai berikut:

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai Statistik Analisis
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)
- N = Number
- Mean = Nilai rata – rata
- StDev = Standar Deviasi

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel berdistribusi F Kedalaman didapat $F_{(0,05,2,4)} = 6,94$ dan tabel distribusi F waktu operasional didapat $F_{(0,05,2,4)} = 6,94$. Nilai F hitung output kedalaman dan waktu operasional secara berturut – turut adalah sebesar 198,57 dan 40,37. Nilai probabilitas Kedalaman dan waktu operasional secara berturut – turut adalah sebesar 0,000 dan 0,002.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi Kedalaman adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan BOD dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan BOD dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan persentase penyisihan BOD pada setiap waktu operasional 2 jam, 3 jam dan 4 jam.

Mengetahui perbedaan yang signifikan dengan analisis ANOVA Two-way, maka dilakukan uji lanjutan menggunakan Duncan/Tukey. Metoda perbandingan berpasangan oleh Tukey diperoleh dengan mencari perbedaan yang signifikan (Elty Sarvia, 2012). Untuk pengambilan keputusan pada uji Tukey, maka dibandingkan nilai mutlak selisih rata – rata pada perbedaan waktu operasional reaktor :

$$\text{Jika : } |\mu_i - \mu_j| \begin{cases} \geq R_p \text{ Tolak } H_0 \text{ (Berbeda nyata)} \\ \leq R_p \text{ Terima } H_0 \text{ (Tidak berbeda nyata)} \end{cases}$$

Hasil uji beda nyata (*Honestly Significant Difference*) pada persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional reaktor, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

4.5.2.3 Hasil Analisis ANOVA Untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil analisis ANOVA untuk persentase penyisihan TSS terhadap kedalaman limbah dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Analisis ANOVA antara Persen Penyisihan TSS dengan Perbandingan Kedalaman Limbah (cm) dan Waktu Operasional (jam)

Two-way ANOVA: % Penyisihan TSS versus waktu operasional, kedalaman					
Source	DF	SS	MS	F	P
waktu operasional	2	579.62	289.812	25.45	0.005
kedalaman	2	539.87	269.934	23.70	0.006
Error	4	45.55	11.388		
Total	8	1165.04			

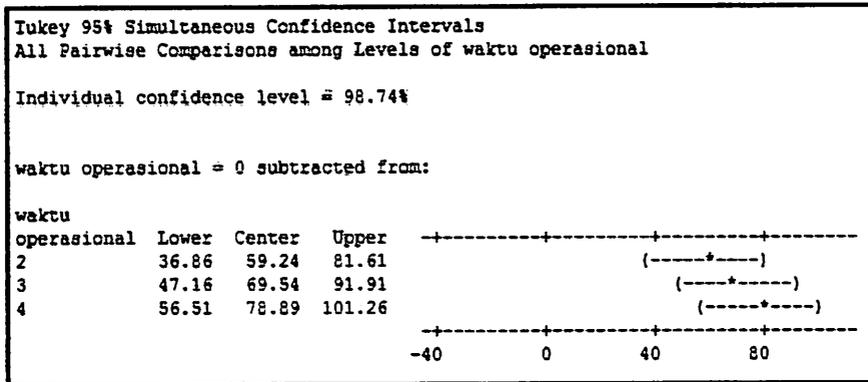
S = 3.375 R-Sq = 96.09% R-Sq(adj) = 92.18%

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel berdistribusi F kedalaman didapat $F_{(0,05,2,4)} = 6,94$ dan tabel distribusi F waktu operasional didapat $F_{(0,05,2,4)} = 6,94$. Nilai F hitung output Kedalaman dan waktu operasional secara berturut – turut adalah sebesar 269,934 dan 289,812. Nilai probabilitas kedalaman dan waktu operasional secara berturut – turut adalah sebesar 0,006 dan 0,005.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi kedalaman adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan persentase penyisihan TSS pada setiap waktu operasional 2 jam, 3 jam dan 4 jam.

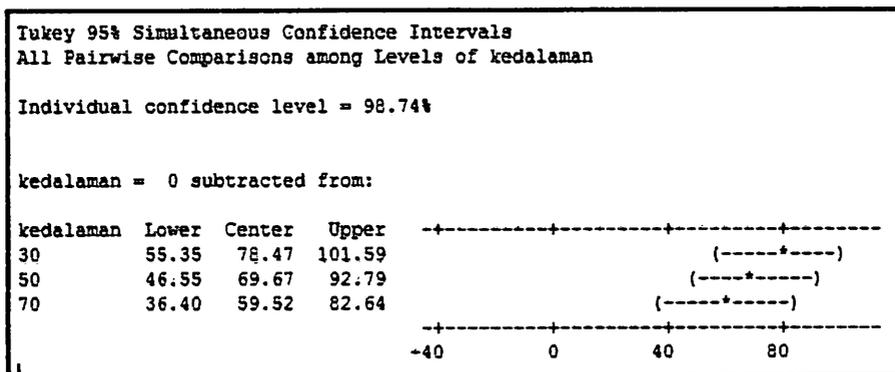
Tabel 4.22 Uji Tukey Variasi Waktu Operasional dengan Persentase Penyisihan TSS



Keputusan:

Dari tabel 4.22 menunjukkan bahwa, nilai waktu operasional reaktor terbesar terjadi pada jam ke-4 sebesar 101.26. Artinya bahwa, waktu operasional jam ke-4 memiliki perbedaan yang signifikan (Berbeda nyata) dibandingkan dengan waktu operasional reaktor jam ke-2, jam ke-3 dan jam ke-4 dalam menurunkan konsentrasi TSS.

Tabel 4.23 Uji Tukey Variasi Kedalaman Limbah dengan Persentase Penyisihan TSS



Keputusan:

Dari tabel 4.23 menunjukkan bahwa, nilai kedalaman limbah reaktor terbesar terjadi pada reaktor A kedalaman limbah 30 cm sebesar 83,251. Artinya bahwa, pada reaktor A kedalaman limbah 30 cm memiliki perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) dibandingkan dengan kedalaman limbah reaktor C (70 cm), B (50 cm) dan reaktor A (30 cm) menurunkan konsentrasi TSS.

4.6 Pembahasan

4.6.1 Penurunan Konsentrasi BOD

Sequencing Batch Reactor (SBR) merupakan salah satu pengembangan *activated sludge* konvensional, dimana proses aerasi dan pengendapan dilakukan pada reactor yang sama (Metcalf, 2004). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa reaktor aerobik biofilter mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD dengan tingkat penurunan yang berbeda. Pengaruh variasi waktu tinggal terhadap penurunan BOD terbesar dicapai pada reaktor A dengan waktu tinggal 4 jam dengan capaian efisiensi sebesar 78,60%.

Hasil penelitian Sudarno (2012) proses pengolahan air limbah dengan proses biofilm atau biofilter dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reactor biologis yang didalamnya diletakkan media-media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Senyawa polutan yang ada didalam air limbah misalnya senyawa organik BOD dan COD, ammonia dan lain sebagainya akan terdifusi ke dalam lapisan film biologis yang melekat pada permukaan media. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen terlarut dalam air limbah, senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada didalam lapisan biofilm dan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomassa.

Hasil penelitian Agus Mirwan dkk (2010) menunjukkan bahwa makin lama waktu aerasi dan makin banyak kompartemen yang dilewati air sampel maka kadar BOD, COD, TSS dan CO₂ juga makin turun. Hal ini dikarenakan waktu aerasi yang lama menyebabkan makin banyak suplai udara sehingga meningkatkan laju penguraian oleh populasi organisme yang tumbuh dengan baik. Jumlah kompartemen juga sangat berpengaruh karena air yang mengalir secara over flow dari satu kompartemen ke kompartemen berikutnya juga menyebabkan suplai oksigen menjadi lebih banyak.

