

SKRIPSI

**Penggunaan Reaktor Biosand Filter dengan Penambahan Karbon Aktif
Sekam Padi untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Susun**

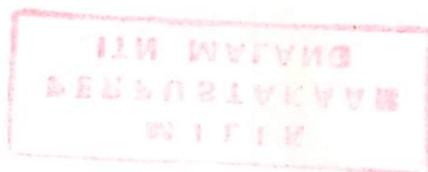


Disusun Oleh :
Chairi Abdillah
(07.26.016)

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2011**

2011
MAY 10
MELAKSAKAN KEMAJUAN PERSEKUTUAN
KEMAJUAN PERSEKUTUAN MELAKSAKAN PERSEKUTUAN
KEMAJUAN PERSEKUTUAN MELAKSAKAN PERSEKUTUAN

(01 2011)
MELAKSAKAN PERSEKUTUAN
KEMAJUAN PERSEKUTUAN



MELAKSAKAN PERSEKUTUAN KEMAJUAN PERSEKUTUAN
KEMAJUAN PERSEKUTUAN MELAKSAKAN PERSEKUTUAN

2011-2011

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Penggunaan Reaktor Biosand Filter dengan Penambahan Karbon Aktif
Sekam Padi untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Susun**

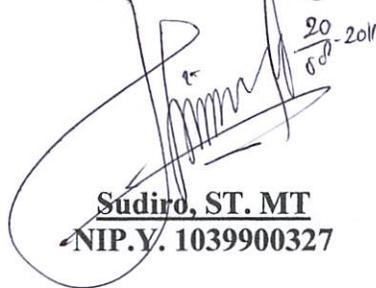
Disusun oleh :

CHAIRI ABDILLAH

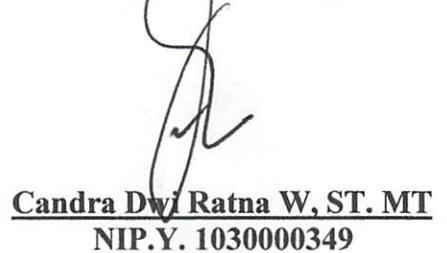
07.26.016

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 1039900327

Dosen Pembimbing II


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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



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



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

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

PT. 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 : CHAIRI ABDILLAH
NIM : 07.26.016
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : **PENGGUNAAN REAKTOR BIOSAND FILTER DENGAN
PENAMBAHAN KARBON AKTIF SEKAM PADI UNTUK
MENGOLAH LIMBAH CAIR RUMAH SUSUN**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Program Strata Satu
(S1)

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 06/08/2011

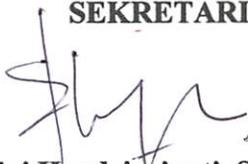
Dengan Nilai : 76,65 (B⁺)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

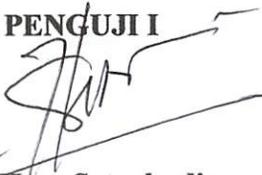
KETUA


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

SEKRETARIS


Evi Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

PENGUJI I


DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi
NIP. 19610620031002

PENGUJI II


Hardianto, ST. MT
NIP. Y. 1030000350

Abdillah, Chairi., Sudiro., Dwiratna C., 2011. **Penggunaan Reaktor *Biosand Filter* dengan Penambahan Karbon Aktif Sekam Padi untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Susun.** Skripsi Jurusan teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Rumah susun menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup banyak. Oleh karenanya diperlukan pengolahan yang memadai agar limbah cair rumah susun ini tidak merusak lingkungan disekitarnya. Limbah cair rumah susun banyak mengandung material organik yang pada umumnya cukup tinggi.

Penelitian ini menggunakan reaktor kontinyu dengan media pasir halus (30 cm), pasir kasar (25 cm), karbon aktif sekam padi (30 cm) dan kerikil (15 cm). Variasi waktu detensi yang digunakan adalah 0 jam; 2 jam; 4 jam; 6 jam dan 8 jam. Parameter pencemar yang diuji adalah COD, TSS dan minyak lemak.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi mampu menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak hingga sesuai dengan baku mutu yang ada. Keefektifitasan reaktor ini terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Konsentrasi COD dapat diturunkan hingga 69,23 % dari konsentrasi 208 mg/l menjadi 64 mg/l. Konsentrasi TSS dapat diturunkan hingga 95,72 % dari konsentrasi 116,70 mg/l menjadi 5 mg/l. Sedangkan konsentrasi minyak lemak dapat diturunkan hingga 56,35 % dari konsentrasi 18,1 mg/l menjadi 7,9 mg/l.

Kata kunci : Limbah cair rumah susun, *biosand filter*, BOD; COD dan minyak lemak

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Penggunaan Reaktor Biosand Filter dengan Penambahan Karbon Aktif Sekam Padi untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Susun”** ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro, ST. MT., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang sekaligus dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Bapak DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi selaku Dosen Penguji I yang telah memberi masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Hardianto ST, MT, selaku Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang sekaligus Dosen Penguji II.
5. Ibu Evy Hendrianti, ST. MMT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang sekaligus dosen wali.
6. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2007 dan semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan yang ada pada laporan skripsi ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, Juli 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.2.1 Rumusan Masalah	3
1.2.2 Hipotesa	3
1.2.3 Lingkup Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Limbah	5
2.2 Sumber Asal Air Limbah	5
2.2.1 Sumber Air Limbah Rumah Tangga	6
2.2.2 Karakteristik Air Buangan Domestik	6
2.2.3 Kandungan Limbah Rumah Tangga	8
2.3 Kriteria Desain <i>Slow Sand Filter</i>	9
2.4 <i>Biosand Filter (BSF)</i>	9
2.4.1 Mekanisme Penyisihan Kontaminan Dalam <i>Biosand Filter</i>	10
2.4.2 Lapisan <i>Biofilm</i> atau <i>Schmutzdecke</i>	12
2.4.3 Pematangan Lapisan <i>Biofilm</i>	12
2.4.4 Pembersihan <i>Biosand Filter</i>	13
2.5 Karbon Aktif (<i>Activated Carbon</i>)	14
2.5.1 Pembuatan Karbon Aktif	15

2.6	Sekam Padi	16
2.6.1	Selulosa	16
2.6.2	Lignin	17
2.7	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	18
2.8	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	18
2.9	Minyak dan Lemak	19
2.10	Metode Pengolahan Data	22
2.10.1	Statistik Deskriptif dan Inferensi	22
2.10.2	Analisis Korelasi	22
2.10.3	Analisis Regresi	22
2.10.4	Pengantar Desain Eksperimen	23
2.10.5	Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen	24
2.10.6	<i>Analysis of Variance</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Umum	25
3.2	Jenis Penelitian	25
3.3	Objek Penelitian	25
3.4	Lokasi Penelitian	26
3.5	Variabel Penelitian	26
3.5.1	Variabel Tetap	26
3.5.2	Variabel Terikat	27
3.5.3	Variabel Bebas	27
3.6	Bahan dan Alat Penelitian	28
3.7	Pelaksanaan Penelitian	29
3.8	Pengukuran COD, TSS dan Minyak Lemak	32
3.9	Analisis Data	32
3.10	Kesimpulan dan Saran	32
3.11	Kerangka Penelitian	33

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Karakteristik Limbah Cair Rumah Susun (Rusun) Kelurahan Kota Lama Malang	34
4.2 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi	35
4.3 Konsentrasi COD, TSS, dan Minyak Lemak Setelah Proses	37
4.4 Pengolahan Data	39
4.4.1 Persentase Penurunan COD	39
4.4.2 Persentase Penurunan TSS	40
4.4.3 Persentase Penurunan Minyak Lemak	41
4.5 Analisis Deskriptif	41
4.5.1 Analisis Deskriptif COD	41
4.5.2 Analisis Deskriptif TSS	42
4.5.3 Analisis Deskriptif Minyak Lemak	43
4.6 Analisis Korelasi	44
4.6.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan COD	45
4.6.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS	46
4.6.3 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak	46
4.7 Analisis Regresi	47
4.7.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan COD	48
4.7.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan TSS	49
4.7.3 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak	51
4.8 Analisis ANOVA One Way	52
4.8.1 Analisis ANOVA One Way Untuk Persentase Penyisihan COD	52
4.8.2 Analisis ANOVA One Way Untuk Persentase Penyisihan TSS	53
4.8.3 Analisis ANOVA One Way Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak	54
4.9 Pembahasan	55
4.9.1 Penurunan Konsentrasi COD	55
4.9.2 Penurunan Konsentrasi TSS	57

4.9.3 Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak	59
4.10 Kualitas Output Pengolahan Biosand Filter dengan Penambahan Karbon Aktif Sekam Padi Berdasarkan Standar Baku Mutu	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Limbah Domestik	7
Tabel 2.2 Komposisi Limbah Domestik	8
Tabel 2.3 Perbedaan antara saringan pasir lambat dengan saringan pasir cepat	9
Tabel 4.1 Karakteristik Air Limbah Domestik Rusun Kelurahan Kota Lama Malang	34
Tabel 4.2 Penyisihan Bahan Organik	35
Tabel 4.3 Konsentrasi COD Setelah Proses	38
Tabel 4.4 Konsentrasi TSS Setelah Proses	38
Tabel 4.5 Konsentrasi Minyak Lemak Setelah Proses	39
Tabel 4.6 Persentase Penurunan Konsentrasi COD	39
Tabel 4.7 Persentase Penurunan Konsentrasi TSS	40
Tabel 4.8 Persentase Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak	41
Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan COD (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)	45
Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)	46
Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)	46
Tabel 4.12 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan COD (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)	48
Tabel 4.13 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan TSS (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)	49
Tabel 4.14 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)	51
Tabel 4.15 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan COD (%)	53
Tabel 4.16 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan TSS (%)	53
Tabel 4.17 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Unit <i>Biosand Filter</i>	10
Gambar 2.2 Struktur molekul selulosa	17
Gambar 2.3 Skema Zat Padat	19
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	33
Gambar 4.1. Persen (%) penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi	36
Gambar 4.2. Persentase penurunan konsentrasi COD	42
Gambar 4.3. Persentase penurunan konsentrasi TSS	43
Gambar 4.4. Persentase penurunan konsentrasi minyak lemak	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari buangan tubuh manusia, yang berupa tinja atau kemih (*black water*) dan buangan dapur dan kamar mandi (*grey water*).

Di negara berkembang seperti Indonesia khususnya pada kawasan rumah susun (rusun) keterbatasan biaya dalam pembangunan IPAL domestik menjadi masalah tersendiri. Selain keterbatasan biaya, adanya keterbatasan tenaga khusus, serta diperlukan lahan yang luas untuk pembangunan IPAL domestik menyebabkan teknologi tersebut sukar untuk diwujudkan. Belum lagi biaya perawatan dan operasionalnya. Sehingga diperlukan suatu teknologi baru yang sederhana, mudah dan murah serta terjangkau dalam sistem pengoperasian dan perawatannya.

Salah satu teknologi tepat guna yang berpotensi mampu mengolah limbah domestik adalah *biosand filter*. *Biosand filter* merupakan salah satu pengembangan dari *Slow Sand Water Filter*. Selama proses penyaringan, air yang diolah akan dilewatkan pada media filter dengan kecepatan aliran yang rendah. *Biosand filter* dikembangkan dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan sehat pada negara-negara berkembang. Pada beberapa contoh manfaat penerapan dari teknologi ini adalah mampu mencapai 99,99% untuk menghilangkan bakteri virus tipus, mampu menurunkan hingga 83% - 99,6% bakteri *E.coli*, mampu menurunkan kandungan besi dan arsen dengan rata-rata efisiensi penurunan 93% (dinegara Nepal), dan mampu menurunkan kekeruhan dan jumlah padatan dalam air hingga 75% (www.BioSandFilter.org). Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara grafitasi.

Biosand filter pada umumnya menggunakan media pasir dan kerikil, namun pada penelitian kali ini akan dilakukan penambahan media berupa karbon aktif yang berasal dari sekam padi guna meningkatkan efisiensi. Penggunaan karbon aktif (sekam padi) pada saat ini telah banyak sekali dikembangkan. Pengolahan air dengan menggunakan karbon aktif biasanya digunakan sebagai

proses kelanjutan setelah pengolahan fisik atau biologis terlebih dahulu. Pada proses ini karbon aktif digunakan untuk mengurangi kadar dari bahan-bahan organik terlarut yang ada dalam air. Dengan adanya proses adsorpsi tersebut maka zat-zat substansi terlarut yang ada di air dapat terserap pada permukaan media karbon aktif sehingga diharapkan air yang keluar dari proses tersebut telah memiliki kualitas yang baik. Kemudahan dalam penggunaan serta biaya yang relatif murah dalam perawatannya menjadikan karbon aktif sebagai salah satu alternatif teknologi yang sering digunakan dalam pengolahan air.

Penelitian tentang biosand filter sebelumnya pernah dilakukan oleh Puspita dan Griswidia. Puspita, 2008 dengan penelitiannya yang berjudul Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Disertai dengan Reaktor Karbon Aktif mampu menurunkan konsentrasi TSS dengan efisiensi 78 %. Sedangkan Griswidia, 2008 dengan penelitiannya yang berjudul Penurunan Kadar Minyak Lemak pada Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Dilanjutkan dengan Reaktor Karbon Aktif mampu menurunkan konsentrasi minyak lemak dengan efisiensi 67,44 %.

Ditinjau dari aspek keilmuan teknik lingkungan, biosand filter dengan penambahan karbon aktif sekam padi diharapkan mampu menjadi solusi untuk mengolah limbah cair rumah susun secara efektif. Limbah cair rumah susun saat ini belum mendapat perlakuan yang serius sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Efek yang dapat ditimbulkan akibat membuang limbah domestik secara langsung ke saluran drainase dan/atau badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu diantaranya adalah gangguan terhadap kesehatan, gangguan terhadap biota perairan, peningkatan nilai BOD di badan air, peningkatan eutrofikasi, infiltrasi ke air tanah dan gangguan estetika.

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Rumusan Masalah

1. Seberapa besar efektifitas penggunaan reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi dalam menurunkan COD, TSS dan minyak lemak di dalam limbah cair domestik yang berasal dari rumah susun hingga sesuai dengan baku mutu yang ada.
2. Berapa lama waktu efektif yang diperlukan untuk menurunkan COD, TSS dan minyak lemak dengan menggunakan reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi.

1.2.2 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini adalah :

1. Sampel limbah yang digunakan berasal dari limbah cair domestik rumah susun Kota Malang yang berasal dari buangan dapur dan kamar mandi (*grey water*).
2. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
3. Parameter yang dianalisis adalah konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektifitas dari reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi dalam penurunan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun.
2. Mencari waktu efektif yang diperlukan untuk menurunkan COD, TSS dan minyak lemak dengan menggunakan reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi.
3. Menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak hingga memenuhi baku mutu yang ada.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain sebagai berikut ini:

1. Mendapatkan suatu alternatif teknologi yang murah, sederhana, dan mudah pengoperasiaannya untuk menurunkan kandungan COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun.
2. Memberikan data informasi tentang kemampuan reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi dalam menurunkan kandungan COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun sehingga untuk selanjutnya air tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih.
3. Menekan resiko terjadinya penyakit yang disebabkan karena mengkonsumsi air yang tercemar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Setiap masyarakat tentunya akan menghasilkan suatu buangan, baik yang berbentuk cair, padat maupun gas. Buangan cair yang berasal dari masyarakat perkotaan ataupun pedesaan, umumnya berupa air bekas penggunaan dari berbagai aktivitas sehari-hari. Secara terminologi, air bekas tersebut disebut sebagai air limbah atau air buangan. Limbah dapat mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya karena alasan warna, kandungan bahan kimia organik dan anorganik, keasaman, alkalinitas dan sifat-sifat lainnya.

Kualitas air limbah menunjukkan spesifikasi limbah yang diukur dari kandungan pencemar dalam limbah. Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air. Menurut Metcalf dan Eddy (2003) air limbah adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri bersamasama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada.

Sesuai dengan penggunaannya, setiap air bekas pemakaian telah terkontaminasi oleh bahan-bahan yang dipakainya, yang mungkin bersifat fisik (misal: air menjadi keruh, berwarna), bersifat kimiawi (air mengandung bahanbahan kimia yang mengganggu kesehatan/lingkungan), bersifat organobiologis (air mengandung zat organik, mikroba/bakteri patogen, dan sebagainya). Untuk cemaran air limbah domestik yang dominan umumnya bersifat organomikrobiologis. Sedangkan untuk limbah non-domestik yang dominan fisikkimiawi, terutama logam berat.

2.2 Sumber Asal Air Limbah

Sugiharto (1987) membagi klasifikasi sumber air limbah menjadi dua bagian yaitu air limbah rumah tangga (*domestic wastewater*) dan air limbah industri.

