

TA/TL/2007/0231

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HABIS/BELI	
TGL. TERIMA :	07-12-2007
NO. JUDUL :	2742
NO. INV. :	5120002742001
NO. INDUK :	002742

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) PADA AIR SELOKAN MATARAM, YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON*

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan



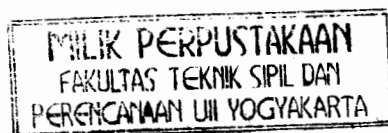
Disusun Oleh :

WAHYU PUSPITANINGRUM

03 513 001

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2007



HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) PADA AIR SELOKAN MATARAM, YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON*

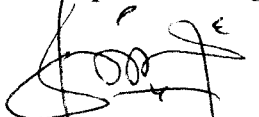
Nama : Wahyu Puspitaingrum

NIM : 03 513 001

Program Studi: Teknik Lingkungan

Telah diperiksa & disetujui oleh:

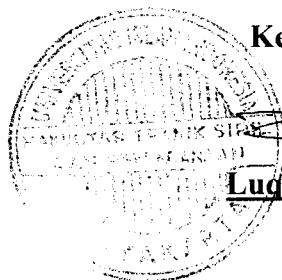
Dosen pembimbing I


Eko Siswoyo, ST

Dosen Pembimbing II


Any Juliani, ST, MSc

Mengetahui,
Ketua Program Studi




Luqman Hakim, ST, Msi

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan

(QS. Asy Syarah : 6)

Sungguh kehidupan dunia hanyalah permainan dan kegembiraan sesaat, kalau kamu beriman dan bertaqwa, Allah akan memberikanmu segala pahalamu, dan ia tidak akan meminta kekayaanmu.

(QS. Muhammad :36)

*Allah SWT always answer our request may be not always with yes
but always with the best
(wahyu puspitaningrum)*

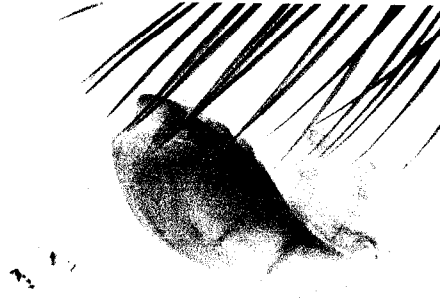
الإجابة الثلاثية
الإجابة الثلاثية

Allah answer our prays on three ways,

He says Yes, you get what you want,

He says No, you get better than what you want

He says Wait, until find the best time to give to you



Persembahkanku Untuk.....



Papa & Mama Tercinta...

The best Parents in the world

Yang tanpa lelah mencurahkan seluruh cinta dan kasih sayang kepadaku
mendukungku disaat-saat terkuat dan terlemahku,
And finding me when I'm undiscovered

Adikku Tersayang...

My biggest friend in this big big world
Yang selalu menjadi teman dan sekutu terhebatku

Sahabat-Sahabat Terbaikku...

Yang telah mewarnai hidupku dengan canda dan tawa

Thanks for being friends indeed

Someone out there...

Thanks for being my brightest star...and lend me your superpower

**PENURUNAN KONSENTRASI CHEMICAL OXYGEN DEMAND
(COD) PADA AIR SELOKAN MATARAM, YOGYAKARTA DENGAN
MENGUNAKAN TEKNOLOGI BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON**

Eko Siswoyo, Any Juliani, Wahyu Puspitaningrum

ABSTRAKSI

Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh penduduk perkotaan adalah berkurangnya sumber air bersih. Air permukaan yang dulunya dapat digunakan sebagai sumber air bersih kualitas maupun kuantitasnya mulai berkurang seiring dengan bertambahnya penduduk. Untuk itu diperlukan pengolahan yang tepat guna untuk dapat mengolah air yang sudah tercemar menjadi salah satu alternatif sumber air bersih.