Mikroorganisme merombak bahan organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana seperti CO₂ dan NH₃ Takwayana (2012), dengan adanya penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana secara tidak langsung dapat menurunkan nilai BOD. Avlenda (2009) dalam munaroh (2013)

Menurut Effendi (2003) dekomposisi bahan organik pada dasarnya terjadi melalui dua tahap, Tahap pertama bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik yang tidak stabil diokdasi menjadi bahan anorganik yang stabil, misalnya ammonia menjadi nitrit dan nitrat (nitrifikasi). Pada penentuan nilai BOD, yang berperan hanya tahap pertama sedangkan tahap kedua yaitu oksidasi bahan anorganik dianggap sebagai pengganggu karena proses oksidasi ammonia juga memerlukan oksigen.

Dalam proses pengolahan Rumah Potong Hewan dengan proses *Squencing Batch Biofilter Granular Reactor* (SBBGR) menggunakan media ring keramik yang berpengaruh adalah faktor kedalaman limbah dan waktu operasional. Faktor kedalaman limbah merepresentasikan jumlah limbah sedangkan waktu operasional merepresentasikan lamanya reaktor bekerja.

4.6.1.1 Pengaruh Kedalaman Limbah Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD

Proses yang terjadi pada reaktor A dengan kedalaman limbah 30 cm menunjukkan penurunan konsentrasi BOD lebih besar jika dibandingkan reaktor B dan C dengan kedalaman limbah masing-masing 50 cm dan 70 cm. Variasi perbandingan kedalaman limbah menyebabkan terjadinya perbedaan volume air limbah dan komposisi media.

Korelasi antara persen penyisihan BOD dengan perbandingan kedalaman limbah memiliki hubungan yang searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi. Hasil uji ANOVA antara persentase penyisihan BOD dengan kedalaman limbah menunjukkan hubungan antara keduanya terdapat perbedaan yang signifikan, yang berarti semakin rendah kedalaman limbah semakin besar pula persentase penyisihan BOD.

Menurut Salmin (2005), oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga menentukan biologis yang dilakukan oleh organisme aerobik atau anaerobik dengan hasil akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik,

oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrisi dan gas. Pada lapisan permukaan kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas. Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik.

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa semakin dalam air limbah maka semakin besar nilai oksigen terlarut dan semakin kecil nilai BOD. Hal ini ditunjukkan dari nilai kandungan BOD pada reaktor A kedalaman 30 cm memiliki nilai BOD yang lebih rendah dibandingkan reaktor B dengan kedalaman 50 cm dan reaktor C dengan kedalaman 70 cm disebabkan karena sedikitnya suplai oksigen yang masuk pada reaktor A untuk mendegradasi bahan organik sehingga nilai BOD menjadi semakin tinggi. Menurut penelitian Magfirah (2010) penurunan parameter DO tersebut karena lumpur aktif merupakan biomassa mikroorganisme aerobik, sehingga semakin tinggi jumlah lumpur aktif maka semakin tinggi konsumsi DO untuk proses metabolisme mikroorganisme.

Penyisihan BOD juga berkaitan dengan penyisihan TSS. Menurut (Larry dan Randall, 1980 dalam Dian, Y. 2013) *Total Suspended Solid* (TSS) memberi kontribusi senyawa organik (BOD) sekitar 80% sehingga apabila terjadi penyisihan TSS pada *treatment biofilter* ini, maka terjadi pula penyisihan terhadap BOD. Dalam penelitian ini, persentase penyisihan BOD tidak seefisien persentase penyisihan pada TSS. Hal ini dapat disebabkan adanya bakteri yang mati yang tetap berada dalam *biofilter* dapat menambah beban organik, karena lapisan paling dalam kehilangan gaya adhesinya terhadap substrat dikarenakan lapisan *biofilm* sudah cukup tebal, sehingga secara umum hanya bakteri yang berada dilapisan paling luar yang bekerja secara maksimal. Selain itu, adanya padatan tersuspensi yang tinggi dalam aliran air limbah akan menyebabkan pula tingginya beban organik, karena proses degradasi substrat organik sebagian besar berlangsung antar muka *biofilm*, maka jumlah bakteri pengurai aktif juga terbatas sehingga apabila semakin besar kandungan bahan organik maka laju konversi substrat organik semakin kecil.

Pengolahan pendahuluan pada proses sedimentasi adalah pemisahan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, pengolahan air limbah dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjutan, sedimentasi ditunjukkan untuk penyisihan lumpur setelah koagulasi dan sebelum proses filtrasi. Selain itu, prinsip sedimentasi juga digunakan dalam pengendalian partikel udara (Slamet dan Masduqi, 2000)

Menurut penelitian Magfirah (2010) penurunan parameter DO tersebut karena lumpur aktif merupakan biomassa mikroorganisme aerobik, sehingga semakin tinggi jumlah lumpur aktif maka semakin tinggi konsumsi DO untuk proses metabolisme mikroorganisme. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa semakin dalam air limbah maka semakin besar nilai oksigen terlarut dan semakin kecil nilai BOD. Hal ini ditunjukkan dari nilai kandungan BOD pada reaktor A kedalaman 30 cm memiliki nilai BOD yang lebih rendah dibandingkan reaktor B dengan kedalaman 50 cm dan reaktor C dengan kedalaman 70 cm disebabkan karena sedikitnya suplai oksigen yang masuk pada reaktor A untuk mendegradasi bahan organik sehingga nilai BOD menjadi semakin tinggi.

Hasil akhir dari penelitian ini diketahui bahwa, penggunaan media ring keramik dengan variasi kedalaman limbah mampu menurunkan konsentrasi BOD. Hal ini dikarenakan variasi kedalaman limbah yang digunakan menyediakan jumlah volume limbah sehingga mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD.

4.6.1.2 Pengaruh Waktu Operasional Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD

Waktu operasional adalah waktu yang menunjukkan usia atau lamanya reaktor beroperasi. Lamanya waktu operasional akan mempengaruhi penyisihan BOD. Hal ini ditunjukkan hasil uji korelasi bahwa, hubungan antara persen penyisihan konsentrasi BOD dengan perbandingan waktu operasional kuat, karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Hasil uji ANOVA antara persentase penyisihan BOD dengan waktu operasional menunjukkan hubungan antara

keduanya adalah signifikan, yang berarti lamanya waktu operasional semakin besar pula persentase penyisihan BOD.

Penurunan konsentrasi BOD semakin meningkat seiring dengan waktu operasional pada masing – masing reaktor, namun penyisihan parameter BOD pada jam ke-4 mengalami penurunan yang besar yaitu pada reaktor A sebesar 68,00% menjadi 78,60%, sedangkan pada reaktor B sebesar 57,62% menjadi 64,88% dan pada reaktor C sebesar 48,29% menjadi 57,22%. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu aerasi mengakibatkan semakin banyaknya oksigen yang masuk dan mengakibatkan pertumbuhan mikroorganisme semakin baik. Mikroorganisme yang mampu menghasilkan senyawa flokulan yang berfungsi dalam proses flokulasi koloid dan partikel tersuspensi dalam limbah cair.

Didalam Iachhwani (2005) disebutkan bioflokulan dihasilkan mikroba secara ekstraselular oleh mikroba lumpur aktif. Bahkan lebih lanjut dilaporkan bahwa penghasil bioflokulan dalam lumpur aktif tersebut adalah antara lain mikroba dari jenis *Bacillus* dan *Rhodococcus*. Hal serupa dikemukakan juga dalam Komarawidjaja (2007) bahwa salah satu isolat mikroba lumpur aktif termasuk jenis *Bacillus* sp, sehingga diharapkan bahwa jenis mikroba yang teridentifikasi dalam pengamatan di unit pengolahan limbah cair tekstil ini merupakan flokulan.

Penelitian yang dilakukan oleh Marlisa (2012) tentang pengolahan limbah cair domestik dengan proses biofilter aerobik. Diketahui bahwa, secara umum konsentrasi reduksi BOD semakin meningkat dengan bertambahnya waktu operasi. Dimana waktu tinggal pada reaktor yaitu 24, 12, 8, 6, 4 dan 2 jam. Waktu tinggal yang paling efektif dalam menurunkan parameter BOD adalah pada waktu tinggal 24 jam dengan efisiensi tertinggi pengolahan air limbah domestik untuk BOD mencapai 97% dan COD 95%. Hal ini disebabkan karena semakin lamanya waktu tinggal di dalam reaktor menyebabkan semakin lama pula kontak air limbah dengan mikroorganisme yang menyebabkan persentase penyisihannya semakin tinggi pula.