2.2.1 Sumber Air Limbah Rumah Tangga (*Domestic Wastewater*)

Limbah domestik mengandung bahan-bahan pencemar organik, nonorganik dan bakteri yang sangat potensial untuk mencemari sumber-sumber air. Sumber utama air limbah domestik (rumah tangga) dari masyarakat adalah berasal dari perdagangan dan daerah pemukiman. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga, serta tempat rekreasi (Sugiharto, 1987). Limbah domestik seperti sampah-sampah organik dapat terurai menjadi nitrat, fosfat, dan karbonat, sedangkan deterjen dapat terurai menjadi fosfat.

2.2.2 Karakteristik Air Buangan Domestik

Air buangan perkotaan mengandung lebih dari 99,9 % cairan dan 0,1 % padatan. Zat-zat yang terdapat didalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberi corak kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi maupun biologis (Sugiharto, 1987 dalam Griswidia, 2008).

a) Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimiawi yang menjadi parameter didalam pengolahan meliputi : senyawa organik, senyawa anorganik dan gas.

b) Karakteristik Biologis

Karakteristik biologis yang menjadi parameter didalamnya adalah kandungan mikroba, tumbuhan dan hewan.

c) Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang menjadi parameter didalam pengolahan meliputi temperatur, total solid, warna, bau dan kekeruhan. Sebagian besar penyusun air buangan domestik berupa bahan-bahan organik. Penguraian bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu, kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat, zat koloid dan bendabenda

terapung tidak segera mengendap. Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemar. Komponen penyusun bahan-bahan organik seperti protein, lemak, minyak dan sabun cenderung mempunyai sifat yang tidak tetap dan mudah menjadi busuk. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau.

Tabel 2.1 menunjukkan pengaruh dan penyebab air buangan domestik dari karakteristik fisik.

Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Limbah Domestik

Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitarnya, serta suhu air atau limbah yang dibuang ke saluran dari rumah maupun industri	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen/gas lain, kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan
Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah cair, limbah padat, garam, tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, algae, organisme kecil	Memantulkan sinar, mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan tumbuhan, merusak estetika dan mengganggu kehidupan biota
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman, buangan industry	Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas estetika lingkungan
Bau	Bahan voliatile, gas terlarut, berasal dari pembusukkan bahan organik, minyak terutama dari mikroorganisme	Petunjuk adanya pembusukkan air limbah sehingga perludanya pengolahan, menurunkan nilai estetika
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut yang menghasilkan bau, benda terlarut dan beberapa senyawa	Mempengaruhi kualitas air
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur	Mempengaruhi jumlah bahan organik dan anorganik, merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat

Sumber : Sugiharto, 1987

2.2.3 Kandungan Limbah Rumah Tangga

Limbah Rumah tangga adalah Air yang membawa sampah (limbah) dari rumah, bisnis & industri (Kamus Besar Bahasa Indonesia) Limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan kegiatan sanitasi manusia yang rutin (Kamus Besar Bahasa Indonesia)

Limbah cair domestik (rumah tangga) Air yang telah dipergunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk didalamnya air buangan yang berasal dari WC, kamar mandi, tempat cuci, dan tempat memasak (Sugiharto, 1987).

Tabel 2.2 Komposisi Limbah Domestik

Kontaminan	Satuan	Konsentrasi Rendah	Konsentrasi Medium	Konsentrasi Tinggi
Total Solid (TS)	mg/L	390	720	1230
Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	270	500	860
Fixed	mg/L	160	300	520
Volatil	mg/L	110	200	340
Total Suspended Solid(TSS)	mg/L	120	210	400
Fixed	mg/L	25	50	85
Volatil	mg/L	95	160	315
Settleable Solids	mg/L	5	10	20
BOD ₂₀ °C	mg/L	110	190	350
Total Organik Karbon (TOC)	mg/L	80	140	260
COD	mg/L	250	430	800
Nitrogen (Total sbg N)	mg/L	20	40	70
Organik	mg/L	8	15	25
Amoniak bebas	mg/L	12	25	45
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0
Phospor(total sebagai phospor)	mg/L	4	7	12
Organik	mg/L	1	2	4
InOrganik	mg/L	3	5	10
Klorida	mg/L	30	50	90
Sulfat	mg/L	20	30	50
Minyak dan Lemak	mg/L	50	90	100
VOCs	mg/L	<100	100-400	>400
Total Coliform	No./100mL	10 ⁶ - 10 ⁸	10 ⁷ - 10 ⁹	10 ⁷ - 10 ¹⁰
Fecal Coliform	No./100mL	10 ³ - 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁶	10 ³ - 10 ⁸

Sumber: Metcalf and Edy, 2003

2.3 Kriteria Desain *Slow Sand Filter*

Tabel 2.3 Perbedaan antara saringan pasir lambat dengan saringan pasir cepat

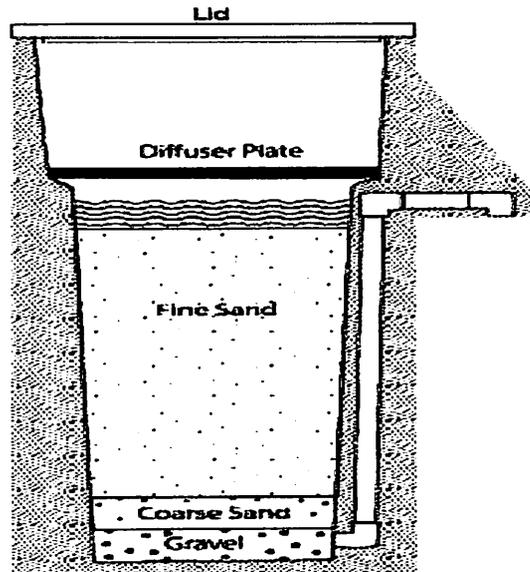
No	Subyek	Saringan Pasir Cepat	Saringan Pasir Lambat
1	Kekeruhan air baku	5-10 NTU	< 50 NTU
2	Diameter media	0,40 - 0,70 mm	0,20 - 0,40 mm
3	Kedalaman media	0,8 - 1,0 m	1,0 - 1,4 m
4	Kecepatan filtrasi	4,0 - 21,0 m/jam	0,1 - 0,4 m/jam
5	Pencucian	12 - 72 jam sekali	20 - 60 hari sekali
6	Cara pencucian	<i>High rate backwash</i> atau <i>air water backwash</i>	Pasir bagian tas dikeruk, dicuci, dan dipakai lagi atau diganti
7	Waktu Operasi	12 - 24 - 72 jam	20 - 30 - 120 hari
8	Headloss	30 - 275 cm	100 - 150 cm
9	Penetrasi kekeruhan	Lebih dalam (semua media harus dicuci dengan <i>backwashing</i>	Hanya di permukaan pasir
10	Pengolahan awal	Perlu koagulasi, flokulasi dan sedimentasi	<i>Roughing filter</i> , Prased, dan aerasi

Sumber : Marsono, 1997

2.4 *Biosand Filter* (BSF)

Biosand filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir dan pada media tersebut telah dilakukan penanaman bakteri (*seeding*) sehingga terjadi proses biologis didalamnya. BSF sangat mirip dengan *Slow Sand Filter* (SSF) dalam arti bahwa mayoritas dari filtrasi dan perpindahan kekeruhan terjadi ada di puncak lapisan pasir dalam kaitan dengan ukuran pori-pori yang menurun, disebabkan oleh deposisi partikel butir. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara gravitasi. Faktor yang berperan penting dalam *Biosand filter* adalah ukuran butiran pasir dan kedalaman pasir. Keduanya memiliki efek penting dalam ilmu bakteri dan kualitas air secara fisik. Kebanyakan literatur merekomendasikan bahwa ukuran pasir yang efektif yang

digunakan untuk saringan pasir lambat yang dioperasikan sekitar 0,15-0,35 mm dan keseragaman koefisien sekitar 1,5-3 mm (Anonim, 2004).



Gambar 2.1 Unit *Biosand Filter*
(Sumber: Yung, 2003)

Biosand filter yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter*, hanya saja pada *biosand filter*, lapisan atas media filter dilakukan penumbuhan bakteri (*biofilm*). Syarat-syarat kualitas air yang akan diolah dengan menggunakan *biosand filter* sama seperti kualitas air yang diolah dengan menggunakan *Slow Sand Filter* (Yung, 2003).

2.4.1 Mekanisme Penyisihan Kontaminan Dalam *Biosand Filter*

Pada *biosand filter* terdapat beberapa mekanisme dalam penyisihan kontaminan-kontaminan di dalam air limbah. Mekanisme tersebut antara lain:

1. *Mechanical straining*

Dengan ukuran media 0,15 mm, maka partikel berukuran $> 20 \mu\text{m}$ akan tertahan pada media. Sedangkan partikel berukuran 5-10 μm akan tertahan seiring dengan pertambahan deposit partikel di permukaan media pada saat operasional filter. Koloid (0,001-1 μm) dan bakteri (1 μm) tidak dapat disisihkan dengan mekanisme ini. *Mechanical straining* terutama terjadi pada permukaan filter sampai kedalaman 5 cm.

2. Sedimentasi

Partikel mengendap pada permukaan media filter. Pengendapan ini terjadi akibat aliran air di dekat media, dimana efisiensi sedimentasi sangat dipengaruhi oleh beban permukaan dan kecepatan pengendapan pada pori media. Untuk partikel yang mempunyai kecepatan mengendap lebih besar dari beban permukaan akan mengendap seluruhnya, sedangkan dengan diameter yang lebih kecil akan mengendap sebagian.

3. Adsorpsi

Adsorpsi dapat terjadi secara aktif ataupun pasif. Secara aktif, adsorpsi dipengaruhi oleh gaya tarik antar dua partikel (*gaya Van der Waals*) dan gaya tarik elektrostatis antara muatan yang berbeda (*gaya Coulomb*). Sedangkan adsorpsi secara pasif dipengaruhi oleh interaksi dan ikatan kimia.

4. Biokimia

Beberapa partikel yang terakumulasi di permukaan media akan mengalami proses biokimia. Seperti misalnya oksidasi Fe^{2+} dan Mn^{2+} dari bentuk terlarut menjadi bentuk yang tidak larut. Hal yang sama terjadi pula pada bahan-bahan organik terlarut, yang dimanfaatkan sebagai elektron donor untuk pembangkitan energi mikroorganisme. Tetapi oksidasi biokimia ini hanya dapat berjalan secara optimal pada kondisi dimana terdapat cukup waktu kontak dan temperatur tidak terlalu rendah.

5. Aktivitas bakteri

Aktivitas bakteri melibatkan akumulasi mikroorganisme di permukaan filter, kematian bakteri akibat adanya predator dan juga pengurangan mikroorganisme akibat berkurangnya *supply* elektron donor. Aktivitas mikroorganisme pada permukaan filter dikenal sebagai lapisan *Schmutzdecke*, dimana lapisan ini tersusun dari matriks gelatin bakteri, jamur, protozoa, rotifera dan larva serangga air. Seiring dengan makin bertambahnya usia *Schmutzdecke* maka alga cenderung untuk tumbuh dan kemungkinan organisme akuatik yang lebih besar akan muncul seperti brizoa, siput dan cacing.

(Sumber: Yung, 2003)

2.4.2 Lapisan *Biofilm* atau *Schmutzdecke*

Kata *Schmutzdecke* berasal dari bahasa Jerman yaitu berarti "Lapisan kotor". Lapisan *film* yang lengket ini, yang mana berwarna merah kecoklatan, terdiri dari bahan organik yang terdekomposisi, besi, mangan dan silika dan oleh karena itu bertindak sebagai suatu saringan yang baik yang berperan untuk meremoal partikel-partikel koloid dalam air baku. *Schmutzdecke* juga merupakan suatu *zone* dasar untuk aktivitas biologi, yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang dapat larut pada air baku, yang mana bermanfaat untuk mengurangi rasa, bau dan warna. Biasanya istilah *Schmutzdecke* digunakan untuk menandakan zona aktivitas biologi yang umumnya terjadi di dalam *bed* pasir. Dalam kaitannya dengan fungsi ganda yang meliputi penyaringan mekanis, kedalaman *Schmutzdecke* bisa dikatakan dapat menghubungkan kepada zona penetrasi dari partikel-partikel padatan dimana ukurannya antara 0,5-2 cm dari *bed* suatu BSF. Pada cakupan kedalaman ini, *Schmutzdecke* menggabungkannya dengan lapisan biologi yang lebih dalam dan partikel-partikel bebas yang mengalir ke dalam zona ini setelah melintasi lapisan *Schmutzdecke* tersebut. Zona yang lebih dalam ini bukan merupakan sebuah zona penyaringan mekanis tetapi lebih merupakan suatu lanjutan area perlakuan secara biologis (Yung & Kathleen, 2003).

Schmutzdecke perlu didiamkan tanpa adanya gangguan. Hal ini dilakukan sehingga populasi biologi yang ada di puncak pasir tidaklah diganggu atau ditekan, yang mana tidak membiarkan lapisan *film* yang penuh untuk dihancurkan, yang akan mengurangi efek ketegangan pada *film* tersebut sedangkan partikel padatan akan terdorong lebih lanjut kedalam pasir itu (Yung & Kathleen, 2003).

2.4.3 Pematangan Lapisan *Biofilm*

Biosand filter membutuhkan periode satu hingga tiga minggu untuk membentuk lapisan *biofilm*. Periode ini memungkinkan pertumbuhan yang cukup dari lapisan biologis dalam lapisan pasir. Periode pematangan dapat diperpendek beberapa hari dan bisa juga lama sampai beberapa minggu, tergantung dari temperatur air dan mekanisme kimia. Sebagai contoh konsentrasi tinggi dari senyawa organik dalam air dapat memacu pematangan *biofilm* (Tommy Ngai & Sophie, 2003).

2.4.4 Pembersihan *Biosand Filter*

Pasir di dalam *biosand filter* membutuhkan pembersihan periodik. Umumnya karena lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* terus terakumulasi dan tumbuh hingga tekanan akan aliran hilang karena lapisan *biofilm* menjadi berlebihan. Lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* dan saringan pasir lambat biasanya di bersihkan setiap 1 hingga 3 bulan tergantung pada level kekeruhan. Tetapi, selama kekeruhan begitu tinggi dimana pasir membutuhkan pemberihan setiap 2 minggu atau bahkan sesering mungkin. Selain kekeruhan, jumlah pembersihan tergantung pada distribusi partikel, kualitas air yang masuk dan temperatur air (Yung & Kathleen, 2003).

Pembersihan filter untuk *biosand filter* jauh lebih sederhana di banding filter yang lain, yaitu *biosand filter* tidak perlu dikeringkan. Saat tingkat filtrasi menurun drastis, waktu refensi hidrolis akan meningkat, yang menunjukkan bahwa *biosand filter* perlu dibersihkan. Karena jika kekeruhannya tinggi maka terjadi kemacetan/penyumbatan (*clogging*) pada *biosand filter*. Pembersihan kondisi turbiditas normal hanya dengan cara memecah lapisan *biofilm* dengan cara mengaduk secara perlahan-lahan air diatas lapisan *biofilm*. Oleh sebab itu, kedalaman air 5 cm cukup penting untuk efisiensi BSF yang mana alasan utamanya adalah untuk mencegah pasir dari kekeringan di lapisan atas. Selain itu juga nantinya air tersebut akan diambil untuk dibuang sebanyak kurang lebih 2 cm saat pembersihan. · Keuntungan *biosand filter* (Yung & Kathleen, 2003) :

a. Efektif

Biosand filter merupakan instansi pengolahan yang dapat berdiri sendiri sekaligus dapat memperbaiki kualitas secara fisik, kimia, biologis, bahkan dapat menghilangkan bakteri pathogen tetapi dengan ketentuan operasi dan pemeliharaan filter dilakukan secara benar dan baik.

b. Murah

Karena pada dasarnya saringan pasir lambat tidak memerlukan energi dan bahan kimia serta pembangunannya tidak memerlukan biaya besar, biaya konstruksinya akan lebih murah dari biaya konstruksi saringan pasir cepat.

c. Sederhana

Karena operasi dan pemeliharanya murah, tidak memerlukan tenaga khusus yang terdidik dan terampil, sehingga cara ini cocok untuk digunakan di daerah pedesaan, khususnya di negara- negara yang sedang berkembang.

Kerugian *biosand filter* (Yung & Kathleen, 2003):

- a. Sangat sensitif dengan variasi pH air baku.
- b. Waktu pengendapan air baku cukup lama sehingga proses filtrasi juga berlangsung lama apabila kapasitas besar.
- c. Karena pencucian umumnya dilakukan secara manual sehingga akan membutuhkan tenaga manusia yang banyak, tetapi dalam skala kecil tidak terlalu berat.