Teknologi Biosand Filter-Activated Carbon merupakan kombinasi teknologi tepat guna yang efektif dalam mengolah air permukaan. Pada teknologi tersebut ada beberapa mekanisme yang berperan dalam proses pengolahan yaitu *mechanical straining*, *sedimentasi*, *adsorpsi*, *biokimia*, *aktivitas bakteri (biological process)*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* pada air Selokan Mataram dan untuk mengetahui variasi ketinggian media yang paling efektif dengan menggunakan teknologi biosand filter-activated carbon. Pengambilan sampel dilakukan pada 7 titik sampel setiap 3 hari sekali selama 1 bulan.

Langkah pertama adalah penumbuhan lapisan biofilm pada permukaan paling atas unit biosand filter. Pada penelitian ini media yang digunakan adalah pasir halus (0,25 mm), pasir kasar (0,85 mm), kerikil (6,3 mm). Proses ini dibawah kondisi aerob sehingga dibutuhkan tambahan suplai oksigen dengan menggunakan *buble reactor*. Selama penumbuhan lapisan biofilm *ph* dan suhu dipantau untuk mendapatkan kondisi yang sesuai.

Dari hasil penelitian diperoleh konsentrasi awal COD sebesar 30,336 ppm. Setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan teknologi biosand filter-activated carbon efisiensi penurunan konsentrasi COD rata-rata untuk biosand filter berkisar antara 56,81-56,96%, sedangkan untuk activated carbon berkisar antara 40,47-50,04%. Hal ini dikarenakan adanya proses biokimia dan proses aerasi pada unit biosand filter yang menyebabkan terjadinya penurunan konsentarsi COD. Selain itu pada unit activated carbon juga terdapat proses adsorpsi sehingga COD semakin turun konsentrasinya.

Kata Kunci: *Chemical Oxygen Demand, Efisiensi, dan Teknologi Biosand Filter-Activated Carbon.*

**DECREASING OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)
CONCENTRATION IN SELOKAN MATARAM WATER, YOGYAKARTA USING
BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON TECHNOLOGY**

Eko Siswoyo, Any Juliani, Wahyu Puspitaningrum

ABSTRACT

One of the problems faced by urban resident is decreasing of clean water source. Surface water which is formerly can be used as the source water, now days become less –either quality or quantity- along with the increasing of the resident. Therefore, the proper treatment is needed to treat contaminating water into one of the alternative of source water.

Biosand filter-Activated carbon technology is an effective technological combination in treating surface water. This technology has main mechanism which is taking a part in treatment process, mechanical straining, sedimentation, adsorption, biochemical, bacteria activity (biological process).

Objectives of this research are to know the efficiency of Chemical Oxygen Demand (COD) concentration degradation in Selokan Mataram water and to know the most effective height of media variation using biosand filter-Activated carbon technology. Sampling was taken in 7 sample point, once in 3 days during 1 month.

First step was seed the biofilm layer at top surface of biosand filter unit. In this research, used media fine sand (0,25 mm), coarse sand (0,85 mm), gravel (6,3 mm). This process was under aerob condition, therefore needed oxygen supply addition using bubble reactor. During seeding of biofilm layer, ph and temperature was controlled to get appropriate condition.

Based on laboratory analysis result, first COD concentration was 30,336 ppm. After treated using biosand filter-activated carbon technology, average efficiency of COD degradation for biosand filter was between 56,81-56,96%, while for activated carbon was range between 40,47-50,04%. In biosand filter unit there were biochemical, biological and aeration processes that happened which caused degradation of COD concentration. Beside that, in activated carbon unit there was adsorptions process, which made COD concentration more decrease.

Key Word: *Chemical Oxygen Demand, Efficiency, and Biosand Filter-Activated Carbon Technology.*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, Pencipta Alam semesta beserta isinya dan tempat berlindung bagi umat-Nya. Dan juga tak lupa shalawat serta salam penulis limpahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Alhamdulillahirobbil'alamin atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PENURUNAN KONSENTRASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)* PADA AIR SELOKAN MATARAM, YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON*”**.