Penyisihan BOD terbesar terjadi pada reaktor I dengan tinjauan waktu operasional 6 jam. Penyisihan BOD terbesar pada reaktor II juga terjadi pada tinjauan waktu operasional 6 jam.

Hal ini sesuai dengan Karim (2007) dalam magfiroh (2010) dimana semakin tinggi aktivitas maka oksigen yang dikonsumsi semakin meningkat. Proses degradasi oleh mikroorganisme aerobik akan berlangsung optimal jika DO dan nutrisi tersedia dengan konsentrasi yang sesuai.

Hasil penelitian Agus Mirwan dkk (2010) menunjukkan bahwa makin lama waktu aerasi dan makin banyak kompartemen yang dilewati air sampel maka kadar BOD, COD, TSS dan CO₂ juga makin turun. Hal ini dikarenakan waktu aerasi yang lama menyebabkan makin banyak suplai udara sehingga meningkatkan laju penguraian oleh populasi organisme yang tumbuh dengan baik. Jumlah kompartemen juga sangat berpengaruh karena air yang mengalir secara over flow dari satu kompartemen ke kompartemen berikutnya juga menyebabkan suplai oksigen menjadi lebih banyak.

4.6.3 Penurunan Konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*)

Pada penelitian menggunakan proses aerobik biofilter ini dapat menyisihkan parameter TSS dengan cukup baik. Persentase penyisihan TSS pada reaktor A dengan kedalaman limbah 30 cm, B dengan kedalaman 50 cm dan C kedalaman 70 cm. Masing-masing reaktor memiliki ketinggian media 10 cm dengan media ring keramik. Pada reaktor A persentase penyisihan terendah terjadi pada jam ke-0 yaitu sebesar 70,03% dan persentase penyisihan tertinggi terjadi pada jam ke-4 yaitu sebesar 86,03%. Pada reaktor B dengan kedalaman limbah 50 cm, persentase penyisihan terendah terjadi pada jam ke-0 yaitu sebesar 58,% dan persentase penyisihan tertinggi terjadi pada jam ke-4 yaitu sebesar 77,59%. Pada reaktor C dengan kedalaman limbah 70 cm, persentase penyisihan terendah terjadi pada jam ke-0 yaitu sebesar 49,03% dan persentase penyisihan tertinggi terjadi pada jam ke-4 yaitu sebesar 73,04%.

4.6.3.1 Pengaruh Kedalaman Limbah Terhadap Penurunan Konsentrasi TSS

Proses yang terjadi pada reaktor A dengan kedalaman limbah 30 cm menunjukkan penurunan konsentrasi TSS lebih besar jika dibandingkan dengan reaktor B dan C dengan kedalaman limbah 50 cm dan 70 cm. Variasi perbandingan kedalaman limbah menyebabkan terjadinya perbedaan volume. kedalaman limbah pada reaktor A menyedilakan lebih rendah. Kedalaman 30 cm memiliki kemampuan menurunkan kandungan TSS dengan baik yaitu dengan efisiensi penyisihan sebesar 86,03%.

Korelasi antara penyisihan TSS dengan perbandingan kedalaman limbah menyatakan bahwa hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi. Hasil uji ANOVA antara persentase penyisihan TSS dengan kedalaman limbah menunjukkan hubungan antara keduanya terdapat perbedaan yang signifikan, yang berarti semakin rendah kedalaman limbah besar pula persentase penyisihan TSS. Maka dapat diketahui bahwa, penggunaan variasi kedalaman limbah mampu menurunkan konsentrasi TSS. Hal ini dikarenakan variasi kedalaman limbah yang digunakan mempengaruhi jumlah volume yang terolah sehingga mempengaruhi penurunan konsentrasi TSS.

Menurut Siswanto (2010), analisa Total Suspended Solid (TSS) sebagai metode untuk mengetahui jumlah dan sebaran material tersuspensi pada suatu daerah perairan. Kisaran Total Suspended Solid (TSS) dapat menunjukkan kondisi sedimentasi pada suatu perairan. Pada perairan yang mempunyai konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) yang tinggi cenderung mengalami sedimentasi yang tinggi. Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) bernilai besar pada permukaan dan cenderung berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Semakin dalam perairan, konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) semakin bertambah.

Peningkatan konsentrasi padatan terlarut berkorelasi secara positif dengan nilai kekeruhan dan berkorelasi negatif dengan kelarutan oksigen. Jika oksigen hanya sedikit dan maka bakteri aerobik akan cepat mati karena suplai oksigennya sedikit dan bakteri anaerobic mulai tumbuh. Bakteri anaerobic akan mendekomposisi dan menggunakan oksigen yang disimpan dalam molekul-

molekul yang sedang dihancurkan. Hasil dari kegiatan bakteri anaerobic dapat membentuk Hidrogen Sulfida (H_2S), gas yang berbau busuk dan berbahaya, serta beberapa produk lainnya (Huda, 2009).

Pengolahan pendahuluan pada proses sedimentasi adalah pemisahan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, Pengolahan air limbah dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjutan, sedimentasi ditunjukkan untuk penyisihan lumpur setelah koagulasi dan sebelum proses filtrasi. Selain itu, prinsip sedimentasi juga digunakan dalam pengendalian partikel diudara (Agus Slamet dan Masduqi, 2000)

4.6.3.2 Pengaruh Waktu Operasional Terhadap Penurunan Konsentrasi TSS

Waktu operasional adalah waktu yang menunjukkan usia atau lamanya reaktor beroperasi. Lamanya waktu operasional akan mempengaruhi penyisihan TSS. Hasil analisis dengan uji korelasi menunjukkan adanya korelasi antara waktu operasional dengan persentase penurunan TSS dimana hubungan dari dua variabel tersebut memiliki hubungan yang kuat dan searah, karena nilai koefisien korelasinya mendekati satu. Hasil analisis dengan uji ANOVA Two way menunjukkan bahwa, persentase penyisihan TSS dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan persentase penyisihan TSS pada setiap waktu operasional 2 jam, 3 jam dan 4 jam.

Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Hadiwidodo, dkk (2012) tentang Pengolahan Air Lindi dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob dan Wetland dengan variasi waktu tinggal selama 15 jam, 20 jam dan 25 jam, mampu menurunkan TSS dengan baik. Hasil terbaik untuk efisiensi penurunan berada pada WTH 25 jam. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu tinggal, semakin lama pula air lindi terkontak dengan *biological film* bakteri yang telah terbentuk pada media kerikil sehingga bakteri dapat memakan zat pencemar dengan lebih mudah sehingga kandungan zat pencemar yang terdapat pada aliran efluen pun lebih kecil.

Penurunan konsentrasi TSS semakin meningkat pada masing – masing reaktor. Apabila waktu operasional ditambah maka persentase penyisihan parameter TSS akan meningkat.

Menurut penelitian Dewi (2010) terjadinya penurunan kadar TSS disebabkan adanya waktu tinggal di masing-masing bak. Partikel yang ada dalam limbah cair mempunyai waktu yang cukup untuk mengendap, terutama di bak sedimentasi dan filtrasi.