Pada saat filter dioperasikan, proses penjernihan hanya berlangsung dengan penyaringan disertai pengendapan. Beberapa saat kemudian pada lapisan permukaan saringan akan terbentuk semacam lapisan yang disebut sebagai lapisan kulit saringan sebagaimana bahan-bahan pengotor yang membentuk kulit filter akan hilang dari permukaan butiran pasir akibat pengerusan oleh aliran air yang melewatinya, tetapi tidak terdapat tanda adanya pengotoran secara tetap pada bagian lapisan pasir dibawahnya. Hal ini akan menghancurkan kulit filter kemudian akan menjadi tetap hidup sebagai jenis mikroorganismenya yang sangat aktif menguraikan bahan-bahan organik termasuk bakteri yang tertahan selama proses penyaringan. Bakteri akan memperbanyak diri dengan memanfaatkan bahan organik yang tertahan sebagai sumber makanannya.

(Sumber: Yung & Kathleen, 2003)

2.5 Karbon Aktif (*Activated Carbon*)

Dalam pengolahan air limbah khususnya limbah tekstil, karbon aktif umumnya digunakan untuk menyerap substansi organik yang tidak diinginkan seperti warna, logam berat serta bahan toksik yang tidak dapat diuraikan.

Karbon aktif adalah suatu bentuk karbon yang mampu mengadsorpsi baik dari fase gas, fase cair dan padatan. Kemampuan karbon aktif mengadsorpsi

ditentukan juga oleh jumlah senyawa karbonnya. Dimana senyawa karbonnya mempunyai bentuk amorf dengan luas permukaan yang besar (500-1400 m²/g). Luas permukaan yang besar menunjukkan bahwa struktur pori internalnya juga besar, sehingga dapat digunakan untuk menyerap zat-zat yang tidak diinginkan baik di dalam air maupun gas. Karbon aktif yang baik adalah karbon yang mempunyai kadar karbon tinggi dan kadar abu serta air rendah (Chereminisoff dan Ellerbusch, 1978 dalam Griswidia, 2008).

Struktur dari karbon aktif ini adalah berpori dengan celah yang dapat dilewati oleh molekul. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya kapiler yang besar dan struktur pori yang dimilikinya. Untuk karbon aktif dengan fase air (*liquid*) mempunyai tiga macam pori yang terbentuk selama proses karbonisasi dan aktivasi. Adapun macam ukuran porinya, yaitu makropori dengan jari-jari efektif ≥ 100 nm, mesopori dengan jari-jari efektif antara 1,5 nm-100 nm, dan mikropori mempunyai jari-jari efektif $\leq 1,5$ nm. Dalam makropori banyak terdapat cabang dan lorong-lorong, sedangkan mikropori mempunyai sifat seperti spon yang sangat mudah dalam menyerap zat-zat terlarut dalam larutan yang lebih besar (Layman, 1999 dalam Jelita, 2000) dan sangat menentukan terhadap efisiensi penyerapan yang terjadi. Struktur dari pori-pori baik mikropori maupun makropori ini merupakan bagian terpenting selama proses adsorpsi, karena struktur dan ukuran dari ruang pori akan menentukan distribusi ukuran molekul-molekul yang terserap masuk ke dalam pori-pori karbon aktif (Chereminisoff dan Ellerbusch, 1978 dalam Griswidia, 2008).

2.5.1 Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon aktif dibagi menjadi dua macam yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Proses aktivasi fisika membutuhkan suhu tinggi 600-900°C. Kondisi operasi tersebut membutuhkan energi listrik yang diperlukan cukup besar. Oleh karena itu, aktivasi fisika tidak ekonomis khususnya untuk skala industri kecil. Sedangkan kelebihan aktivasi kimia adalah kondisi suhu dan tekanan operasinya relatif lebih rendah. Selain itu, efek penggunaan bahan kimia mampu meningkatkan jumlah pori-pori dalam produk. Yield karbon yang dihasilkan aktivasi kimia juga lebih tinggi daripada aktivasi fisika (Suzuki, 2007).

Jenis bahan kimia yang dapat digunakan sebagai aktifator adalah hidroksida logam alkali garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya $ZnCl_2$, asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_4PO_4 , dan uap air pada suhu tinggi. Unsur-unsur mineral dari persenyawaan kimia yang ditambahkan tersebut akan meresap ke dalam arang dan membuka permukaan yang semula tertutup oleh komponen kimia sehingga volume dan diameter pori bertambah besar (Michael, 1995).

2.6 Sekam Padi

Bahan baku karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa limbah berupa sekam yang merupakan kulit terluar padi.

Komponen utama sekam padi berupa (Hartono dkk, 2005 dalam Astagina, 2006) :

1. Selulosa (33-44)%,
2. H_2O
3. Protein
4. Lemak
5. Abu (13-39)%
6. Lignin (19-47)%

2.6.1 Selulosa

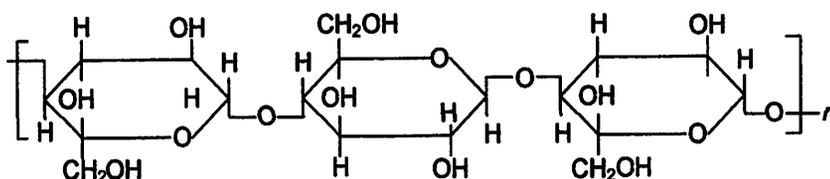
Selulosa merupakan komponen terbesar pada sekam padi yaitu 33-44%. Selulosa adalah molekul yang sangat besar yang tersusun dari pengulangan unit-unit atau satuan glukosa. Di dalam struktur molekulnya terdapat gugus OH atau gugus hidroksida.

Struktur molekul ini memiliki kecenderungan untuk berikatan dengan struktur molekul dalam senyawa lain. Hal ini disebabkan karena di dalam selulosa terdapat mikrofibril yang membelah menjadi fibril-fibril yang memiliki kemampuan untuk berikatan dengan senyawa lain. Kondisi seperti inilah yang membuat selulosa memiliki gaya tarik-menarik terhadap senyawa lain dan tidak mudah larut dalam pelarut.

Ikatan hidrogen merupakan stabilisasi rantai-rantai molekul panjang dalam sistem yang teratur, yaitu pembentukan struktur supramolekul yang ditimbulkan

oleh adanya gugus fungsional yang dapat mengadakan interaksi satu dengan yang lainnya. Permukaan rantai-rantai selulosa dapat dikatakan penuh dengan gugus OH. Gugus OH tersebut tidak hanya menentukan struktur supramolekul tetapi juga menentukan sifat-sifat fisika dan kimia selulosa.

Gugus-gugus OH molekul selulosa dapat membentuk dua macam ikatan hidrogen. Ikatan-ikatan hidrogen antara gugus-gugus OH yang berdekatan dalam molekul selulosa yang sama disebut ikatan intramolekul. Ikatan-ikatan ini memberi kekuatan tertentu pada masing-masing rantai. Ikatan hidrogen antara gugus-gugus OH dari molekul-molekul selulosa yang berdampingan dikenal dengan ikatan intermolekul (Fengel dan Wegener, 1979 dalam Astagina, 2006).



Gambar 2.2 Struktur molekul selulosa

Sumber : Adriana dkk, 2001 dalam Astagina, 2006

2.6.2 Lignin

Lignin merupakan zat organik polimer yang banyak dan penting dalam dunia tumbuhan. Lignin ditemukan dalam semua sistem pembuluh tanaman, sebagian besar di dinding sel. Jumlah lignin yang terdapat dalam tumbuhan yang berbeda sangat bervariasi.

Keberadaan lignin dapat menghambat proses penyerapan zat warna, salah satu yang mempengaruhi proses penyerapan adalah luas permukaan adsorben. Apabila bahan yang menyerap (selulosa) terlapisi lignin maka zat warna yang akan terserap oleh selulosa harus mampu menembus lapisan lignin, karena itu jika zat warna tidak mampu menembus maka perpindahan massa zat warna tidak akan masuk ke dalam selulosa. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan larutan asam/basa pada adsorben (Suharti, 2000 dalam Astagina, 2006).

Lignin merupakan komponen kimia dan morfologi yang karakteristik dari jaringan tumbuhan tinggi dimana ia terdapat dalam jaringan vaskuler yang khusus untuk pengangkutan cairan dan kekuatan adsorbatnya.

2.7 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik secara kimia.

Ketunggan tes *COD* dibandingkan tes *BOD* (Alaerts dan Santika, 1987) :

- Analisis *COD* hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisis *BOD*₅ memerlukan 5 hari
- Untuk menganalisis *COD* antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumnya analisis *BOD* selalu membutuhkan pengenceran.
- Ketelitian dan ketepatan (reproducibility) tes *COD* adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes *BOD*
- Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes *BOD*, tidak menjadi soal pada tes *COD*.

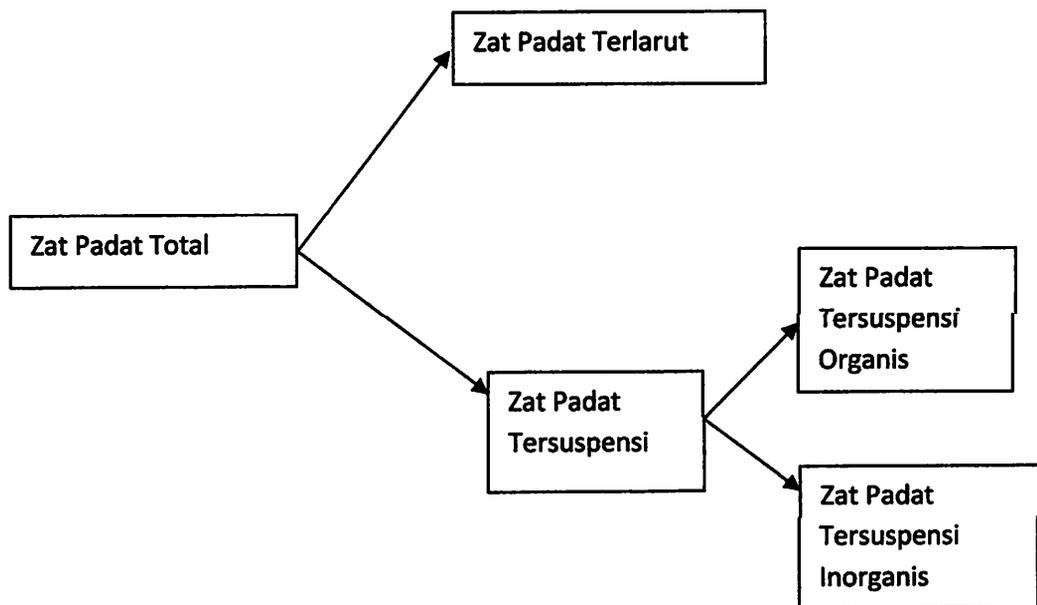
Kekurangan tes *COD* hanya merupakan suatu analisis yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam), sehingga merupakan suatu pendekatan saja. Karena hal tersebut maka tes *COD* tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (inert) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis (Alaerts dan Santika, 1987).

2.8 Total Suspended Solid (TSS)

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran /diameter partikel-partikel tersebut.

Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu

tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.3 Skema Zat Padat
(Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

2.9 Minyak dan Lemak

Minyak lemak termasuk salah satu anggota golongan lipid yaitu merupakan lipid netral (Ketaren,1986 dalam Griswidia, 2008). Emulsi air dalam minyak terbentuk jika droplet-droplet air ditutupi oleh lapisan minyak dimana sebagian besar emulsi minyak tersebut akan mengalami degradasi melalui foto oksidasi spontan dan oksidasi oleh mikroorganisme. Jika pencemaran minyak terjadi di pantai maka proses penghilangan minyak mungkin lebih cepat karena minyak akan melekat pada benda-benda padat seperti batu dan pasir di pantai yang mengalami kontak dengan air yang tercemar tersebut (Fardiaz,1992).

Suatu perairan yang terdapat minyak lemak di dalamnya maka minyak lemak tersebut akan selalu berada di atas permukaan air hal ini dikarenakan minyak lemak tidak larut dalam air dan berat jenis minyak lemak lebih kecil dari pada berat jenis air.

Efek buruk dari minyak dan lemak adalah menimbulkan permasalahan pada saluran air limbah dan bangunan pengolah air limbah. Hal ini disebabkan karena

lemak menempel pada dinding bangunan dan terakumulasi yang kemudian akan menimbulkan penyumbatan pada saluran. Sedangkan keberadaan minyak dalam air akan membentuk selaput film yang mengganggu proses absorpsi oksigen dari udara. Minyak dan lemak terutama tahan terhadap perombakan secara anaerob.

Apabila minyak lemak tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air penerima maka akan membentuk selaput. Minyak akan membentuk ester dan alkohol atau gliserol dengan asam lemak. Gliseril dari asam lemak dalam fase padat maka dikenal dengan nama lemak, sedangkan apabila dalam fase cair disebut minyak (Sugihato,1987).

Lapisan minyak lemak yang berada di permukaan air akan mengganggu kehidupan organisme dalam air hal ini dikarenakan :

1. Lapisan minyak pada permukaan air akan mengalami difusi oksigen dari udara ke dalam air sehingga jumlah oksigen terlarut di dalam air akan menjadi berkurang. Dengan berkurangnya kandungan oksigen dalam air akan mengganggu kehidupan organisme yang berada di perairan.
2. Dengan adanya lapisan minyak pada permukaan air akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air sehingga proses fotosintesis oleh tanaman air tidak dapat berlangsung.
3. Air yang telah tercemar oleh minyak lemak tidak dapat dikonsumsi oleh manusia dikarenakan pada air yang mengandung minyak tersebut terdapat zat-zat yang beracun seperti senyawa benzen dan toluen. Semua jenis minyak mengandung senyawa-senyawa volatil yang segera dapat menguap dan ternyata selama beberapa hari, 25% dari volume minyak akan hilang karena menguap, sisa minyak yang tidak menguap akan mengalami emulsi yang menyebabkan air dan minyak dapat bercampur (Fardiaz, 1992).

Sifat Minyak Lemak :

1. Tidak berbau, tidak berwarna dan tidak punya rasa, mempunyai berat jenis lebih kecil dari pada berat jenis air.
2. Tidak larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol

3. Mudah larut dalam karbon disulfida, terpetin, karbon tetra klorida, eter, petroleum eter.
4. Lemak merupakan pelarut organik yang baik
5. Dapat dihidrolisa oleh asam, basa, enzim lipase atau oleh pemanasan yang tinggi.
6. R acidity (sifat tengik). Ini terjadi apabila dibiarkan berhubungan dengan udara. Hal ini karena hidrolisis terbentuk asam lemak yang rantai atom C-nya pendek sehingga berbau keras atau teroksidasi ikatan rangkap, sehingga akan pecah membentuk keton, aldehida atau asam karboksilat rantai pendek yang berbau (Anonim,1994).

Beberapa komponen yang menyusun minyak juga diketahui bersifat racun terhadap hewan maupun manusia, tergantung dari struktur dan berat molekulnya. Komponen hidrokarbon jenuh yang mempunyai titik didih rendah diketahui dapat menyebabkan anastesi dan narkosis pada berbagai hewan tingkat rendah dan jika terdapat pada konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan kematian. Minyak juga mengandung naftalen dan penetren yang lebih beracun terhadap ikan di banding dengan benzen, toluen dan xilen. Untuk menghilangkan atau mengurangi pengaruh negatif tersebut di atas, maka air bungan harus diolah terlebih dahulu sebelum di buang keperairan terbuka (sukarmadidjaja, 1997).

Pada penelitian minyak lemak yang akan di teliti berasal dari sisa proses Rumah Tangga yang berupa minyak lemak yang tidak terlarut. Berasal dari kandungan lemak, dimana lemak sendiri adalah fungsi atau sifat *prostaglandin* yang dapat terbentuk dengan proses pelingkaratan dan peroksigenan dari asam lemak tak jenuh dengan banyak ikatan C = C yang menyebabkan mudah terbakar dan menimbulkan nilai kalor tertentu. Minyak lemak terdiri dari 3 (tiga) macam yaitu (S. Riawan, 1997) :

1. Minyak mineral dalam minyak ini terkandung senyawa-senyawa H.K
2. Minyak *essensial* (minyak asiri)
3. Minyak *Fixed* yaitu tidak mudah menguap (*Trigilliserida*)

2.10 Metode Pengolahan Data

2.10.1 Statistik 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).

2.10.2 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. Sebaliknya, 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 mengukur 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.

2.10.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain:

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel predictor.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
3. Model regresi berguna untuk memperkirakan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel *dependent* karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel *independent* karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

2.10.4 Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai

suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

2.10.5 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Mengenal permasalahan.
2. Memilih faktor dan level.
3. Menentukan faktor dan level.
4. Memilih metode desain eksperimen.
5. Melaksanakan eksperimen.
6. Analisis data.
7. Membuat suatu keputusan.

2.10.6 *Analysis of Variance*

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).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Pada metode penelitian ini mengenai teknologi *Biosand-Filter* dalam mengelolah air limbah yang telah banyak dilakukan di beberapa tempat, demikian pula dengan karbon aktif (*Activated Carbon*).

Teknologi *Biosand-Filter* yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter* sudah mulai diterapkan di beberapa negara sebagai salah satu teknologi yang tepat guna dalam mengolah air dengan karakteristik tertentu. Sedangkan teknologi karbon aktif telah lama digunakan dalam pengolahan air karena terbukti efektif dalam menurunkan beberapa parameter air. Pada penelitian ini akan dibahas sejauh mana efektifitas *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi dalam menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian Laboratorium (*LabourExperiment*), yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Adapun jenis penelitian yang dilakukan adalah dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kadar COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun dengan menggunakan teknologi *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi.

3.3 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun.

3.4 Lokasi Penelitian

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

1. Rumah Susun yang berlokasi di JL. Muharto Gg. 5 Blok B Kecamatan Kedung Kandang, Kelurahan Kota Lama Malang, sebagai titik pengambilan sampel limbah cair rumah susun. Rumah susun ini dihuni oleh \pm 300 jiwa.
2. Laboratorium Teknik Sipil, ITN Malang . Merupakan tempat pengayakan media filter, yaitu pasir halus, pasir kasar dan kerikil. Selain pengayakan, dilakukan juga pengeringan (menggunakan oven) untuk media pasir halus dan pasir kasar.
3. Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang. Merupakan tempat penelitian, yaitu unit *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi dan tempat menganalisis sampel air untuk mengetahui kandungan COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel prediktor

Pada penelitian ini menggunakan reaktor biosand filter dengan media filter berupa pasir halus, pasir kasar, karbon aktif dari sekam padi dan kerikil.

- Tinggi /ketebalan media filter yang digunakan yaitu :

Pasir halus dengan ketinggian : 30 cm

Pasir kasar dengan ketinggian : 25 cm

Karbon aktif sekam padi : 30 cm

Tinggi total media penyaring : 85 cm

Berdasarkan SNI 3981, 2008 tinggi total media penyaring untuk *slow sand filter* adalah 60 – 100 cm.

- Tinggi /ketebalan media penahan (kerikil) yang digunakan yaitu :

- Lapisan pertama : 5 cm (diameter 3 mm)

- Lapisan kedua : 10 cm (diameter 10 mm)

Berdasarkan SNI 3981, 2008 tinggi media penahan untuk lapisan pertama adalah 5 – 10 cm dengan diameter media 3 - 4 mm.

Sedangkan tinggi media penahan untuk lapisan kedua adalah 10 – 20 cm dengan diameter media 10 - 30 mm.

➤ Diameter media filter

Pasir halus : 0,20 mm

Pasir kasar : 0,30 mm

Karbon aktif : 0,20 mm

Berdasarkan Marsono, 1997 ukuran diameter untuk media penyaring dalam *slow sand filter* adalah 0,2 – 0,4 mm.

➤ Debit aliran : 1,9 ml/detik

(sumber : hasil perhitungan)

➤ Waktu pengambilan sampel :

○ Pengambilan pertama

Pengambilan sampel saat efluen keluar pertama (0 jam)

○ Pengambilan kedua

Pengambilan sampel setelah 2 jam

○ Pengambilan ketiga

Pengambilan sampel setelah 4 jam

○ Pengambilan keempat

Pengambilan sampel setelah 6 jam

○ Pengambilan kelima

Pengambilan sampel setelah 8 jam

Berdasarkan Marsono, 1997 waktu operasional untuk *slow sand filter* adalah 20 – 120 hari. Pada penelitian ini reaktor mulai dioperasikan pada hari ke 21 (steady state). Setelah waktu operasional ini berjalan kemudian dilakukan pengambilan sampel setiap dua jam sekali.

Berdasarkan penelitian Nilasari, 2006 waktu optimum *slow sand filter* untuk menurunkan COD adalah 4 jam dengan efisiensi 50,57 %.

2. Variabel respons

Parameter yang diteliti adalah konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah susun.

3.6 Bahan dan Alat Penelitian

3.6.1 Penyediaan Media Pasir Halus, Pasir Kasar, Kerikil dan Karbon Aktif

Pada proses penelitian ini, media diayak/ disaring terlebih dahulu sebelum nantinya dimasukkan kedalam unit. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan diameter butiran yang sama.

3.6.2 Alat Penelitian

3.6.2.1 Karbon Aktif Biosand Filter (BSF)

Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah *biosand filter (BSF)*.

Panjang unit	: 30 cm
Lebar unit	: 30 cm
Tinggi unit	: 125 cm
Tinggi total media	: 100 cm
Tinggi air diatas media pasir halus	: 5 cm
Tinggi lapisan kerikil di atas pasir halus	: 1 cm (1 lapisan)
<i>Freeboard (fb)</i>	: 10 cm

Lapisan kerikil di atas permukaan media pasir halus berfungsi sebagai pendistribusi aliran sekaligus menjaga agar lapisan biofilm tidak rusak ketika menerima debit air limbah yang dimasukkan ke dalam reaktor.

3.6.2.2 Reservoar

Reservoar yang digunakan untuk menampung limbah cair rumah susun sebanyak 2 buah. Reservoar pertama yang bervolume 64 liter diletakkan diatas menara air sebagai reservoar utama, sedangkan 1 reservoar lainnya diletakkan dibawah menara sebagai tempat penampungan sementara sebelum dialirkan ke reservoar utama.

3.7 Pelaksanaan Penelitian

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

3.7.1 Persiapan Media Pasir Halus, Pasir Kasar, Kerikil dan Karbon Aktif

Sebelum penelitian dilakukan, persiapan dan perlakuan terhadap alat dan media yang akan digunakan haruslah menjadi suatu perhatian yang penting agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan perencanaan. Media-media yang akan digunakan seperti pasir halus, pasir kasar, kerikil, dan karbon aktif harus diperhatikan dan diperlakukan sesuai dengan kriteria yang telah direncanakan. Media seperti pasir dan kerikil sebelum dimasukkan ke dalam filter, terlebih dahulu dilakukan pengayakan media. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan diameter butiran media yang seragam. Setelah mendapatkan ukuran media sesuai yang direncanakan maka selanjutnya dilakukan pencucian media, hal tersebut bertujuan agar media yang digunakan dalam keadaan bersih dan steril dari bakteri dan kotoran lainnya.

Selanjutnya, pada tahap pengeringan media dilakukan dengan menggunakan oven, tujuan penggunaan oven ini dilakukan agar media yang masih basah dapat kering secara cepat dan homogen serta bersih dari bakteri-bakteri yang mungkin masih terbawa dari proses pencucian. Untuk karbon aktif dari sekam padi, pembuatannya dilakukan sesuai prosedur di bawah ini :

3.7.1.1 Pembuatan karbon aktif dari sekam padi

Aktivasi dan karbonisasi

1. Melakukan proses karbonisasi dengan cara sekam padi dimasukkan pada furnace pada suhu 700°C selama \pm 2 jam.
2. Mengeringkan karbon aktif dengan cara memanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.
3. Karbon aktif dihaluskan, kemudian diayak dengan ayakan ukuran 0,2 mm.

(sumber : Cheremisinoff, 1978 dalam Astagina, 2006)

3.7.2 Persiapan Alat

3.7.2.1 Biosand Filter (BSF)

Unit *biosand filter* merupakan unit *rectangular* yang terbuat dari kaca 0,8 mm. Digunakannya kaca dalam pembuatan unit bertujuan agar pembentukan lapisan *biofilm* dan proses filtrasi dapat terlihat secara visual. Sebelum media filtrasi dimasukkan ke dalam unit, maka unit dalam keadaan siap digunakan. Setelah unit siap, media filter dimasukkan ke masing-masing unit BSF, dimana tiap unitnya memiliki ketinggian media filter yang berbeda. Ketinggian total media dari tiap *biosand filter* adalah 105 cm, yaitu 100 cm merupakan tinggi total media, dan 5 cm tinggi permukaan air dari media pasir halus. Air berfungsi agar pasir halus tidak kering dan juga untuk menjaga kelembaban pada pasir halus dimana merupakan tempat terbentuknya lapisan *biofilm* sehingga lapisan *biofilm* yang telah terbentuk tidak rusak.

3.7.2.3 Pengujian Sampel Awal

Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari air limbah rumah susun. Sebelum memulai penelitian ini, dilakukan pengujian sampel awal untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi limbah cair rumah susun.

3.7.2.4 Proses Sampling

Pengambilan sampel dilakukan pada 05.30-08.00, karena pada waktu tersebut penghuni rumah susun melakukan banyak aktifitas dalam hal pemakaian air bersih, sehingga air limbah yang dibuang banyak (Alaerts, G, 1984).

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 aquades.

2. Pengambilan sampel

Sampel air buangan diambil dari saluran akhir pembuangan yaitu berupa saluran limbah/selokan yang kedalamannya $\pm 0,5$ m. Dimana sampel diambil kira-kira pada $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$ tingkat penampang basah dari bawah permukaan air.

3. Pengawetan sampel

Karena jarak antara lokasi pengambilan dan tempat penelitian serta analisa cukup jauh maka dilakukan pengawetan sampel dengan pendinginan dan penyimpanan sampel ditempat gelap dengan cara pembungkusan wadah sampel dengan plastik/kain warna gelap.

4. Analisis sampel

Parameter yang akan diturunkan dan dianalisis adalah COD, TSS dan minyak lemak.

5. Pengaliran sampel air limbah cair domestik rumah susun di dalam reaktor dilakukan secara kontinyu.

6. Sampel untuk pengujian diambil dari dua titik, titik pertama yaitu pada inlet reaktor dan titik kedua yaitu pada outlet reaktor.

3.8 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.

Analisis terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraiaan 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 mikroorganismenya 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*.

3.9 Pengukuran COD, TSS dan Minyak Lemak

Unit *Carbon Active-Biosand Filter* dan nilai sampel effluent dari reaktor karbon aktif biosand filter dianalisa di Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang. Metode pengujian COD menggunakan metode *closed reflux titrimetric*, pengujian TSS menggunakan metode gravimetri sedangkan pengujian minyak lemak menggunakan metode gravimetri.

3.9.1 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Limbah cair rumah susun
- b. Aquadest
- c. Media filtrasi yaitu pasir, karbon aktif sekam padi dan kerikil
- d. Bahan-bahan pereaksi

3.10 Analisis Data

Analisis data statistik hasil penelitian dilakukan dengan metode analisis deskriptif, uji korelasi dan regresi. Analisis deskriptif ditujukan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Analisis varian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak. Kemudian dilanjutkan dengan analisa korelasi dan regresi untuk mengetahui tingkat keterkaitan suatu variabel terhadap variabel lain.

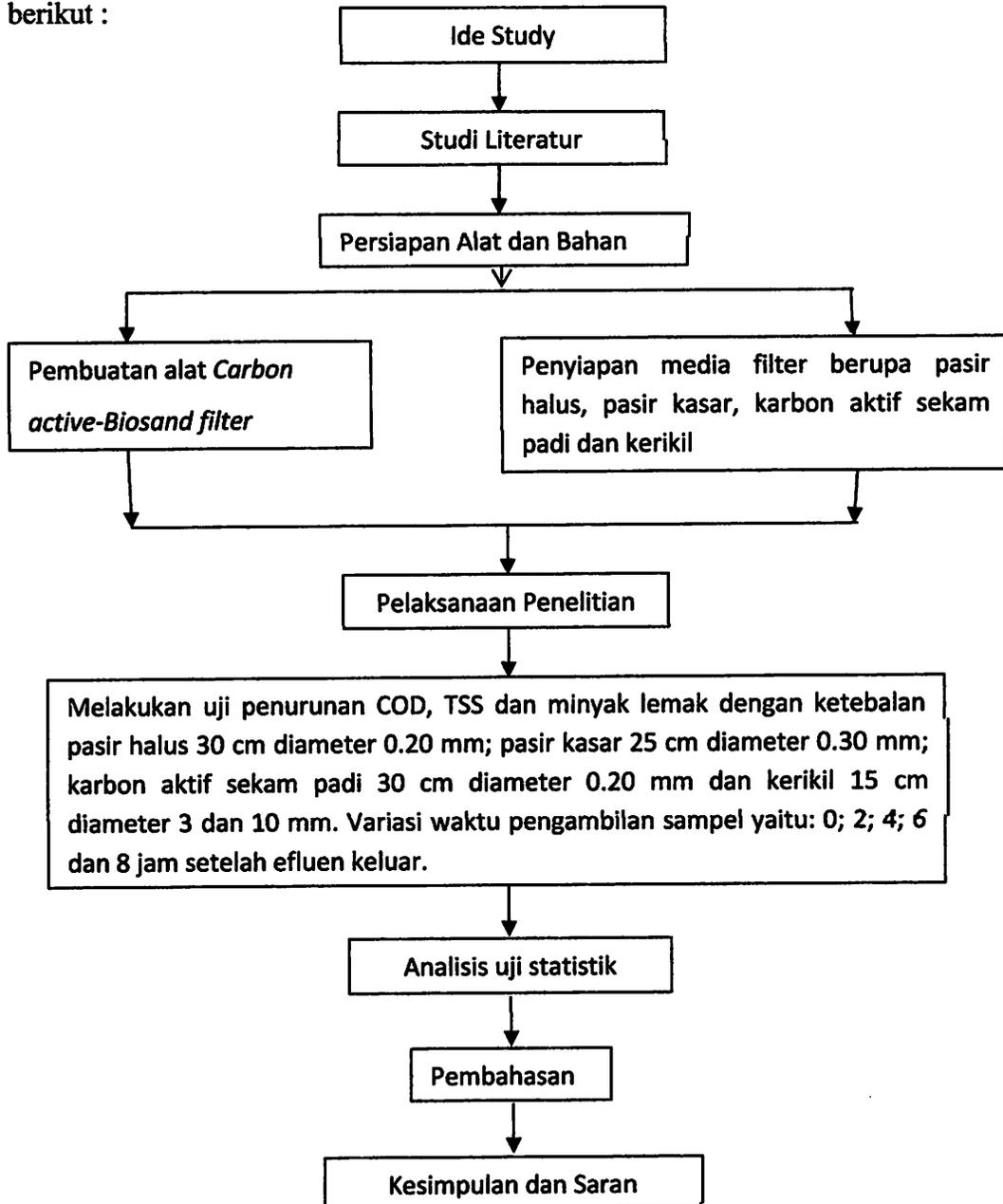
3.11 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dituliskan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini dan mempermudah pembaca memperoleh gambaran hasil penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ini diambil dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan.

Saran yang diberikan nantinya diharapkan dapat berguna bagi penelitian selanjutnya yaitu penyempurnaan penelitian ini.

3.12 Kerangka Penelitian

Untuk mempermudah proses pengerjaan skripsi ini, maka dibuat diagram alir penelitian. Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Limbah Cair Rumah Susun (Rusun) Kelurahan Kota Lama Malang

Dalam penelitian ini dilakukan analisis pendahuluan untuk memperoleh data karakteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel influen pada reaktor. Berdasarkan analisis laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik air limbah domestik rumah susun (rusun) Kelurahan Kota Lama Malang yang terdapat pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1. Karakteristik Air Limbah Domestik Rusun Kelurahan Kota Lama Malang

No.	Parameter	Hasil*)	Baku Mutu**)	Satuan
1.	COD	208,0	100	mg/L
2.	TSS	117,2	100	mg/L
3.	Minyak Lemak	18,03	10	mg/l

Sumber : *) Analisis Laboratorium Lingkungan ITN Malang

**) Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kadar COD, TSS dan minyak lemak melampaui baku mutu yang ada. Dalam hal ini dilakukan penelitian untuk menerapkan metode biosand filter dengan penambahan karbon aktif sekam padi guna menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak di dalam limbah cair rumah susun yang bertempat di Kelurahan Kota Lama Malang.

4.2 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap 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.