Hasil Penelitian Anwari (2011), menunjukkan nilai TSS berbanding lurus dengan jumlah kompartemen dan lama waktu aerasi. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme aerob yang berfungsi sebagai pengurai dapat tumbuh dengan baik akibat proses aerasi sehingga dapat mempercepat sedimentasi atau penggumpalan endapan-endapan

4.6.4 Penurunan Konsentrasi BOD dan TSS

Kualitas air olahan dengan parameter BOD dan TSS pada reaktor aerobik biofilter A, B dan C dalam penelitian ini, apabila kualitas air olahan tersebut dibandingkan dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, mengenai baku mutu bagi kegiatan industri lain, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.24 Perbandingan Kualitas Air Olahan Reaktor Aerobik Biofilter A, B dan C dengan Standar Baku Mutu

No	Parameter	Satuan	Kualitas Air Olahan			Baku Mutu*
			Reaktor A	Reaktor B	Reaktor C	
1	BOD	mg/L	3632	5253	6268	100
2	TSS		801	1153	1506	100

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

*Baku Mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan, Golongan Baku Mutu Air Limbah Kelas I

Berdasarkan Tabel 4.21 di atas menunjukkan bahwa, konsentrasi untuk parameter yaitu BOD, COD dan TSS pada reaktor A, B dan C belum memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 mengenai baku mutu bagi kegiatan industri lain sebesar 100 mg/L untuk BOD dan 100 mg/L untuk TSS. Sedangkan, kualitas *effluent* pada reaktor A konsentrasi BOD sebesar 3632 mg/L, reaktor B sebesar 5253 mg/L dan reaktor C sebesar 6268 mg/L. konsentrasi TSS sebesar 801 mg/L pada reaktor A, untuk reaktor B sebesar 1153 mg/L, dan reaktor C sebesar 1506 mg/L.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Hasil penelitian dengan menggunakan *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor*, menunjukkan bahwa pengaruh variasi waktu sedimentasi dan kedalaman limbah berpengaruh signifikan dalam penyisihan BOD dan TSS. Untuk parameter BOD, persentase penyisihan terbaik didapatkan pada waktu sedimentasi 4 jam dengan kedalaman limbah pada reaktor A (30 cm), sebesar 78,60%. Sedangkan untuk parameter TSS, persentase penyisihan terbaik didapatkan pada waktu sedimentasi 4 jam dengan kedalaman limbah pada reaktor A (30 cm), sebesar 86,03%.

5.2 SARAN

Pada penelitian ini banyak hal yang masih dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja *Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor* menggunakan media ring keramik. Lebih lanjut dapat juga dilakukan penambahan proses prasedimentasi dan variasi ketinggian media, sehingga bisa didapatkan hasil yang lebih baik lagi dan juga ditambahkan dengan kedalaman yang berbeda untuk meningkatkan efektifitas reaktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Sumestri Santika,1984. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.
- Efendi, H. (2003). **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta: Kanisius.
- Fajrin, Faruq. 2014. **Penggunaan Reaktor Subsurface Flow System Wetland (SSF) Guna Mengolah Limbah RPH**. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.
- Gardy, C.P.L & Lim,H.C, 1980, **Biological Wastewater Treatment : Teory and Treatment**, by Marcell Deker INC, New York
- Hermana, Joni dan Anshah Silmi Afifah. 2013. **Efek Aerasi dan Konsentrasi Substrat pada Laju Pertumbuhan Alga Menggunakan Sistem Bioreaktor Proses *Batch***. Surabaya : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)
- Huda, Thorikul. 2009. Hubungan Antara Total Suspended Solid Dengan Turbidity Dan Dissolved Oxygen. Online : <http://thorik.staff.uui.ac.id/2009/08/23/hubungan-antara-total-suspendedsolid-dengan-turbidity-dan-dissolved-oxygen/>.Diakses pada tanggal 29Agustus 2012
- Ira Anggraini, Bellinda dan Agus Slamet, Joni Hermana. 2011.**Efek Aerasi terhadap dominasi mikroba dalam sistem high rate algae pond (HRAP) untuk pengolahan air boezem mokrokembangan**. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)

- Irawati, Wahyu dan Triwibowo Yuwono. 2012. **Molekuler dan fisiologis Karakterisasi Bakteri Copper-Resistant Terisolasi dari Sludge aktif dalam Tanaman Industri Pengolahan Air Limbah di Rungku.** Surabaya : Jurnal Ilmiah Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia
- Iriawan, N dan Astuti, S.P. 2006. **Mengolah Data Statistik Dengan Mudah menggunakan Minitab 14.** Andi. Yogyakarta.
- Komarawidjaja, W,S.Sukimin,E.Arman. 2005. **Status Kualitas Air Waduk Cirata dan Dampaknya terhadap Pertumbuhan Ikan Budidaya.** Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 6 No. 1.Hlm: 268-273
- Kusnaedi, 2010. **Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Magfirah,Fitri., 2010, “Skripsi : Pengaruh WaktuRetensi Aerasi terhadap Nilai BOD3, TSS,Amonia dan pH Efluen Limbah Cair Tahupada Sistem Lumpur Aktif”, Program StudiKimia, Fakultas MIPA, UNLAM :Banjarbaru
- Mahendra.2011.**LaporanPraktikum DO Meter.**
- Marlisa, D.F, dkk. 2012. **Potensi Fito-Biofilm Dalam Penurunan Kadar Bod Dan Cod Pada Limbah Domestik Dengan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica) Media Biofilter Sarang Tawon.** Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro Semarang.
- Masduqi, A dan Agus, S. 2002. **Satuan Operasi.** Jurusan Teknik Lingkungan – ITS. Surabaya.
- Metcalf and Eddy, 1991. **Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, Revised** by Geo Tchobanoglous, Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD, New Delhi.
- Mirwan, Agus dan Ulfia Wijaya, Ade Resty Ananda, Noor wahidayanti, 2010. **Penurunan BOD COD TSS CO₂ Air Sungai Martapura Menggunakan Tangki Aerasi Bertingkat Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik: Universitas Lampung Mangkurat, Kalimantan Selatan**
- Padmono, Djoko. 2005. **Alternatif Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan – Cakung.** Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Bandung.

- Said, Nusa Idaman dan Ruliasih. 2005. ***Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah***. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Salmin. (2005). **Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk menentukan Kualitas Perairan**. *Oseana*, Vol XXX No. 3, 21 – 26.
- Siswanto, Aries Dwi. **Analisa Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) Di Perairan Pantai Kabupaten Bangkalan Pasca Jembatan Suramadu**. Universitas Trunojoyo, Bangkalan.
- Sudarno.2012. ***Perkembangan Biofilm Nitrifikasi Di Fixed Bed Reactor Pada Salinitas Tinggi: Universitas Dipenogoro***, Semarang
- Sumiyati, Sri. 2013. **Efisiensi Teknologi *Fito-Biofilm* Dalam Penurunan Kadar Nitrogen Dan Fosfat Pada Limbah Domestik Dengan Agen *Fitotreatment* Teratai (*Nymphaea, Sp*) Dan Media *Biofilter* *Bio-Ball***. Semarang : *Studi Kasus* Perumahan Graha Mukti, Tlogosari, Semarang, Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.
- Wijaya, Dian. 2013. **Peningkatan Pengadukan Dan Stabilitas Pengendapan Dengan Penambahan Serabut Kelapa Pada *Sequencing Batch Reaktor* Pada Limbah Rumah Sakit**. Surabaya : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan vol.4 No. 1. tahun 2013 (ITS) Surabaya.
- Wisjnuaprpto. 1989. ***Petunjuk Laboratorium***. Laboratorium Lingkungan Air. Institut Teknologi Bandung.