Analisis 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 mikroorganismenya 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 penyisihan bahan organik digunakan rumus :

- Penyisihan bahan organik = $\frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$
- Contoh perhitungan penyisihan bahan organik pada hari ke 2 :

$$\text{Penyisihan bahan organik} = \frac{64,46 - 62,56}{64,46} \times 100\% = 2,94 \%$$

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir bahan organik pada proses aklimatisasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Penyisihan Bahan Organik

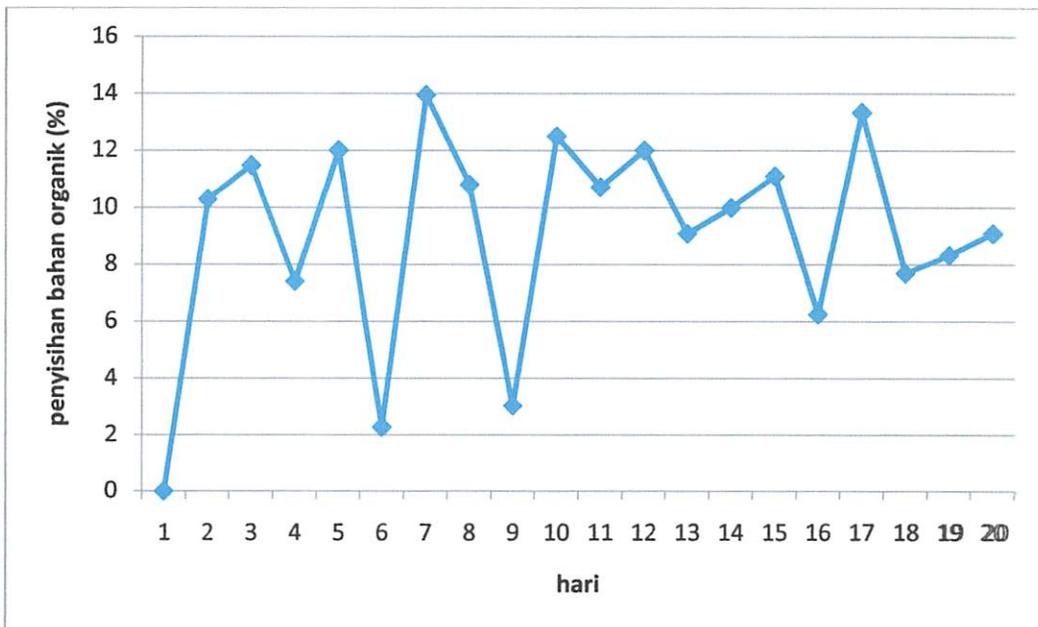
Hari ke	Tanggal	temperatur (°C)	pH	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	24-Apr	26,5	7,2	21,49	0	0
2	25-Apr	26,5	7,2	19,28	2,21	10,29
3	26-Apr	25,8	7,3	17,06	2,21	11,48
4	27-Apr	25,9	7,2	15,80	1,26	7,41
5	28-Apr	26,3	7,1	13,90	1,90	12,00
6	29-Apr	26,5	7,4	13,59	0,32	2,27
7	30-Apr	26,3	7,3	11,69	1,90	13,95
8	01-Mei	25,7	7,3	10,43	1,26	10,81
9	02-Mei	25,9	7,5	10,11	0,32	3,03
10	03-Mei	25,8	7,4	8,85	1,26	12,50
11	04-Mei	26,6	7,3	7,90	0,95	10,71
12	05-Mei	26,1	7,3	6,95	0,95	12,00
13	06-Mei	26,5	7,3	6,32	0,63	9,09

Lanjutan Tabel 4.2 Penyisihan Bahan Organik

14	07-Mei	26,5	7,2	5,69	0,63	10
15	08-Mei	26,3	7,2	5,06	0,63	11,11
16	09-Mei	26,5	7,3	4,74	0,32	6,25
17	10-Mei	25,9	7,3	4,11	0,63	13,33
18	11-Mei	25,8	7,3	3,79	0,32	7,69
19	12-Mei	26	7,2	3,48	0,32	8,33
20	13-Mei	26,3	7,3	3,16	0,32	9,09

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Aklimatisasi ini dilakukan secara batch selama 20 hari. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 6 sebesar 2,27 %, sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 7 sebesar 13,95 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10 % selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke 18, 19 dan 20 sebesar 7,69 %, 8,33% dan 9,09 % dengan konsentrasi bahan organik sebesar 3,79 mg/l, 3,48 mg/l dan 3,16 mg/l. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi *steady state* telah tercapai.



Gambar 4.1. Persen (%) penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi

Proses aklimatisasi membutuhkan waktu yang lama dan cukup sulit, karena harus menumbuhkan mikroorganisme yang mampu beradaptasi dengan karakteristik air limbah. Selama proses aklimatisasi terjadi peningkatan dan penurunan persentase penyisihan bahan organik yang ekstrim. Peningkatan yang ekstrim terjadi pada hari ke 2, 7 dan 10. Hal ini disebabkan karena terjadinya kematian mikroorganisme yang tidak mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada. Menurut pendapat Grady dan Lim, (1980) pada saat mikroorganisme mati, mereka akan mengeluarkan isi selnya ke media tempat mereka hidup, isi sel ini yang dapat terukur sebagai bahan organik. Penurunan persentase penyisihan bahan organik yang ekstrim terjadi pada hari ke 6 dan 9. Penurunan ini disebabkan belum mampunya mikroorganisme untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor.

Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya mikroorganisme yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah dan mampu beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor (Prabowo, 2000). Kegiatan ini dilakukan sampai kondisi *steady state* dicapai, yaitu apabila penyisihan bahan organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme 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 kondisi telah *steady state* (Prastiwi, 2004). Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran bahan organik selama kondisi aklimatisasi pada effluent sehingga diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan penyisihan di bawah 10 %.

4.3 Konsentrasi COD, TSS, dan Minyak Lemak Setelah Proses

Penelitian ini menggunakan reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif sekam padi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel dengan ketentuan sebagai berikut :

Waktu pengambilan sampel :

- Pengambilan pertama

Pengambilan sampel saat efluen keluar pertama

- Pengambilan kedua
Pengambilan sampel setelah 2 jam
- Pengambilan ketiga
Pengambilan sampel setelah 4 jam
- Pengambilan keempat
Pengambilan sampel setelah 6 jam
- Pengambilan kelima
Pengambilan sampel setelah 8 jam

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui nilai konsentrasi masing-masing parameter pada reaktor uji setelah proses dapat dilihat pada tabel 4.3 untuk COD, tabel 4.4 untuk TSS dan tabel 4.5 untuk Minyak Lemak.

Tabel 4.3. Konsentrasi COD Setelah Proses

No	Konsentrasi Awal (mgO ² /l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir COD (mgO ² /l)
1	208	0	186,67
2	208	2	165,33
3	208	4	96,00
4	208	6	80,00
5	208	8	64,00

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Tabel 4.4. Konsentrasi TSS Setelah Proses

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)
1	117,53	0	11,23
2	117,00	2	8,57
3	117,00	4	6,13
4	116,97	6	5,27
5	116,70	8	5,00

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Tabel 4.5. Konsentrasi Minyak Lemak Setelah Proses

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mg/l)
1	18	0	15,23
2	18,1	2	12,33
3	18,2	4	8,73
4	17,9	6	8,33
5	18,1	8	7,90

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

4.4 Pengolahan Data

4.4.1 Persentase Penurunan COD

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah susun Kelurahan Kota Lama Malang dengan menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif sekam padi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Analisis persentase penurunan COD pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Besarnya persentase penurunan konsentrasi COD pada reaktor uji dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.6. Persentase Penurunan Konsentrasi COD

No	Konsentrasi Awal COD (mgO ² /l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir COD (mgO ₂ /l)	Persentase Penyisihan COD (%)
1	208	0	186,67	10,26
2	208	2	165,33	20,51
3	208	4	96,00	53,85
4	208	6	69,33	61,54
5	208	8	64,00	69,23

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.5 didapatkan persentase penurunan konsentrasi COD pada reaktor uji berada diantara 10,26 % - 69,23 %.

4.4.2 Persentase Penurunan TSS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah susun Kelurahan Kota Lama Malang dengan menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif sekam padi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Analisis persentase penurunan TSS pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Besarnya persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.7. Persentase Penurunan Konsentrasi TSS

No	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	Persentase Penyisihan TSS (%)
1	117,53	0	11,23	90,44
2	117,00	2	8,57	92,68
3	117,00	4	6,13	94,76
4	116,97	6	5,27	95,50
5	116,70	8	5,00	95,72

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.6 didapatkan persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji berada diantara 90,44 % - 95,72 %.

4.4.3 Persentase Penurunan Minyak Lemak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah susun Kelurahan Kota Lama Malang dengan menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif sekam padi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi minyak lemak dengan tingkat penurunan yang bervariasi.

Analisis persentase penurunan minyak lemak pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Besarnya persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada reaktor uji dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.8. Persentase Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

No	Konsentrasi Awal Minyak Lemak (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mg/l)	Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)
1	18	0	15,23	15,37
2	18,1	2	12,33	31,86
3	18,2	4	8,73	51,93
4	17,9	6	8,33	53,45
5	18,1	8	7,90	56,35

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.7 didapatkan persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada reaktor uji berada diantara 15,37 % - 56,35 %.

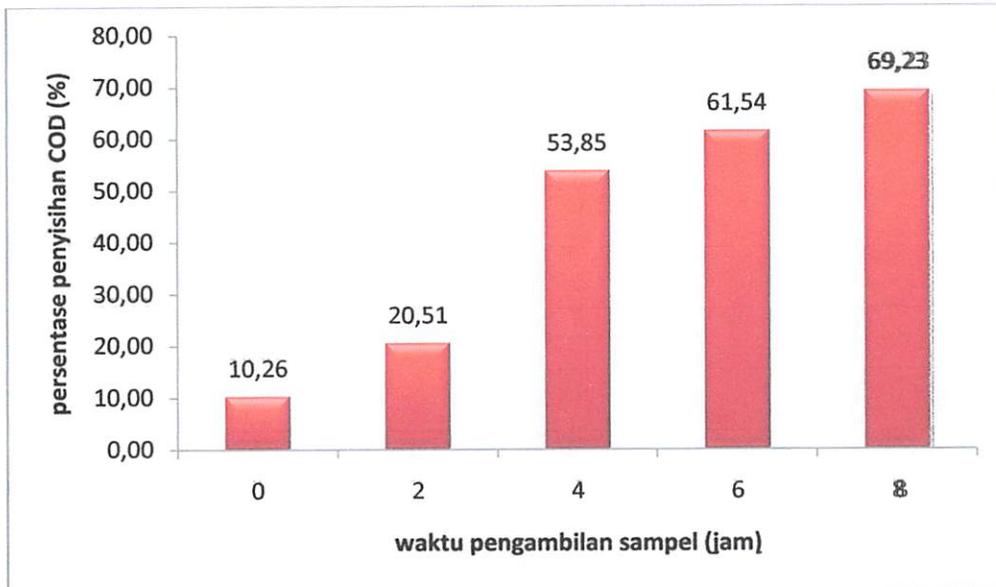
4.5 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis data dengan cara mendeskriptifkan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku umum. Dalam penelitian ini analisis deskriptif menggunakan rata-rata data atau mean sebagai ukuran pemusatan data.

4.5.1 Analisis Deskriptif COD

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah susun Kelurahan Kota Lama Malang yang menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif sekam padi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi COD pada reaktor uji pada tabel 4.5 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi COD pada gambar 4.2.



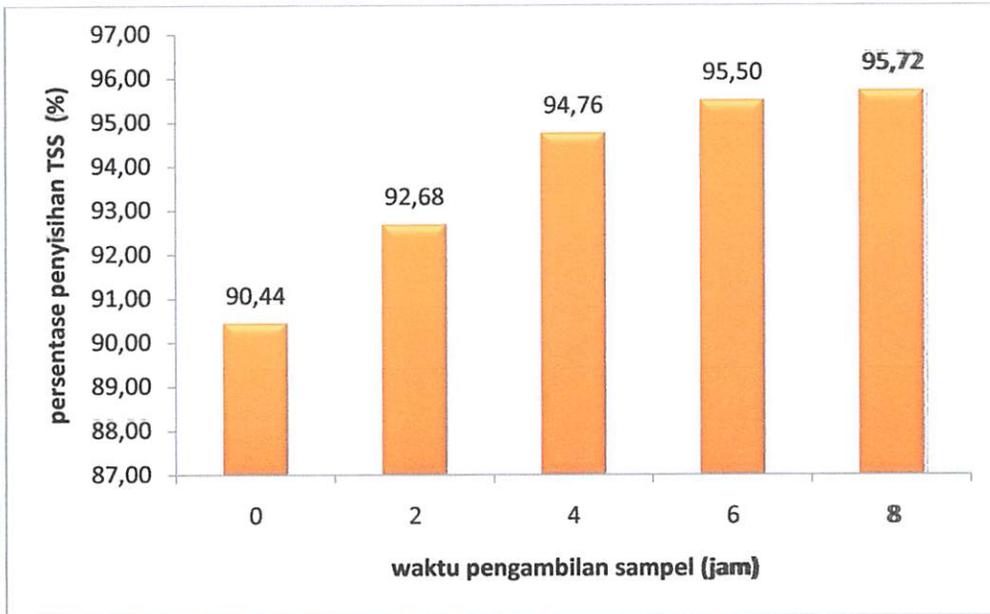
Gambar 4.2. Persentase penurunan konsentrasi COD

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi COD cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan COD tertinggi sebesar 69,23% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan COD terendah sebesar 10,26% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

4.5.2 Analisis Deskriptif TSS

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah susun Kelurahan Kota Lama Malang yang menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif sekam padi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji pada tabel 4.6 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi TSS pada gambar 4.3.



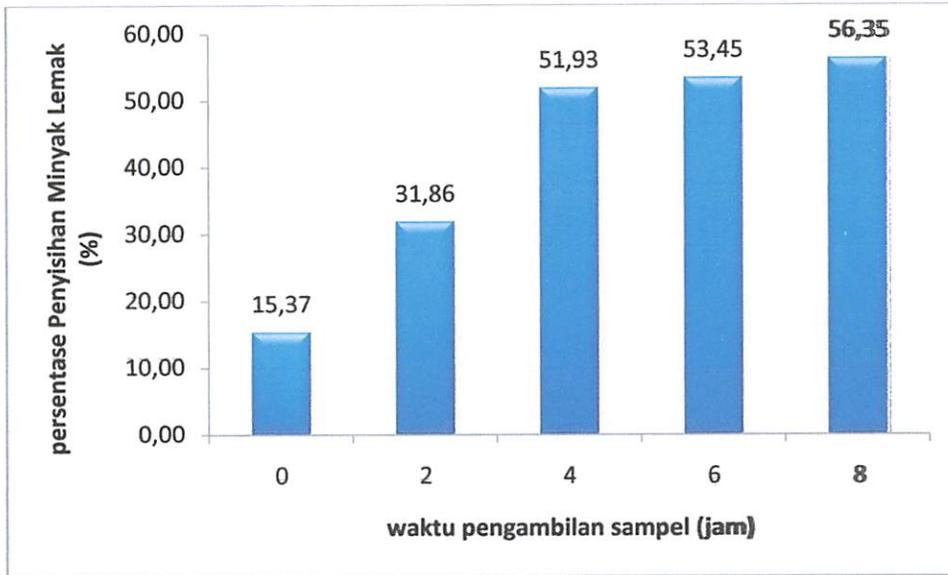
Gambar 4.3. Persentase penurunan konsentrasi TSS

Berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi TSS cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan TSS tertinggi sebesar 95,72% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan TSS terendah sebesar 90,44% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

4.5.3 Analisis Deskriptif Minyak Lemak

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah susun Kelurahan Kota Lama Malang yang menggunakan *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif sekam padi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi minyak lemak dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam.

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada reaktor uji pada tabel 4.7 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Persentase penurunan konsentrasi minyak lemak

Berdasarkan tabel 4.7 dan gambar 4.4 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi minyak lemak cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 56,35% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak terendah sebesar 15,37% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

4.6 Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel yang diamati. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif mempunyai artian bahwa hubungan antara dua variabel adalah tidak searah, dimana jika salah satu variabel menurun maka variabel lainnya meningkat. Nilai korelasi bernilai positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah searah, dimana jika salah satu variabel meningkat maka variabel lainnya meningkat pula.

Suatu hubungan antara dua variable dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau (-1) dan jika sebuah hubungan antara dua variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol). Nilai dari derajat keeratan (r) tersebut dapat dibaca dengan melihat klasifikasi hubungan statistika dua peubah.

Analisis korelasi ini juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana :

- H_0 = Tidak ada korelasi antara variabel ($\rho = 0$)
- H_1 = Ada korelasi antara variabel ($\rho \neq 0$)

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

4.6.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan COD

Hasil uji korelasi persentase penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan COD (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)

<p>Correlations: waktu detensi; % penyisihan COD</p> <p>Pearson correlation of waktu detensi and % penyisihan COD = 0,963 P-Value = 0,009</p>
--

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.8 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi adalah 0,963. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan COD yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,009 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.

4.6.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS (%)
Terhadap Waktu Detensi (jam)**

Correlations: waktu detensi; % penyisihan TSS
Pearson correlation of waktu detensi and % penyisihan TSS = 0,945 P-Value = 0,015

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.9 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi adalah 0,945. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan TSS yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,015 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.

4.6.3 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Hasil uji korelasi persentase penyisihan minyak lemak dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak (%)
Terhadap Waktu Detensi (jam)**

Correlations: waktu detensi; % penyisihan minyak lemak
Pearson correlation of waktu detensi and % penyisihan minyak lemak = 0,927 P-Value = 0,023

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak dengan waktu detensi adalah 0,927. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu detensinya maka persen penyisihan minyak lemak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,023 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak dengan waktu detensi.

4.7 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan atau korelasi data. Variabel respons adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Sedangkan variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons. Kedua variabel dihubungkan dengan bentuk persamaan aritmatika dimana variabel respons dan variabel prediktor dalam model regresi harus berskala kontinyu. Artinya bahwa skala data untuk kedua variabel harus ratio atau interval (Iriawan, 2004).