LAMPIRAN 1
LEMBAR ASISTENSI



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Nama : Adimas Mahendro Cahyono
NIM : 13.26.012
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Candra Dwiratna W, ST., MT.
Judul : Pengaruh Waktu dan Kedalaman Limbah Dalam Proses Sedimentasi pada Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	10-6-2017	Bab I, II, dan III, dicek lagi struktur dan penyusunan data	
2	20-7-2017	Bab IV • susun dan data sedimentasi klimatiknya • lanjutkan perubahan	
3	21-7-2017	Bab IV • perbaiki bab III • perbaiki analisis	

diteliti
• Susun & susun lagi.
• lanjutkan perubahan



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Nama : Adimas Mahendro Cahyono
NIM : 13.26.012
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Candra Dwiratna W, ST., MT.
Judul : Pengaruh Waktu dan Kedalaman Limbah Dalam Proses Sedimentasi pada Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
4	31-7-2017	- Perbaiki analisis to key. - lanjutkan dgn pembahasan	
5	10-8-2017	- cek redaksional - cek konsistensi - Tambahkan jurnal pendukung.	
6.	11-8-2017	- lengkapi laporan dgn bibliografi - abstrak - daftar isi	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Nama : Adimas Mahendro Cahyono
NIM : 13.26.012
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Candra Dwiratna W, ST., MT.
Judul : Pengaruh Waktu dan Kedalaman Limbah Dalam Proses Sedimentasi pada Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
7	12-8-2017	Abstrak ok! cecutkan	
8	14-8-2017	perbaiki abstrak. dan kesimpulan	
9	15-8-2017	semimarkan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Nama : Adimas Mahendro Cahyono
NIM : 13.26.012
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hery Setyobudiarso,MSi
Judul : Pengaruh Waktu dan Kedalaman Limbah Dalam Proses Sedimentasi pada Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	2/08 '17	Bab I - II - Layuh gelas	
2.	11/08 '17	Layuh di Pully - y. Reaktor A/B/C. Bahan penyamb t' la kedol (belon blu, penceca)	
3	16/08 '17	Layuh pembolan folus bel penelitian t = 4 jam L = 30 cm	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI
SKRIPSI

Nama : Adimas Mahendro Cahyono
NIM : 13.26.012
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hery Setyobudiarso,MSi
Judul : Pengaruh Waktu dan Kedalaman Limbah Dalam Proses Sedimentasi pada Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
4.	18/08 '17	Joran Laporan Kerjasama Gip Sleman	

BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : **Adimas Mahendro Cahyono**

NIM : **1326027**

yang dilaksanakan pada : **Senin, 21 Agustus 2017**

dengan Judul Makalah :

Pengaruh waktu dan kedalaman reaktor dalam proses sedimentasi pada pengolahan limbah Rumah Potong Hewan menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

Dinyatakan *):

- a. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi.
- b. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi, dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui untuk ikut ujian dan harus melakukan seminar ulang

*) bulati salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. Konsisten: Judul (tujuan: Analisis. Kesimpulan)
2. Uraikan Metodologi & Analisis.
3. Jgn tampilkan pengulangan dan lab -
4.
5.

BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : **Adimas Mahendro Cahyono**

NIM : **1326027**

yang dilaksanakan pada : **Senin, 21 Agustus 2017**

dengan Judul Makalah :

Pengaruh waktu dan kedalaman reaktor dalam proses sedimentasi pada pengolahan limbah Rumah Potong Hewan menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

Dinyatakan *):

- a. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi.
- b. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi, dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui untuk ikut ujian dan harus melakukan seminar ulang

*) bulati salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. Konsisten: Judul (tujuan: Analisis: Kesimpulan)
2. Uk. Metodologi & Analisis.
3. Jgn tampilkan pengulangan dan lab -
4.
5.

BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : **Adimas Mahendro Cahyono**

NIM : 1326027

yang dilaksanakan pada :
dengan Judul Makalah :

Pengaruh waktu dan kedalaman reaktor dalam proses sedimentasi pada pengolahan limbah Rumah Potong Hewan menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

dinyatakan *) :

- a. Disetujui
- b. Disetujui dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui dan harus melakukan seminar ulang

*) lingkari salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. Waktu - reaksi vs Kedalaman
2. 0 Jan 7 - 1 Jan 7 m Debit \leftarrow 30 cm
50
70
- 3.
- 4.
- 5.

Malang,
Dosen Pembahas



BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : *Adimas Mahendro Cahyono*

NIM : 1326027

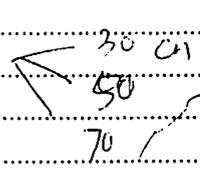
yang dilaksanakan pada :
dengan Judul Makalah :

Pengaruh waktu dan kedalaman reaktor dalam proses sedimentasi pada pengolahan limbah Rumah Potong Hewan menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

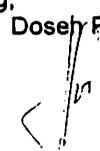
dinyatakan *) :

- a. Disetujui
- b. Disetujui dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui dan harus melakukan seminar ulang

*) lingkari salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. *Validasi - reaksi vs Kedalaman*
2. *0 Jan 7 1 Jan 7* 
- 3.
- 4.
- 5.

Malang,
Dosen Pembahas



BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : **Adimas Mahendro Cahyono**

NIM : 1326027

yang dilaksanakan pada :

dengan Judul Makalah :

Pengaruh waktu dan kedalaman reaktor dalam proses sedimentasi pada pengolahan limbah Rumah Potong Hewan menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

dinyatakan *) :

a. Disetujui

b. Disetujui dengan perbaikan

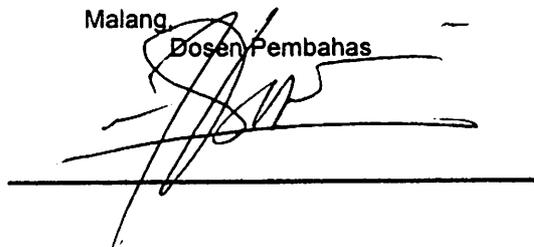
c. Tidak disetujui dan harus melakukan seminar ulang

*) lingkari salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1.
2.
3.
4.
5.

Malang,

Dosen Pembahas



BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Seminar Proposal Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : *Adimas Mahendro Cahyono*

NIM : 1326027

yang dilaksanakan pada :
dengan Judul Makalah :

Pengaruh waktu dan kedalaman reaktor dalam proses sedimentasi pada pengolahan limbah Rumah Potong Hewan menggunakan Sequencing Batch Biofilter Granular Reaktor (SBBGR)

dinyatakan *) :

a. Disetujui

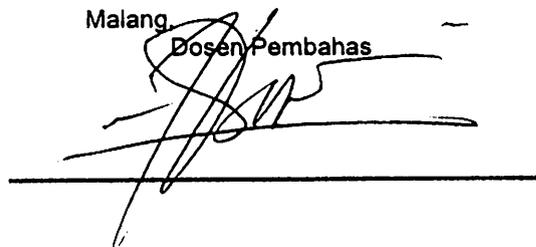
b. Disetujui dengan perbaikan

c. Tidak disetujui dan harus melakukan seminar ulang

*) lingkari salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1.
2.
3.
4.
5.

Malang, _____
Dosen Pembahas



LAMPIRAN 2
PERHITUNGAN

PERHITUNGAN DESAIN REAKTOR

Reaktor Biofilter Aerobik

a) Reaktor A 30 cm

$$\text{Panjang (P)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (L)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (T)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu Detensi (td)} = 3600 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (V)} &= P \times L \times T \\ &= 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\ &= 0,027 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= \frac{V}{td} \\ &= \frac{0,027}{3600} \\ &= 0,0000075 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 7,5 \text{ ml/detik}\end{aligned}$$

b) Reaktor B 50 cm

$$\text{Panjang (P)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (L)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (T)} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu Detensi (td)} = 3600 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (V)} &= P \times L \times T \\ &= 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \\ &= 0,045 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= \frac{V}{td} \\ &= \frac{0,045}{3600} \\ &= 0,0000125 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 12,5 \text{ ml/detik}\end{aligned}$$

c) Reaktor C 70 cm

$$\text{Panjang (P)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (L)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (T)} = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Waktu Detensi (td)} = 3600 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= P \times L \times T \\ &= 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} \\ &= 0,063 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V}{td} \\ &= \frac{0,063}{3600} \\ &= 0,0000175 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 17,5 \text{ ml/detik} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 3

Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013

2. Baku Mutu Air Limbah bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK RUMAH POTONG HEWAN	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	100
COD	200
TSS	100
Minyak & Lemak	15
NH ₃ -N	25
pH	6~9
Volume Limbah Maksimum	Sapi, Kerbau & Kuda : 1,5 M ³ /(ekor/hari)
	Kambing & Domba : 0,15 M ³ /(ekor/hari)
	Babi : 0,65 M ³ /(ekor/hari)
	Unggas : 1,5 L/ (ekor/hari)

3. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Cuci Kendaraan Bermotor

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR	
Volume Air Limbah Maximum per satuan produk 1,5 M ³ / Kendaraan besar 0,5 M ³ / Kendaraan Kecil 0,1 M ³ / Sepeda Motor	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD ₅	100
COD	250
TSS	100
Minyak dan Lemak	10
MBAS (Detergent)	10
Fosfat (sebagai P ₂ O ₄)	10
pH	6-9

Keterangan :

Kendaraan Besar adalah

: Jenis Truk, Trailer dsb

Kendaraan Kecil adalah

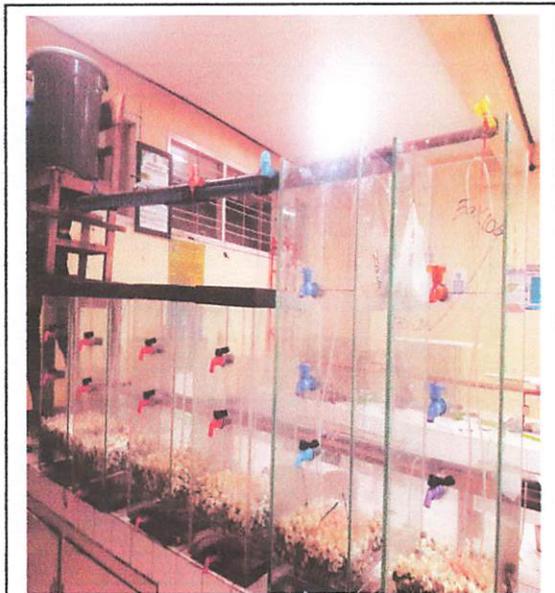
: Jenis Seda, Mini Bus, Pickup, Jeep, Station Wagon dsb

Sepeda Motor adalah

: Jenis Sepeda Motor dan Skuter

4. Baku

LAMPIRAN 4
DOKUMENTASI PENELITIAN



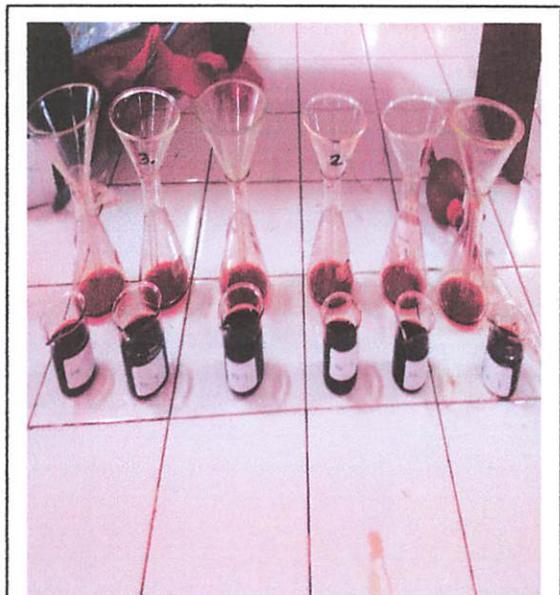
Rangkaian Pengolahan Biofilter Aerobik



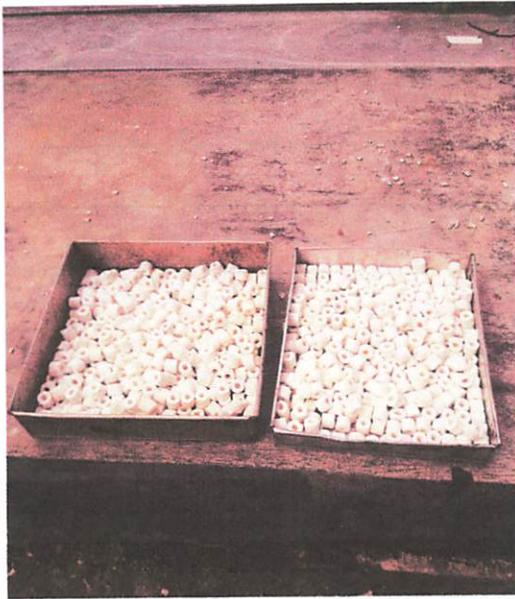
Rangkaian Pengolahan Biofilter Aerobik dengan Limbah Rumah Potong Hewan



Proses Analisis Permanganat



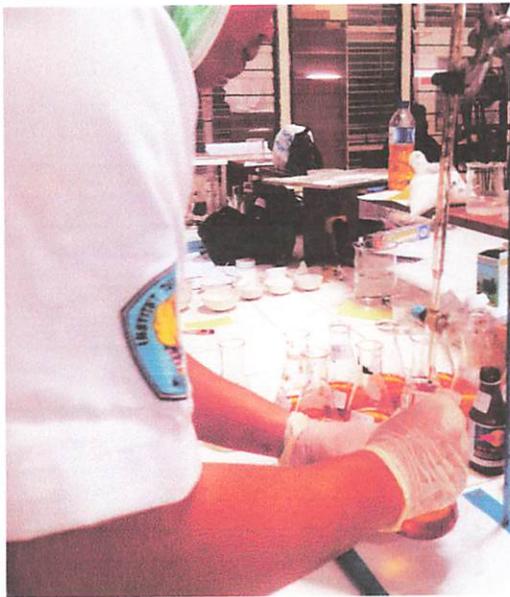
Proses MLVSS



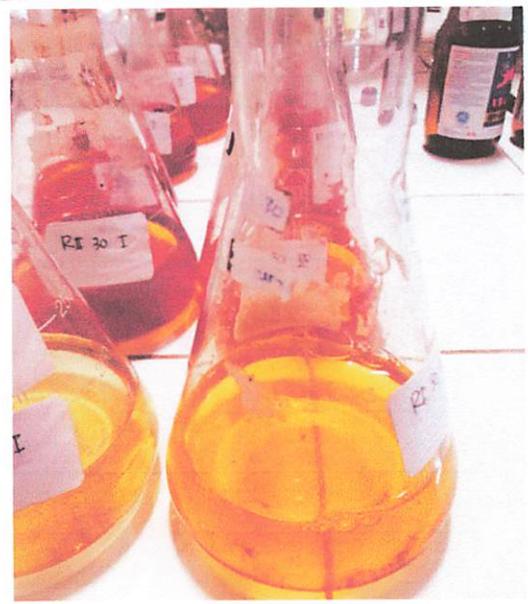
Media Ring Keramik



Analisis BOD



Proses Analisis BOD



Proses Analisis BOD

LAMPIRAN 5
PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur Analisis Parameter Uji

1. *Mixed Liquor Volatil Suspended Solid (MLVSS)*

MLVSS (Mixed Liquor Volatil Suspended Solid) merupakan parameter yang sering digunakan dalam pengolahan limbah cair system lumpur aktif. MLVSS merupakan salah satu cara untuk menghitung banyaknya mikroorganisme dalam reaktor. Selama proses *seeding* metode ini yang dipakai untuk mengukur banyaknya mikroorganisme. Prosedur analisa MLVSS sebagai berikut:

1) Alat dan Bahan

- a. Oven pemanas
- b. Desikator
- c. Furnace
- d. Penjepit
- e. Pompa vakum
- f. Kertas saring
- g. Cawan

2) Cara Kerja

- a. Air limbah yang akan diperiksa diambil sebanyak 10 ml dengan menggunakan pipet gondok 10 ml
- b. Air limbah tersebut disaring pada kertas saring dengan menggunakan pompa vakum
- c. Kertas saring tadi kemudian dipanaskan kedalam oven selama 2 jam pada suhu 105°C
- d. Setelah 2 jam, kertas saring tersebut diangkat dan didinginkan dalam desikator selama \pm 10 menit
- e. Kertas saring yang telah dingin itu kemudian ditimbang (a gram)
- f. Panaskan kembali kertas saring itu dalam furnace dengan suhu 550°C selama 15 menit
- g. Angkat dan dinginkan kembali dalam desikator setelah itu timbang (b gram)
- h. Hitung nilai MLVSS dengan rumus berikut:

$$\text{MLVSS (mg/l)} = \frac{a-b}{\text{Volume Sampel (ml)}} \times 10^6$$

2. *Permanganat Value*

Pemeriksaan PV atau *Permanganat Value* merupakan salah satu cara untuk menentukan kadar zat organik dalam sampel. Selama proses aklimatisasi metode ini yang dipakai untuk mengukur konsentrasi zat organik. Prosedur analisa PV sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan

- a. Larutan asam sulfat (H_2SO_4) 4 N yang bebas organik
- b. Larutan asam oksalat 0,1 N
- c. Larutan Kalsium Permanganat (KMnO_4)
- d. Pemanas Listrik
- e. Buret 25 ml atau 50 ml
- f. Erlenmeyer 250 ml 1 buah
- g. Gelasukur 100 ml
- h. Pipet 10 ml

2. Prosedur Percobaan

- a. Tuangkan sampel air sebanyak 100 ml dengan gelas ukur
- b. Tambahkan 2,5 ml asam sulfat 4 N bebas organik
- c. Tambahkan beberapa tetes larutan Kalium Permanganat (KMnO_4) 0,01 N hingga terjadi warna merah muda
- d. Panaskan hingga mendidih selama 1 menit
- e. Tambahkan 10 ml larutan Kalium Permanganat (KMnO_4) 0,01 N
- f. Panaskan hingga mendidih selama 10 menit
- g. Tambahkan 1 ml larutan asam oksalat 0,1 N dan tunggu sampai air menjadi jernih
- h. Titrasi dengan Kalium Permanganat (KMnO_4) 0,01 N sampai timbul warna merah muda
- i. Hitung nilai permanganate dengan rumus berikut :

$$\text{KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = \frac{1000}{\text{Volume Sampel}} ([(10 + a) \times N] - (1 \times 0,1)) \times 31,6$$

x P

dimana :

a = volume titrasi larutan Kalium Permanganat (KMnO₄)

N = normalitas larutan Kalium Permanganat

P = Pengenceran

3. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Analisis BOD terlarut dilakukan untuk mengetahui besarnya BOD terlarut awal dari air limbah sebelum dilaksanakan penelitian, yang nantinya akan dibandingkan dengan BOD terlarut *effluent* sehingga dapat diketahui penyisihan BOD₅ yang terjadi. Sampel yang digunakan untuk menganalisis BOD₅ terlarut terlebih dahulu disaring agar sampel terbebas dari padatan tersuspensi maupun koloid. Metode analisis yang digunakan adalah metode titrimetri (AlaertsdanSantika, 1987). Tahapan uji pada sampel air yang akan dilakukan adalah:

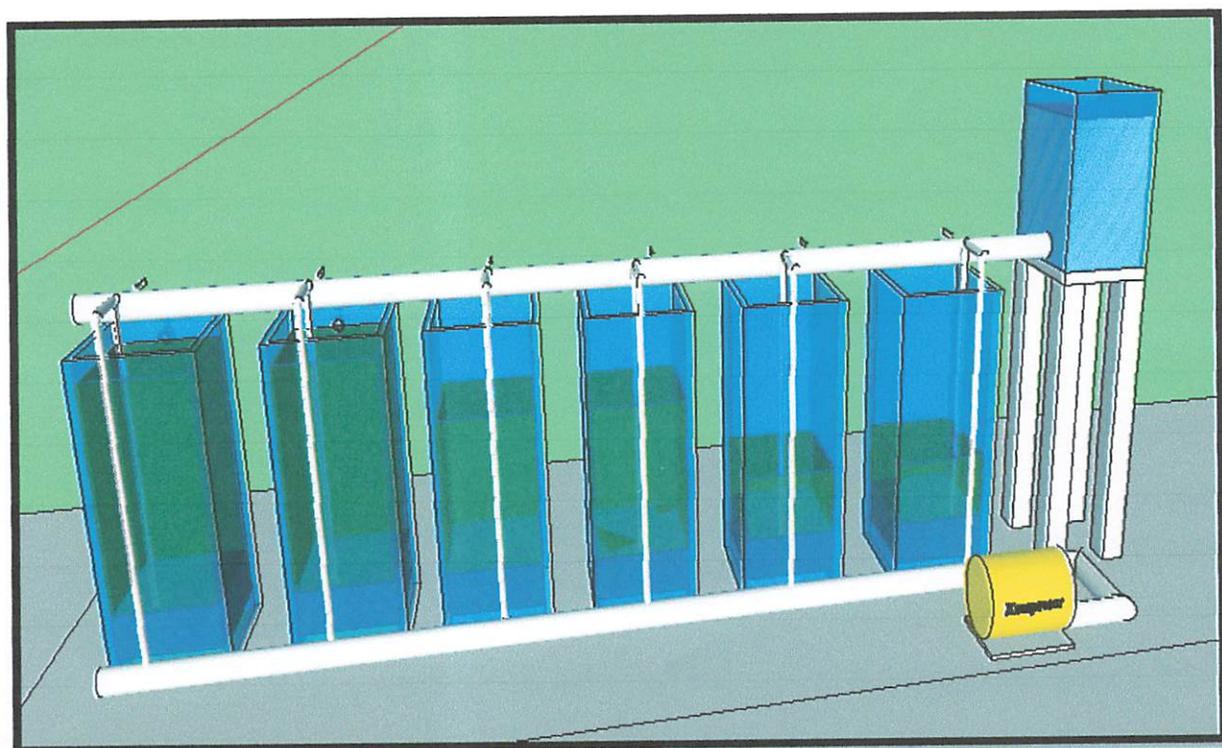
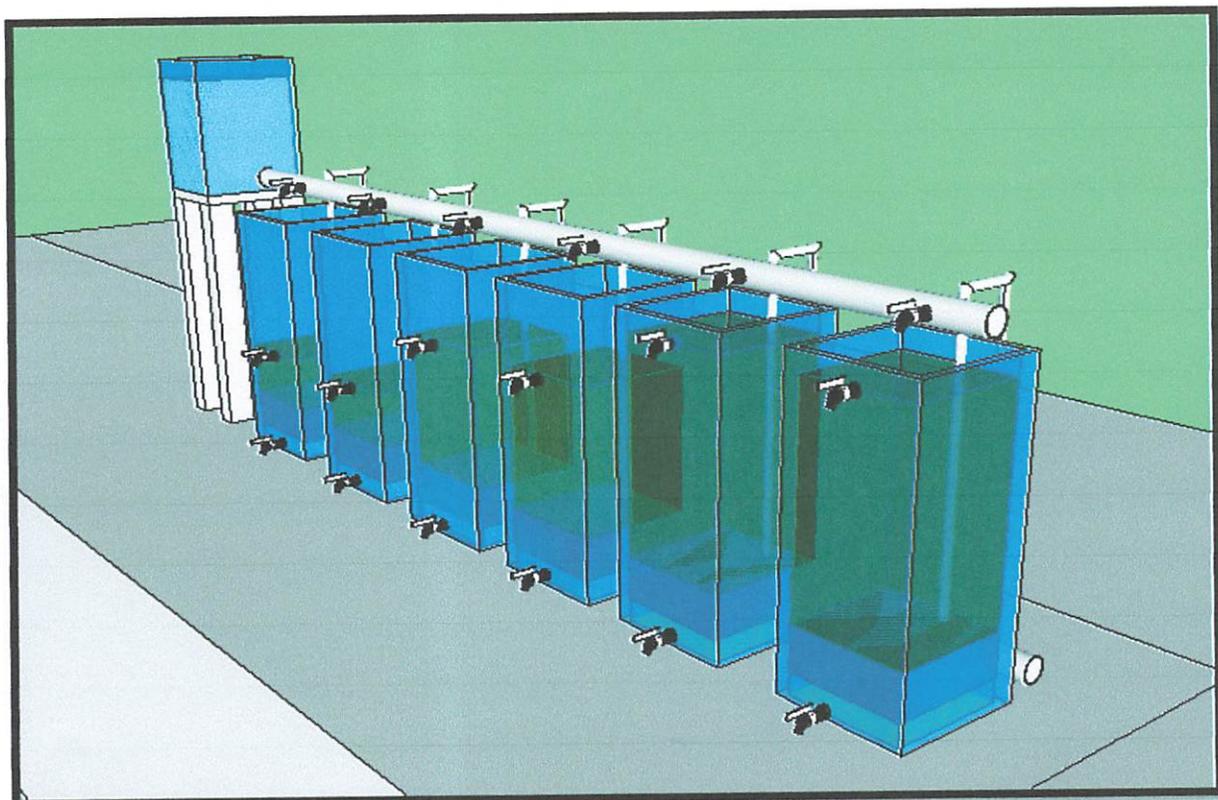
1. Isi botol winkler dengan sampel air hingga penuh
2. Tambahkan 2 ml larutan mangansulfat (MnSO₄) dengan pipet di bawah permukaan air
3. Tambahkan 2 ml larutan alkali – iodide – azida
4. Botol ditutup, dikocok dengan membolak – balik beberapa kali, biarkan 10 menit
5. Botol diinkubasi pada suhu 25°C selama 5 hari
6. Kemudian buang 100 ml larutan jernih dengan pipet
7. Tambahkan 2 ml asam sulfat pekat H₂SO₄, kocok kemudian pindahkan ke Erlenmeyer
8. Titrasi dengan thiosulfat hingga terjadi warna kuning muda
9. Tambahkan indikator amylum, sampai timbul warna biru
10. Titrasi dengan thiosulfat sampai warna biru hilang pertama kali