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji T yang digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variabel prediktor

Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingkan statistik T hitung dengan statistik T tabel. Jika statistik T hitung < statistik T tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik T hitung > statistik T tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05 , maka H_0 ditolak

4.7.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan COD

Hasil uji regresi persentase penyisihan COD dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.12 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan COD (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)

Regression Analysis: % penyisihan COD versus waktu detensi				
The regression equation is				
% penyisihan COD = 11,3 + 7,95 waktu detensi				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	11,284	6,325	1,78	0,172
waktu detensi	7,949	1,291	6,16	0,009
S = 8,16493 R-Sq = 92,7% R-Sq(adj) = 90,2%				

Pada Tabel 4.11 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.11 adalah $Y = 11,3 + 7,95 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan COD (%) dan X_1 adalah waktu detensi (jam). Koefisien regresi sebesar 7,95 untuk variasi waktu detensi (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan COD sebesar 7,95 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu detensi bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.8 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu detensi juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu detensi adalah 0,963. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel prediktor, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,4)} = 2,776$. Nilai t waktu detensi pada Tabel 4.11 adalah sebesar 6,16. Nilai probabilitas (P) waktu detensi pada Tabel 4.11 adalah 0,01. Kesimpulan yang diambil untuk waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T tabel dan nilai P < 0,05. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan COD .

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 92,7 %. Hal ini berarti persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh waktu detensi, sedangkan sisanya 7,3 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.7.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil uji regresi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.13 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan TSS (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus waktu detensi				
The regression equation is				
% penyisihan TSS = 91,1 + 0,669 waktu detensi				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	91,1440	0,6538	139,40	0,000
waktu detensi	0,6690	0,1335	5,01	0,015
S = 0,844109 R-Sq = 89,3% R-Sq(adj) = 85,8%				

Pada Tabel 4.12 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.12 adalah $Y = 91,1 + 0,669 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan TSS (%) dan X_1 adalah waktu detensi (jam). Koefisien regresi sebesar 0,669 untuk variasi waktu detensi (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan TSS sebesar 0,669 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu detensi bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.9 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu detensi juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu detensi adalah 0,945. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,4)} = 2,776$. Nilai t waktu detensi pada Tabel 4.12 adalah sebesar 5,01. Nilai probabilitas (P) waktu detensi pada Tabel 4.12 adalah 0,015. Kesimpulan yang diambil untuk waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan TSS.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 89,3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh waktu detensi, sedangkan sisanya 10,7 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.7.3 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Hasil uji regresi persentase penyisihan minyak lemak dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.14 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) Terhadap Waktu Detensi (jam)

Regression Analysis: % penyisihan minyak lemak versus waktu detensi					
The regression equation is % penyisihan minyak lemak = 21,1 + 5,18 waktu detensi					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	21,082	5,918	3,56	0,038	
waktu detensi	5,178	1,208	4,29	0,023	
S = 7,64046 R-Sq = 86,0% R-Sq(adj) = 81,3%					

Pada Tabel 4.13 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.13 adalah $Y = 21,1 + 5,18 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan minyak lemak (%) dan X_1 adalah waktu detensi (jam). Koefisien regresi sebesar 5,178 untuk variasi waktu detensi (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan minyak lemak sebesar 5,178 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu detensi bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.10 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu detensi juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu detensi adalah 0,927. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,4)} = 2,776$. Nilai t waktu detensi pada Tabel 4.13 adalah sebesar 4,29. Nilai probabilitas (P) waktu detensi pada Tabel 4.13 adalah 0,023. Kesimpulan yang diambil untuk waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan minyak lemak.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 86,0 %. Hal ini berarti persentase penyisihan minyak lemak dipengaruhi oleh waktu detensi, sedangkan sisanya 14,0 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.8 Analisis ANOVA One Way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu detensi terhadap persentase penyisihan COD, TSS dan Minyak Lemak.

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 probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

- a. Nilai probabilitas,
 - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
 - Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
- b. Nilai F hitung,
 - F hitung output $>$ F tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output $<$ F tabel, H_0 diterima

4.8.1 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan COD

Hasil analisis untuk persentase penyisihan COD terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini:

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas. Untuk uji signifikansi (α) sebesar 2%, maka $t_{0,02,14}$ dari tabel distribusi t didapat $(t_{0,02,14}) = 2,145$. Nilai t waktu deteksi pada Tabel 4.13 adalah sebesar 4,29. Nilai probabilitas (P) waktu deteksi pada Tabel 4.13 adalah 0,023. Kesimpulan yang diambil untuk waktu deteksi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 karena nilai T hitung > T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu deteksi berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan minyak lemak.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2 square = r^2) sebesar 86,0%. Hal ini berarti persentase penyisihan minyak lemak dipengaruhi oleh waktu deteksi, sedangkan sisanya 14,0% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.8 Analisis ANOVA One Way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu deteksi terhadap persentase penyisihan COD, TSS dan Minyak Lemak.

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 probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

- a. Nilai probabilitas
 - jika probabilitas $\leq 0,05$, H_0 diterima
 - jika probabilitas $> 0,05$, H_0 ditolak
- b. Nilai F hitung
 - F hitung output > F tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output \leq F tabel, H_0 diterima

4.8.1 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan COD

Hasil analisis untuk persentase penyisihan COD terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini:

Tabel 4.15 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan COD (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; % penyisihan COD					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	4021	4021	10,80	0,011
Error	8	2978	372		
Total	9	6998			

S = 19,29 R-Sq = 57,45% R-Sq(adj) = 52,13%

Hasil tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F didapat F tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu detensi adalah 10,80. Nilai probabilitas waktu detensi adalah 0,011.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel 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 COD terhadap waktu detensi dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.8.2 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil analisis untuk persentase penyisihan TSS terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut ini:

Tabel 4.16 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan TSS (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; % penyisihan TSS					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	20169,08	20169,08	2687,42	0,000
Error	8	60,04	7,51		
Total	9	20229,12			

S = 2,740 R-Sq = 99,70% R-Sq(adj) = 99,67%

Hasil tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F didapat F (Fisher) tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu detensi adalah 2687,42. Nilai probabilitas waktu detensi adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel 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 terhadap waktu detensi dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.8.3 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Hasil analisis untuk persentase penyisihan minyak lemak terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut ini:

Tabel 4.17 Hasil Uji ANOVA antara Variasi

Waktu Detensi (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; % penyisihan minyak lemak					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	3571	3571	22,19	0,002
Error	8	1287	161		
Total	9	4858			

S = 12,69 R-Sq = 73,50% R-Sq(adj) = 70,19%

Hasil tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F didapat F tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu detensi adalah 22,19. Nilai probabilitas waktu detensi adalah 0,002.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel 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 minyak lemak terhadap waktu detensi dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.9 Pembahasan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah susun yang bertempat di Kelurahan Kota Lama Malang dengan menggunakan reaktor *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif sekam padi mampu menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak. Penjelasan selanjutnya dapat dilihat di bawah ini.

4.9.1 Penurunan Konsentrasi COD

Pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa konsentrasi COD setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 64,00 mg/l–186,67 mg/l. Sedangkan persentase penurunan COD tertinggi sebesar 69,23% pada perlakuan waktu pengambilan sampel jam ke 8.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan COD adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu detensi maka semakin besar persentase penurunan COD nya.

Salah satu media yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang memiliki kemampuan sebagai adsorben. Media filtrasi berupa butiran sering digunakan dalam pengolahan air limbah. Butiran partikel ini mempunyai kemampuan adsorpsi sehingga sering digunakan dalam meremoval kontaminan biologi dan kimia dalam air limbah (Cheremisinoff, 2002; www.calgoncarbon.com) termasuk COD. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir halus dengan diameter 0,2 mm dan pasir kasar dengan diameter 0,3 mm. Berdasarkan diameter pasir tersebut maka unit ini termasuk saringan pasir lambat (*slow sand filter*) karena kriteria desain untuk slow sand filter adalah

pasir dengan diamer 0,2 mm-0,4 mm (Marsono, 1997). Dengan demikian proses filtrasi ini mampu menurunkan beban COD yang ada pada air limbah.

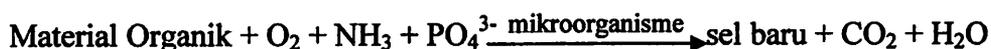
Ada dua jenis proses penyaringan yang terjadi pada Saringan Pasir Lambat, yakni secara fisika dan biologi. Partikel-partikel yang ada dalam sumber air yang keruh secara fisik akan tertahan oleh lapisan pasir pada SPL (Saringan Pasir Lambat). Disisi lain, bakteri-bakteri dari genus *Pseudomonas* dan *Trichoderma* akan tumbuh dan berkembang biak. Pada saat proses filtrasi dengan debit air lambat, patogen yang tertahan oleh saringan akan dimusnahkan oleh bakteri-bakteri tersebut (<http://aimyaya.com>).

Di bawah lapisan pasir terdapat lapisan karbon aktif dari sekam padi. Karbon aktif sangat berguna sebagai media filtrasi karena tidak hanya mampu memisahkan partikel solid secara fisik namun mampu menyerap berbagai material dalam air termasuk COD. Karbon aktif mempunyai kemampuan mengikat material organik sehingga sering digunakan untuk meremoval bahan organik yang terdapat di udara dan air limbah. Efektifitas dari karbon aktif dalam meremoval bahan organik ini dikarenakan besarnya luas permukaan yang merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi (Cheremisnoff, 2002; Graham dkk, 1951 dalam Setiawan, 2008).

Pada permukaan lapisan pasir halus tumbuh lapisan mikroorganisme aerobik yang dikenal dengan lapisan biofilm. Lapisan biofilm ini mengandung mikroorganisme yang hidup pada media untuk mengekstrak nutrien yang terkandung dalam air limbah yang dilewatkan pada lapisan ini (P Sincero and A sincero, 1996). Lapisan biofilm yang sudah ditumbuh kembangkan pada tahap aklimatisasi ini mampu mendegradasi bahan organik sehingga dapat memaksimalkan penurunan konsentrasi COD dalam air limbah. Pada proses biodegradasi ini, bahan organik terlarut merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme sehingga konsentrasinya menjadi berkurang.

Penurunan COD sangat dipengaruhi proses biologis yang terjadi dalam unit BSF. Penurunan konsentrasi COD juga dipengaruhi oleh ketebalan dari lapisan *biofilm* yang melekat pada permukaan pasir dan lamanya BSF tersebut beroperasi. Lapisan *biofilm* yang melekat pada pasir berfungsi sebagai oksidator yang akan menyebabkan bahan organik terlarut dalam air mengalami reaksi

oksidasi reduksi dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme digunakan untuk mengoksidasi (merubah) bahan organik terlarut an partikel karbon menjadi produk akhir yang sederhana dan biomassa tambahan, seperti yang ditampilkan pada persamaan berikut:



Oksigen, amonia dan phospat pada persamaan diatas digunakan untuk menggambarkan nutrient yang dibutuhkan untuk mengubah bahan organik menjadi produk akhir yang sederhana (yaitu CO₂ dan H₂O). Tanda panah pada persamaan diatas digunakan untuk menunjukkan bahwa mikroorganisme dibutuhkan untuk melakukan proses oksidasi. Istilah “sel baru” digunakan untuk menggambarkan biomassa yang diproduksi sebagai hasil dari proses oksidasi bahan organik. Proses penguraian tersebut menyebabkan nilai COD pada limbah turun.

Semakin lama waktu detensi maka penyisihan konsentrasi COD menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adsorben dan lapisan biofilm untuk mengikat material organik dalam limbah cair rumah susun. Pori-pori yang terdapat pada adsorben ini mampu menyerap material organik yang terkandung dalam air limbah dan mengurangi konsentrasi COD.

Reaktor ini hanya mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 69,23 %. Hal ini disebabkan karena pada proses adsorpsi pada suatu saat akan mengalami titik kejenuhan dimana adsorben tidak bisa lagi melakukan penyerapan sehingga perlu dilakukan proses regenerasi yaitu proses pengaktifan kembali atau pergantian adsorben. (Cheremisinoff, 2002; www.o-fish.com).

Waktu tinggal optimum yang menghasilkan persentase penurunan COD terbesar berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 adalah jam ke 8.

4.9.2 Penurunan Konsentrasi TSS

Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa konsentrasi TSS setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 5,00 mg/l–11,23 mg/l. Sedangkan persentase penurunan COD tertinggi sebesar 95,72% pada perlakuan waktu pengambilan sampel jam ke 8.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan TSS adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu detensi maka semakin besar persentase penurunan TSS nya.

Terdapatnya *Total Suspended Solid* (TSS) dalam jumlah yang berlebihan di dalam air akan menyakibatkan kualitas air menurun, karena adanya absorpsi oksigen yang ada didalam air berkurang dan akan menyebabkan fotosintesis tidak dapat berjalan. Pada umumnya partikel tersuspensi memiliki ukuran lebih besar dari pada 1 mikron dan untuk partikel koloid mempunyai ukuran antara 1 milimikron hingga 1 mikron . Kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berlebih jumlahnya dapat dihilangkan dengan cara pengendapan sedangkan kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan koloid tidak mungkin dilakukan dengan pengendapan karena bentuk ini biasanya lebih stabil dalam air dan tidak mudah mengendap. Pada umumnya untuk menghilangkan partikel koloid dilakukan dengan proses penyaringan dengan saringan pasir lambat (bila bebannya tidak terlalu tinggi) atau dengan proses flokulasi-koagulasi yang diikuti dengan proses pengendapan dan penyaringan dengan pasir cepat (Puspita, 2008).

Pada penelitian ini, digunakan pasir halus dan pasir kasar yang berdiameter 0,2 mm dan 0,3 mm sehingga termasuk dalam kategori saringan pasir lambat (Marsono,1997). Saringan pasir lambat (*slow sand filter*) meliputi proses removal material yang tersuspensi dalam air dengan aliran berkecepatan rendah. Secara prinsip, saringan pasir lambat adalah menyusun lapisan media pasir dengan volume tertentu sehingga dapat dilewati air dengan kecepatan yang rendah (Cheremisinoff, 2002).

Di bawah lapisan pasir terdapat lapisan karbon aktif dari sekam padi. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25 1000% terhadap berat arang aktif (Meilita dan Tuti, 2003) sehingga mampu untuk menyerp TSS.

Penurunan konsentrasi TSS juga dipengaruhi oleh adanya lapisan biofilm yang menempel pada permukaan pasir halus. Mikroorganisme yang menempel pada permukaan media filter akan memanfaatkan oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair sehingga TSS menjadi berkurang (Sahani, 2008).

Semakin lama waktu detensi maka penyisihan konsentrasi TSS menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adsorben untuk mengikat partikel tersuspensi dalam limbah cair rumah susun. Pengendapan yang terjadi juga semakin lama sehingga efisiensinya semakin besar, waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

Waktu tinggal optimum yang menghasilkan persentase penurunan TSS terbesar berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.3 adalah jam ke 8.

4.9.3 Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

Pada tabel 4.5 dapat diketahui bahwa konsentrasi minyak lemak setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 7,90 mg/l–15,23 mg/l. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 56,30% pada perlakuan waktu pengambilan sampel jam ke 8.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan minyak lemak adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu detensi maka semakin besar persentase penurunan minyak lemak nya.

Salah satu media yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dari sekam padi. Hal ini dikarenakan karbon aktif merupakan padatan yang bersifat porous sehingga dapat menyerap berbagai bahan organik, salah satunya adalah minyak lemak (Cheremisinoff, 2002; Desilva, 2000).

Proses pengolahan secara biologis pada umumnya sangat efektif untuk mengurangi konsentrasi minyak lemak dan emulsi lainnya yang tidak dapat distabilkan atau dikurangi konsentrasinya oleh proses kimia (penambahan bahan kimia) (Mawardin, 2011). Pada penelitian ini terdapat lapisan biofilm yang menempel pada permukaan lapisan pasir halus. Lapisan biofilm yang sudah ditumbuh kembangkan pada tahap aklimatisasi ini mampu mendegradasi bahan

organik sehingga dapat memaksimalkan penurunan konsentrasi minyak lemak dalam air limbah.

Semakin lama waktu detensi maka penyisihan konsentrasi minyak lemak menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adsorben dan lapisan biofilm untuk mereduksi konsentrasi minyak lemak dalam limbah cair rumah susun.

Reaktor ini hanya mampu menurunkan konsentrasi minyak lemak sebesar 56,30 %. Hal ini disebabkan karena pada proses adsorpsi pada suatu saat akan mengalami titik kejenuhan dimana adsorben tidak bisa lagi melakukan penyerapan sehingga perlu dilakukan proses regenerasi yaitu proses pengaktifan kembali atau pergantian adsorben. (Cheremisinoff, 2002; www.o-fish.com).

Waktu tinggal optimum yang menghasilkan persentase penurunan minyak lemak terbesar berdasarkan tabel 4.7 dan gambar 4.4 adalah jam ke 8.

4.10 Kualitas Output Pengolahan Biosand Filter dengan Penambahan Karbon Aktif Sekam Padi Berdasarkan Standar Baku Mutu

Konsentrasi awal COD, TSS dan minyak lemak pada limbah cair rumah susun yang bertempat di Kelurahan Kota Lama Malang secara berturut-turut adalah 208,00 mg/l, 117,20 mg/l dan 18,03 mg/l. Konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak tersebut melebihi standar baku mutu yang ditetapkan Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak sesuai baku mutu tersebut secara berturut-turut adalah 100 mg/l, 100 mg/l dan 10 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode biosand filter dengan penambahan karbon aktif sekam padi, konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak yang terkandung dalam limbah tersebut mengalami penurunan.

Konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak setelah proses secara berturut-turut adalah 64 mg/l, 5 mg/l dan 7,9 mg/l. Konsentrasi tersebut adalah konsentrasi terendah yang bisa diperoleh dari pengolahan ini. Dari hasil konsentrasi akhir tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan menggunakan metode biosand filter dengan penambahan karbon aktif sekam padi sudah memenuhi standar baku mutu untuk parameter COD, TSS dan minyak lemak.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 69,23 %, konsentrasi TSS sebesar 95,72 % dan konsentrasi minyak lemak sebesar 56,35 %.
2. Berdasarkan penelitian ini, waktu efektif untuk menurunkan COD, TSS dan minyak lemak dengan menggunakan reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi adalah waktu pengambilan sampel jam ke 8.
3. Reaktor biosand filter dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi mampu menurunkan konsentrasi COD, TSS dan minyak lemak hingga memenuhi baku mutu yang ada.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah interval waktu detensi sehingga dapat diketahui sejauh mana kemampuan reaktor ini dalam menurunkan konsentrasi pencemar.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menambah jenis media adsorben untuk meningkatkan efektifitas reaktor.



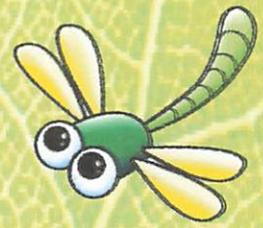
DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Santika S, 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim. *Activated Carbon Products and Media*. <http://www.calgoncarbon.com>. Diakses tanggal 7 Juli 2011 puku 19.00 WIB
- Anonim. *Biosand Filter*. <http://www.BioSandFilter.org>. Diakses tanggal 21 Desember 2010 puku 20.00 WIB
- Anonim. *Filter Kimia*. <http://www.o-fish.com>. Diakses tanggal 17 Mei 2011 puku 21.05 WIB.
- Anonim. *Kumpulan Teknik Penyaringan Air Sederhana*. <http://www.aimyaya.com>. Diakses tanggal 17 Mei 2011 puku 21.00 WIB.
- Astagina, Manik, 2006. *Uji Kemampuan Karbon Aktif Sekam Padi Untuk Menurunkan Kandungan Zat Warna dan Krom Limbah Cair Industri Tekstil*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.
- Cheremisinoff, Nicholas P, 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann, United State of America.
- DeSilva, Frank, 2000. *Activated Carbon Filter*. Published in Water Quality Products Magazine.
- Griswidia, Reni, 2008. *Penurunan Kadar Minyak Lemak Pada Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Dilanjutkan dengan Reaktor Karbon Aktif*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII Yogyakarta.
- Iriawan, N dan Astuti, S.P, 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi. Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003. *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. Jakarta
Jakarta.

- Marsono, Bowo Djoko. *Pengolahan Limbah Cair Biologis*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.
- Mawardin, 2011. *Kajian Waktu Operasi Terhadap Penurunan Deterjen dan Minyak Lemak Pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan Bermotor dengan Reaktor Aerokarbonbiofilter*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.
- Ngai, T. and Sophie, 2003. *The Arsenic Biosand Filter (ABF) Design of An Appropriate Household Drinking Water Filter for Rural Nepal*. Nepal.
- Nilasari, Desi, 2006. *Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Slow Sand Filter untuk Menurunkan Kekeruhan dan COD Air Sungai*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.
- Puspita, Diana, 2008. *Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Disertai dengan Reaktor Karbon Aktif*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII Yogyakarta.
- Reynold, 1997. *Unit Operation and Design*. Mc Graw-Hill. New York. Amerika
- Sahani, Wahyu, 2008. *Pengaruh Ketebalan Media Filter dan Kebutuhan Oksigen Terhadap Penurunan Kadar TSS, BOD, COD dan Koliform Pada Limbah Cair Rumah Sakit*. Skripsi, Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan. Makasar.
- Sembiring, Meilita Tryana dan Tuti Sarma Sinaga, 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Setiawan, Danang P, 2008. *Studi Kualitas dan Pengolahan Air Pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Hargosari, Kecamatan Tanjungsari, Gunungkidul Menggunakan Filter Karbon Aktif dan UV*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII Yogyakarta.
- Sincero, Arcadio P dan Gregoria A Sincero, 1996. *Environmental Engineering : A Design Approach*. Prentice-Hall Inc. United State of America.

- SNI 3981, 2008. *Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Yung, Kathleen .2003. *Biosand Filtration : Application in the Developing World*. Civil Engineering, University of Waterloo.

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirabbil'alamiin....

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segala kekuatan dan kemudahan dalam mempelajari keagungan ayat-ayat Mu yang tersirat dalam majelis ini. Semoga ilmu yang hamba peroleh ini dapat menjadi berkah dan penuntun jalan hamba menuju surga Mu.

Kedua orang tuaku tercinta...

Drs. Hadi Sulman dan Aminah SH, hal yang sangat membuatku bangga adalah dikala kalian bangga akan diriku ini. Terimakasih atas segala do'a dan kerja keras kalian dalam menyekolahkan aku.

Hanya do'a yang mampu odik panjatkan sebagai hadiah abadi unuk kalian berdua :

رَبِّ اغْفِرْ لِي وَلِوَالِدَيَّ وَارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا

“Ya Tuhanku! Ampunilah aku, ibu bapakku dan kasihilah mereka keduanya, sebagaimana mereka berdua telah mendidik aku waktu kecil.”

Adikku tercinta...

Nuri Chairarizka, semoga apa yang kakak lakukan dapat memotifasi kamu unuk lebih baik dari ini. Harus berbakti kepada kedua orang tua dan jangan pernah mengecewakan mereka.

Do'a mereka selalu tercurah untukmu.

Dosen-dosen ITN Malang...

Terimakasih atas segala bimbingan yang telah diberikan tanpa mengenal lelah. Khususnya kepada dosen-dosen teknik lingkungan : Bu Evy, Bu Candra, Pak Diro, Pak Har, Pak Hery, Bu Anis, Bu Tuani. Kalian adalah inspirasiku!

Teman-teman Teknik Lingkungan "07

adem, hary, angga, pian, jean, ady, erwin, dimas, yanuar, aci, uci, ledy, ajeng, yoland, rona.

Kalian tim terbaik yang pernah kumiliki. Thanks for the memories!!!

Tetap semangat buat teman-teman yang masih berjuang untuk sarjana.

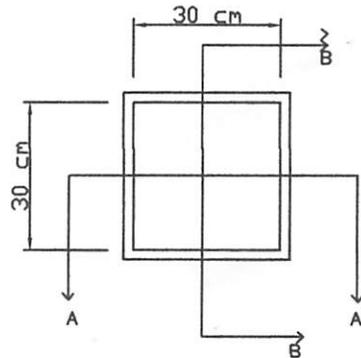
Semoga saya memberikan kesan yang baik untuk kalian...

Seluruh civitas ITN Malang yang telah membantu dalam perkuliahan ini

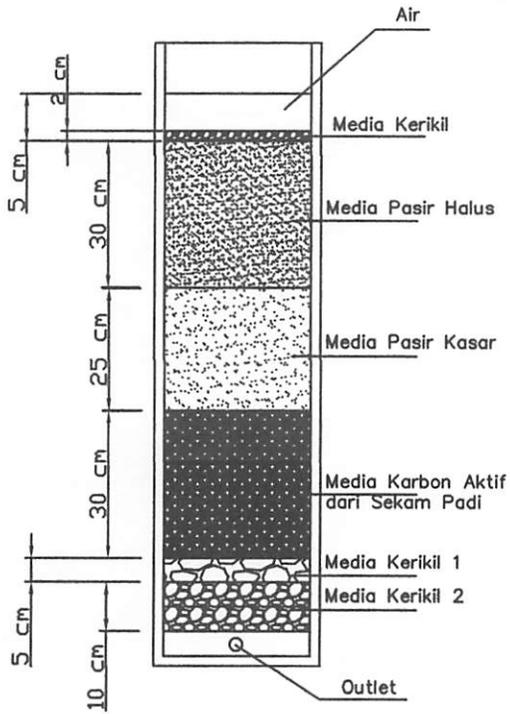
“Biarkan imajinasimu terus bergerak maju, tapi jangan sampai akhlakmu bergerak mundur hingga pudarnya keimananmu”



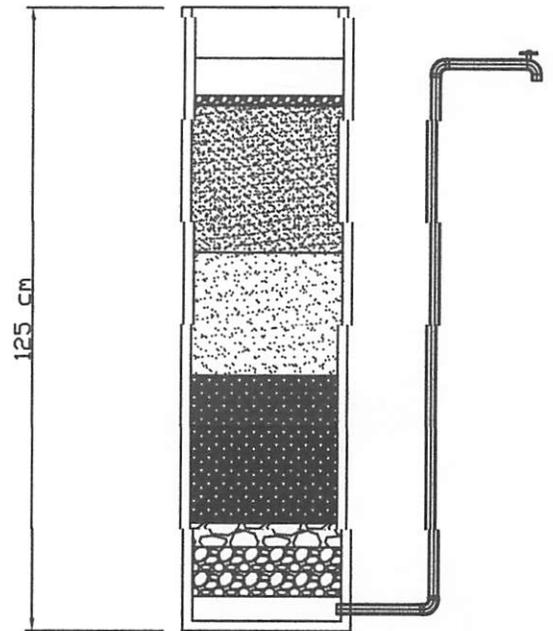
- 1. Desain Perencanaan**
- 2. Standar Baku Mutu**
- 3. Data Hasil Penelitian**
- 4. Metode Analisis Sampel**
- 5. Dokumentasi Penelitian**



TAMPAK ATAS



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B

DESAIN REAKTOR

DESAIN REAKTOR

1. Perhitungan untuk media pasir halus

Diameter = 0,20 mm = 0,00020 m (Marsono, 1997 range: 0,2 - 0,4 mm)
tinggi media = 30 cm = 0,3 m (SNI 3981, 2008 tinggi total media : 0,6 – 1 m)
faktor bentuk = 0,98 (Fair, 1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk rounded)
porositas = 0,38 (Fair, 1993 porositas untuk butiran berbentuk rounded)
dimensi kolom reaktor = 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,4 m/jam (Marsono, 1997 range: 0,1 - 0,4 m/jam)
v asumsi = 0,2 m/jam = $5,55 \times 10^{-5}$ m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,3 m = 0,027 m³

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,027 m³ x 0,38 = 0,01026 m³

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,01026 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 0,0342 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0342 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00684 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,0002 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,011 \text{ (Reynold, 1981)}$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,011} = 2024,67 \text{ (Reynold, 1981)}$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{2024,67 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$100 = 1,067 \frac{2024,67 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 4,14 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,15 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK (0,1 – 0,4 m/jam)}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,3 \text{ m}}{0,15 \text{ m/jam}} = 2 \text{ jam (Reynold, 1981)}$$

2. Perhitungan untuk media pasir kasar

Diameter = 0,30 mm = 0,00030 m (Marsono, 1997 range: 0,2 - 0,4 mm)

Tinggi media = 25 cm = 0,25 m (SNI 3981, 2008 tinggi total media : 0,6 – 1 m)

Faktor bentuk = 0,98 (Fair, 1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk rounded)

porositas = 0,38 (Fair, 1993 porositas untuk butiran berbentuk rounded)

dimensi kolom reaktor = 0,3 m x 0,3 m

kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,4 m/jam (Marsono, 1997 range: 0,1 - 0,4 m/jam)

v asumsi = 0,2 m/jam = $5,55 \times 10^{-5}$ m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,25 m = 0,0225 m³

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0225 m³ x 0,38 = 0,00855 m³

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,00855 \text{ m}^3}{0,25 \text{ m}} = 0,0342 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0342 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00684 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,0003 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,017 \text{ (Reynold, 1981)}$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,017} = 1349,78 \text{ (Reynold, 1981)}$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{1349,78 \times 0,25 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0003 \times 0,38^4 \times 9,81} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$100 = 1,067 \frac{1349,78 \times 0,25 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 6,81 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,24 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK (0,1 – 0,4 m/jam)}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,25 \text{ m}}{0,24 \text{ m/jam}} = 1 \text{ jam (Reynold, 1981)}$$

3. Perhitungan untuk media karbon aktif

Diameter = 0,20 mm = 0,00020 m (Marsono, 1997 range: 0,2 - 0,4 mm)
tinggi media = 30 cm = 0,3 m (SNI 3981, 2008 tinggi total media : 0,6 – 1 m)
faktor bentuk = 0,94 (Fair, 1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk worn)
porositas = 0,39 (Fair, 1993 porositas untuk butiran berbentuk worn)
dimensi kolom reaktor = 0,3 m x 0,3 m
kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,4 m/jam (Marsono, 1997 range: 0,1 - 0,4 m/jam)
v asumsi = 0,2 m/jam = $5,55 \times 10^{-5}$ m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,3 m = 0,027 m³

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,027 m³ x 0,39 = 0,01053 m³

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,01053 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 0,0351 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0351 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00702 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,0002 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,011 \text{ (Reynold, 1981)}$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,011} = 2110,83 \text{ (Reynold, 1981)}$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{2110,83 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$100 = 1,067 \frac{2110,83 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 4,19 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,15 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK (0,1 – 0,4 m/jam)}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,3 \text{ m}}{0,15 \text{ m/jam}} = 2 \text{ jam (Reynold, 1981)}$$

4. Perhitungan untuk media krikil lapisan 1

Diameter = 3 mm = 0,0030 m (SNI 3981, 2008 range: 3 - 4 mm)

tinggi media = 5 cm = 0,05 m (SNI 3981, 2008 range: 5 - 10 cm)

faktor bentuk = 0,78 (Fair, 1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk angular)

porositas = 0,43 (Fair, 1993 porositas untuk butiran berbentuk angular)

dimensi kolom reaktor = 0,3 m x 0,3 m

kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,4 m/jam (Marsono, 1997 range: 0,1 - 0,4 m/jam)

v asumsi = 0,2 m/jam = $5,55 \times 10^{-5}$ m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,05 m = 0,0045 m³

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,0045 m³ x 0,43 = 0,0019 m³

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,0019 \text{ m}^3}{0,05 \text{ m}} = 0,0387 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0387 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00774 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,003 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,14 \text{ (Reynold, 1981)}$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,14} = 169,58 \text{ (Reynold, 1981)}$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{169,58 \times 0,05 \times v_s^2}{0,98 \times 0,003 \times 0,38^4 \times 9,81} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$100 = 1,067 \frac{169,58 \times 0,05 \times v_s^2}{0,98 \times 0,003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 1,55 \times 10^{-3} \text{ m/dtk} = 5,58 \text{ m/jam}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,05 \text{ m}}{5,58 \text{ m/jam}} = 0,009 \text{ jam (Reynold, 1981)}$$

5. Perhitungan untuk media krikil lapisan 2

Diameter = 10 mm = 0,010 m (SNI 3981, 2008 range: 10 - 30 mm)

tinggi media = 10 cm = 0,1 m (SNI 3981, 2008 range: 10 - 20 cm)

faktor bentuk = 0,78 (Fair, 1993 faktor bentuk untuk butiran berbentuk angular)

porositas = 0,43 (Fair, 1993 porositas untuk butiran berbentuk angular)

dimensi kolom reaktor = 0,3 m x 0,3 m

kecepatan filtrasi = 0,1 – 0,4 m/jam (Marsono, 1997 range: 0,1 - 0,4 m/jam)

v asumsi = 0,2 m/jam = $5,55 \times 10^{-5}$ m/dtk

Volume filter = luas alas x tinggi = (0,3 m x 0,3 m) x 0,1 m = 0,009 m³

Volume rongga = volume filter x porositas = 0,009 m³ x 0,43 = 0,0039 m³

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,0039 \text{ m}^3}{0,1 \text{ m}} = 0,0387 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0387 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00774 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,01 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,47 \text{ (Reynold, 1981)}$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai NRe < 1 :

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,47} = 50,87 \text{ (Reynold, 1981)}$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{50,87 \times 0,1 \times v_s^2}{0,98 \times 0,01 \times 0,38^4 \times 9,81} \text{ (Reynold, 1981)}$$

$$100 = 1,067 \frac{50,87 \times 0,1 \times v_s^2}{0,98 \times 0,01 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 3,66 \times 10^{-3} \text{ m/dtk} = 13,16 \text{ m/jam}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,1 \text{ m}}{13,16 \text{ m/jam}} = 0,008 \text{ jam (Reynold, 1981)}$$

Total waktu detensi = 2 jam + 1 jam + 2 jam + 0,009 jam + 0,008 jam = 5,017 jam → t₀

**KEPUTUSAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR 112 TAHUN 2003**

**TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK**

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 21 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, maka dipandang perlu menetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;

Mengingat :

1. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
2. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Provinsi Sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);
6. Keputusan Presiden Nomor 2 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Keputusan Presiden Nomor 101 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Menteri Negara;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK.