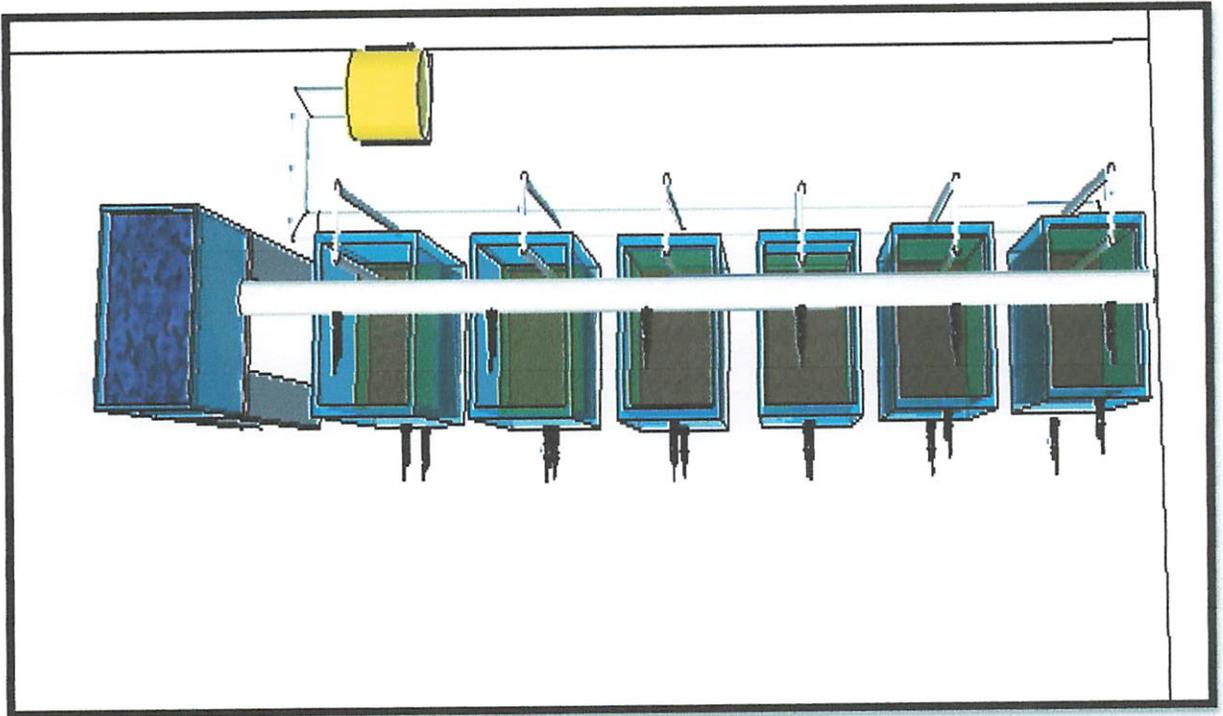
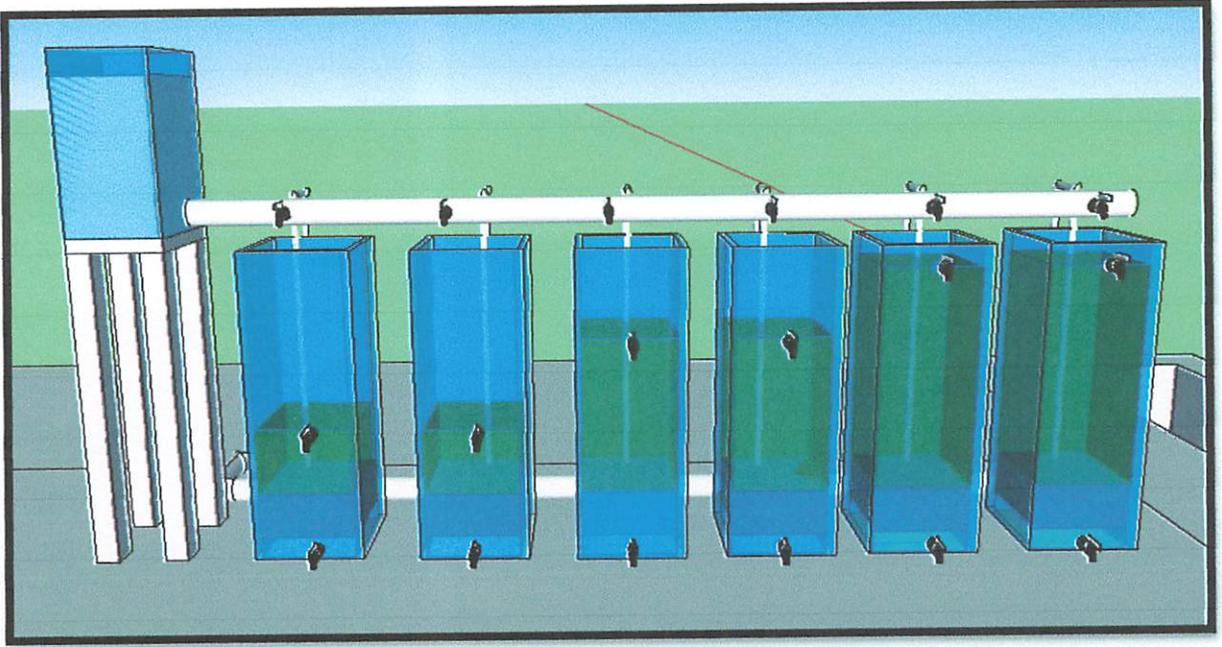
4. Total Suspended Solid (TSS)

Prinsip analisa dalam penentuan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) yaitu sampel dalam cawan diuapkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$, sampai beratnya konstan. Berat residu didalam cawan adalah zat padat total (Sri Sumestridan G. Alaerts, 1984). Analisa TSS (*Total Suspended Solid*) dengan metode Gravimetri, dengan tahapan analisa :

1. Cawan yang telah dibersihkan di *furnace* selama 1 jam pada suhu 550°C , setelah itu oven pada suhu 105°C selama 15 menit dan masukkan dalam desikator selama 10 menit
2. Kertas saring dioven pada suhu 105°C selama 1 jam kemudian masukkan dalam desikator selama 10 menit
3. Cawan dan kertas saring yang telah di oven, ditimbang sebagai berat awal (a)
4. Saring 10 ml sampel yang telah dikocok merata dengan menggunakan kertas saring yang telah dioven
5. Masukkan cawan dan kertas saring kedalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam kemudian masukkan kedalam desikator selama 15 menit
6. Timbang berat cawan, kertas saring, dan residu sebagai berat akhir (b)

LAMPIRAN 6
GAMBAR REAKTOR







INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

MATA KULIAH

PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR

JUDUL GAMBAR

Reaktor Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor

SKALA

1 : 250

DIGAMBAR OLEH

ADIMAS MAHENDRO CAHYONO
1326027

KETERANGAN GAMBAR



MEDIA RING KERAMIK