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama;
2. Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan;
3. Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama (kolektif) sebelum dibuang ke air permukaan;
4. Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

Pasal 2

- (1) Baku mutu air limbah domestik berlaku bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan dan apartemen.
- (2) Baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) berlaku untuk pengolahan air limbah domestik terpadu.

Pasal 3

Baku mutu air limbah domestik adalah sebagaimana tercantum dalam lampiran Keputusan ini.

Pasal 4

Baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi :

- a. semua kawasan permukiman (*real estate*), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan, dan apartemen;
- b. rumah makan (restauran) yang luas bangunannya lebih dari 1000 meter persegi; dan
- c. asrama yang berpenghuni 100 (seratus) orang atau lebih.

Pasal 5

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara individu akan ditentukan kemudian.

Pasal 6

- (1) Baku mutu air limbah domestik daerah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat dari ketentuan sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.
- (2) Apabila baku mutu air limbah domestik daerah sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) belum ditetapkan, maka berlaku baku mutu air limbah domestik sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.

Pasal 7

Apabila hasil kajian Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup atau hasil kajian Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan dari usaha dan atau kegiatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 mensyaratkan baku mutu air limbah domestik lebih ketat, maka diberlakukan baku mutu air limbah domestik sebagaimana yang dipersyaratkan oleh Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup atau Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan .

Pasal 8

Setiap penanggung jawab usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan dan apartemen wajib :

- a. melakukan pengolahan air limbah domestik sehingga mutu air limbah domestik yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu air limbah domestik yang telah ditetapkan;
- b. membuat saluran pembuangan air limbah domestik tertutup dan kedap air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah ke lingkungan.
- c. membuat sarana pengambilan sample pada *outlet* unit pengolahan air limbah.

Pasal 9

- (1) Pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 dapat dilakukan secara bersama-sama (kolektif) melalui pengolahan limbah domestik terpadu.
- (2) Pengolahan air limbah domestik terpadu harus memenuhi baku mutu limbah domestik yang berlaku

Pasal 10

- (1) Pengolahan air limbah domestik terpadu sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 menjadi tanggung jawab pengelola.
- (2) Apabila pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak menunjuk pengelola tertentu, maka tanggung jawab pengolahannya berada pada masing-masing penanggung jawab kegiatan

Pasal 11

Bupati/Walikota wajib mencantumkan persyaratan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 dalam izin pembuangan air limbah domestik bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Pasal 12

Menteri meninjau kembali baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam 5 (lima) tahun.

Pasal 13

Apabila baku mutu air limbah domestik daerah telah ditetapkan sebelum keputusan ini :

- a. lebih ketat atau sama dengan baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini, maka baku mutu air limbah domestik tersebut tetap berlaku;
- b. lebih longgar dari baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini, maka baku mutu air limbah domestik tersebut wajib disesuaikan dengan Keputusan ini selambat-lambatnya 1 (satu) tahun setelah ditetapkannya Keputusan ini.

Pasal 14

Pada saat berlakunya Keputusan ini semua peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan baku mutu air limbah domestik bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama yang telah ada, tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Keputusan ini.

Pasal 15

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di: Jakarta
pada tanggal : 10 Juli 2003
Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
ttd
Nabiel Makarim, MPA, MSM

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,
Hoetomo, MPA.

Lampiran
Keputusan Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
Nomor : 112 Tahun 2003
Tanggal : 10 Juli 2003

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
COD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Minyak dan Lemak	mg/l	10

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
ttd
Nabiel Makarim,MPA,MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,
Hoetomo, MPA.



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extention 187

Malang 65145



IK NIAGA MALANG

HASIL ANALISIS SAMPEL

a.n. : CHAIRI ABDILLAH (NIM : 07.26.016)
Alamat : Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang
Lokasi : Limbah Cair Rumah Susun Kelurahan Kota Lama Malang
Sampling : Oleh konsumen
Analisis : Oleh konsumen
Tanggal Analisis Sampel : 16 Mei – 18 Mei 2011

HASIL ANALISIS COD

No	Konsentrasi Awal (mgO ² /l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir COD (mgO ² /l)			
			1	2	3	Rata-rata
1	208	0	192	176	192	186.67
2	208	2	160	160	176	165.33
3	208	4	96	112	80	96.00
4	208	6	80	80	80	80.00
5	208	8	64	64	64	64.00

HASIL ANALISIS TSS

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)			
			1	2	3	Rata-rata
1	117.53	0	11.10	11.40	11.20	11.23
2	117.00	2	8.40	8.70	8.60	8.57
3	117.00	4	6.10	6.20	6.10	6.13
4	116.97	6	5.10	5.50	5.20	5.27
5	116.70	8	4.80	5.00	5.20	5.00

HASIL ANALISIS MINYAK LEMAK

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mg/l)			
			1	2	3	Rata-rata
1	18	0	15.0	16.6	14.1	15.23
2	18.1	2	12.1	12.8	12.1	12.33
3	18.2	4	8.5	8.7	9	8.73
4	17.9	6	8.1	8.4	8.5	8.33
5	18.1	8	7.9	8.2	7.6	7.90



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187

Malang 65145



K NIAGA MALANG

HASIL ANALISIS PENYISIHAN BAHAN ORGANIK

Hari ke	Tanggal	temperatur (°C)	pH	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	24-Apr	26.5	7.2	21.488	0	0
2	25-Apr	26.5	7.2	19.276	2.212	10.29
3	26-Apr	25.8	7.3	17.064	2.212	11.48
4	27-Apr	25.9	7.2	15.8	1.264	7.41
5	28-Apr	26.3	7.1	13.904	1.896	12.00
6	29-Apr	26.5	7.4	13.588	0.316	2.27
7	30-Apr	26.3	7.3	11.692	1.896	13.95
8	1-May	25.7	7.3	10.428	1.264	10.81
9	2-May	25.9	7.5	10.112	0.316	3.03
10	3-May	25.8	7.4	8.848	1.264	12.50
11	4-May	26.6	7.3	7.9	0.948	10.71
12	5-May	26.1	7.3	6.952	0.948	12.00
13	6-May	26.5	7.3	6.32	0.632	9.09
14	7-May	26.5	7.2	5.688	0.632	10.00
15	8-May	26.3	7.2	5.056	0.632	11.11
16	9-May	26.5	7.3	4.74	0.316	6.25
17	10-May	25.9	7.3	4.108	0.632	13.33
18	11-May	25.8	7.3	3.792	0.316	7.69
19	12-May	26	7.2	3.476	0.316	8.33
20	13-May	26.3	7.3	3.16	0.316	9.09

Hasil analisis ini hanya berlaku untuk kondisi sampel saat itu. Pengambilan sampel dan proses analisis di laboratorium dilakukan sendiri oleh konsumen.

Asisten Laboratorium Pendamping

CHAIRI ABDILLAH
NIM: 0726016

Malang, 10 Juni 2011

Mahasiswa

CHAIRI ABDILLAH
NIM: 0726016

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan

Hardianto, ST, MT
NIP.Y : 1030000350

Metode Analisis COD (Chemical Oxygen Demand)

1. Metode

Closed Reflux Titrimetric

2. Prinsip

Senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam pada temperatur 150°C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) dititrasi dengan larutan fero ammonium sulfat (FAS) memakai indikator feroin. Materi organik yang teroksidasi akan dikalkulasi dengan bentuk ekivalensi oksigen.

3. Preaksi

3.1 Larutan standar kalium dikromat 0,0167 M

Tambahkan 4,193 gr $K_2Cr_2O_7$, yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103°C selama 2 jam, pada 500 ml air destilasi. Lalu tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 3,3 gr $HgSO_4$. Larutkan dan dinginkan sampai temperatur kamar kemudian encerkan volumenya menjadi 1000 ml.

3.2 Preaksi asam sulfat

Tambahkan Ag_2SO_4 (bentuk kristal atau bubuk) pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gr Ag_2SO_4 per Kg H_2SO_4 . Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

3.3 Larutan indikator feroin

Larutkan 1,485 gr 1,10-Phenantrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 ml, lalu larutan indikator feroin diencerkan dengan perbandingan 1:4 (1 ml larutan indikator feroin dan 4 ml air destilasi) sebelum digunakan.

3.4 Larutan fero ammonium sulfat (FAS)

Larutkan 39,2 gr $Fe(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volume 1000 ml. Larutan ini harus distandarasi dengan cara sebagai berikut :

Masukkan 2,5 ml air destilasi, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Dinginkan pada temperatur kamar, kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator feroin. Titrasi dengan FAS sampai berwarna merah kecoklatan. Molaritas FAS yang dipakai dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Molaritas FAS} = (\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,1) / \text{ml FAS}$$

4. Cara Kerja

- 4.1 Cuci tabung COD dan rendam dalam 20% H₂SO₄ untuk penggunaan pertama kali
- 4.2 Masukkan 2,5 ml sampel, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.
- 4.3 Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150°C selama 2 jam.
- 4.4 Dinginkan pada suhu kamar. Kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah yang lebih besar. Tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator feroin. Titrasi dengan FAS. Titik akhir titrasi adalah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan sampai berwarna merah kecoklatan. Catat ml FAS yang digunakan untuk titrasi.
- 4.5 Buat blanko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel, lalu langkah-langkah pengerjaan di atas diulangi kembali. Catat ml FAS yang dipakai untuk titrasi blanko tersebut.

5. Perhitungan

$$\text{COD (mg O}_2\text{/l)} = (A-B) \times M \times 8000 / \text{ml sampel} \quad (\text{Alaerts dan Santika, 1987})$$

Dengan penjelasan:

A = ml FAS yang dipakai untuk titrasi blanko

B = ml FAS yang dipakai untuk titrasi sampel

M = molaritas FAS

Metode Analisis TSS (Total Suspended Solid)

1. Metode

Gravimetri

2. Prinsip

Bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas atau filter fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu 105°C. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi.

3. Peralatan

3.1 Cawan porselen

3.2 Oven

3.3 Desikator

3.4 Neraca Analitis

3.5 Filter kertas

4. Cara Kerja

4.1 Panaskan filter kertas di dalam oven pada suhu 150°C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudian timbang dengan cepat. Pemanasan biasanya cukup 1 jam. Namun pemanasan perlu diulang sampai didapatkan berat yang konstan atau kehilangan berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg.

4.2 Sampel yang sudah dikocok merata, sebanyak 100 ml dipindahkan dengan menggunakan pipet, ke dalam alat penyaringan atau cawan yang sudah ada filter kertas di dalamnya. Kemudian saring.

4.3 Filter kertas diambil dari alat penyaring dengan hati-hati dan masukan dalam oven untuk pemanasan pada suhu 105°C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator dan kemudian timbang dengan cepat.

5. Perhitungan

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(a-b) \times 1000}{c} \quad (\text{Alaerts dan Santika, 1987})$$

Dimana :

a = berat filter dan residu sesudah pemanasan 105°C (mg)

b = berat filter kering (sesudah pemanasan) (mg)

c = volume sampel (ml)

Metode Analisis Minyak Lemak

1. Metode

Gravimetri

2. Prinsip

Minyak dan lemak dalam contoh uji air diekstraksi dengan pelarut organik dalam corong pisah. Untuk menghilangkan air yang masih tersisa sampel di oven pada suhu 105°C.

3. Peralatan dan Bahan

3.1 Cawan porselen

3.2 Oven

3.3 Desikator

3.4 Neraca Analitis

3.5 Erlenmeyer

3.6 Pipet volumetrik

3.7 Tabung ekstraksi

Bahan :

3.8 Larutan Petroleum ether

3.9 HCL 1 : 1

4. Cara Kerja

4.1 Mengambil sample limbah 100 ml

4.2 Dimasukan Hidroklorit 0,1 ml sampai terlarut

4.3 Sampel di campurkan Petroleum Ether (PE) 10 ml,lalu didiamkan minimal selama 5 menit,setelah mengendap lapisan yang berada di atas diambil dan ditampung di dalam cawan yang sudah diketahui beratnya

4.4 Sampel dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam

4.5 Sampel dinginkan di dalam desikator kemudian ditimbang

5. Perhitungan

$$\text{Minyak Lemak (mg/l)} = \text{CI} - \text{CK} \times \frac{1000}{V} \quad (\text{SK SNI M-68-19990-03, 2003})$$

Dimana :

CI = berat cawan + ekstraksi (mg)

CK = berat cawan kosong (mg)

V = volume sampel (ml)

Metode Analisis Angka Permanganat (Bahan Organik)

1. Metode

Titration permanganometri

2. Prinsip

Zat organik dioksidasi oleh KMnO_4 berlebih dalam suasana asam dan panas

3. Preaksi

3.1 Larutan KMnO_4 0,1 N

3,16 gr KMnO_4 dilarutkan dalam air destilasi lalu diencerkan hingga volumenya tepat 1 liter.

3.2 Larutan KMnO_4 0,01 N

100 ml larutan KMnO_4 0,1 N dipipet, kemudian diencerkan dalam air destilasi hingga volumenya tepat 1 liter.

3.3 Larutan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,1 N

6,3 gr asam oksalat ditimbang dengan teliti, kemudian dilarutkan dalam air destilasi. Masukkan ke dalam labu ukur 1 liter.

3.4 Larutan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,01 N

100 ml larutan asam oksalat 0,1 N dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1 liter,.

3.5 Larutan H_2SO_4 8 N bebas zat organik

222 ml H_2SO_4 pekat dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam labu ukur 1000 ml yang sebelumnya telah diisi air suling. Dinginkan dan encerkan sampai 1 liter dalam labu ukur tersebut. Pindahkan ke gelas piala dan tetesi dengan larutan KMnO_4 0,01 N sampai berwarna merah muda. Panaskan pada temperatur 80°C selama 10 menit, bila warna merah muda hilang selama pemanasan tambah kembali larutan KMnO_4 sampai warna stabil.

4. Cara Kerja

4.1 Pembebasan labu erlenmeyer dari zat organik

- 100 ml air keran dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan tambahkan beberapa batu didih.
- Tambahkan 5 ml H₂SO₄ 8 N dan tetes demi tetes larutan KMnO₄ 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
- Panaskan di atas hot plate dan biarkan mendidih selama 10 menit.
- Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan KMnO₄ 0,01 N sampai warnanya tidak hilang. Lalu buang cairan dalam erlenmeyer. (dinginkan)

4.2 Pemeriksaan zat organik

- 100 ml contoh air dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer bebas zat organik
- Tambahkan 5 ml H₂SO₄ 8 N dan tetes demi tetes larutan KMnO₄ 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
- Panaskan di atas hot plate dan biarkan mendidih pada suhu 70°C.
- Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan KMnO₄ 0,01 N sampai warnanya stabil. (± 5 menit) (dinginkan).
- Tambahkan 10 ml larutan baku KMnO₄ 0,01 N kemudian tambahkan lagi hingga mendidih selama 10 menit, suhu 100°C.
- Setelah itu tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N (temperatur 80-70°C)
- Selanjutnya titrasi dengan larutan baku KMnO₄ 0,01 N sampai menunjukkan warna merah muda.
- Catat volume KMnO₄ 0,01 N yang dibutuhkan (10 ml + ml titrasi), apabila pemakaian larutan baku KMnO₄ 0,01 N lebih dari 7 ml (titrasi), ulangi analisa dengan cara mengencerkan larutan uji.

4.3 Standardisasi KMnO_4

- Ukur 100 ml air suling secara duplo dan masukkan dalam erlenmeyer 250 ml, panaskan sampai suhu $\pm 70^\circ\text{C}$ (dinginkan)
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N bebas zat organik
- Tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N
- Titrasi dengan larutan baku KMnO_4 0,01 N sampai menunjukkan warna merah muda.
- Catat volume KMnO_4 yang dibutuhkan untuk titrasi, apabila perbedaan pemakaian larutan baku lebih kecil atau = 0,1 ml maka hasilnya dirata-rata. (Nilai yang di dapat pada standardisasi KMnO_4 digunakan untuk perhitungan normalitas larutan baku KMnO_4)

5. Perhitungan

$$\text{Mg/l KMnO}_4 = [\{10 + A\} B - (0,1)] \times 316 \times p$$

Dengan penjelasan :

A = ml larutan baku KMnO_4 yang dipakai untuk titrasi (total)

B = normalitas larutan baku KMnO_4

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Dengan penjelasan :

V_1 = ml larutan baku asam oksalat

V_2 = ml larutan baku KMnO_4 yang dipakai untuk titrasi

N_1 = normalitas larutan baku asam oksalat

N_2 = normalitas larutan baku KMnO_4 yang dicari

p = faktor pengenceran larutan uji

DOKUMENTASI PENELITIAN



TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL



PERSIAPAN MEDIA



REAKTOR BIOSAND FILTER