Maksud dan tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jenjang Starata I Jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini kami dari pihak penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penulisan Tugas Akhir ini hingga selesai tepat pada waktunya, sebab tanpa adanya dukungan dari mereka tentunya kami akan mengalami banyak kendala dan kesulitan untuk menyelesaikannya. Untuk itu perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku dosen pembimbing I atas arahan dan bimbingannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Any Juliani, ST, MSc selaku dosen pembimbing II atas arahan dan bimbingannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT dan Andik Yulianto, ST selaku dosen Teknik Lingkungan, atas koreksi dan arahnya selama penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Pihak Danone-AQUA yang telah memberikan kepercayaan dan tanggung jawab dalam bentuk beasiswa
6. Mas Agus, yang banyak membantu dalam berbagai urusan administrasi.
7. Pak Tasyono dan Mas Iwan yang telah membantu penulis selama penelitian di Laboratorium.
8. Keluarga tercinta Papa, Mama dan My little brother atas doa dan dukungannya selama ini.
9. Sahabat-sahabat seperjuangan *Biosand filter-Activated carbon* : Mba' Idha n Mas Prastha.
10. Teman-teman *Aerokarbonfilter* : Acem, Ari, Ika n Ida Cirebon.
11. Enviro Squad '03, yang selalu kompak
12. My best friend, astri yang selalu mendukung disetiap kesempatan dan keputusan
13. 'mas_Q yang selalu mendukung dan membantu dalam penyusunan laporan ini
14. Teman-teman KKN Khusus Pasca Gempa Unit 3
15. Anak-anak kost 'Salon Syntha' Rini, Anda, Neni, Nara, Ika, Dee n Zenita yang telah banyak membantu
16. Rakit, atas semua support dan bantuannya, maaf ya kalo sering dibuat repot
17. Chester, yang telah setia menemani dan membantu semua tugas-tugas selama kuliah, meskipun harus menyerah disaat-saat terakhir
18. Mba' Idha, atas pinjaman komputernya di minggu-minggu terakhir, maaf sudah banyak merepotkan, sukses selalu yaa

Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat menjadi studi literatur bagi penelitian berikutnya.

Wabbilahitaufiq Walhidayah

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, November 2007

Penulis

Wahyu Puspitaningrum

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.2 Sumber Air Baku	7
2.2.1 Air Hujan	7
2.2.2 Air Permukaan	8
2.2.3 Air Tanah dan Mata Air	9
2.2.3.1 Air Tanah	9
2.2.3.2 Mata Air	10
2.3 Karakteristik Air Baku	10
2.3.1 Karakteristik Fisik	11
2.3.2 Karakteristik Kimiawi	11

2.3.3	Karakteristik Biologis	12
2.3.4	Parameter Radioaktif	13
2.4	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	13
2.5	<i>Biosand Filter</i>	15
2.5.1	Lapisan <i>Biofilm</i> atau <i>Schmutzdecke</i>	18
2.5.2	Pembersihan <i>Biosand Filter</i>	19
2.5.3	Proses <i>Biosand Filter</i>	20
2.5.4	Keuntungan dan Kerugian <i>Biosand Filter</i>	21
2.6	<i>Activated Carbon</i>	22
2.6.1	Syarat Mutu <i>Activated Carbon</i>	23
2.6.2	Struktur <i>Activated Carbon</i>	24
2.6.3	Daya Serap <i>Activated Carbon</i>	24
2.6.4	Proses Pembuatan <i>Activated Carbon</i>	25
2.6.5	Proses-Proses Dalam <i>Activated Carbon</i>	27
2.6.6	Penggunaan <i>Activated Carbon</i>	27
BAB III	METODE PENELITIAN	29
3.1	Umum	29
3.2	Jenis Penelitian	29
3.3	Objek Penelitian	30
3.4	Lokasi Penelitian	30
3.5	Variabel Penelitian	30
3.6	Bahan dan Alat Penelitian	31
3.6.1	Penyediaan Media Pasir Halus, Pasir Kuarsa, Kerikil dan Karbon Aktif	31
3.6.2	Alat Penelitian	32
3.6.2.1	<i>Biosand Filter (BSF)</i>	32
3.6.2.2	<i>Activated Carbon</i>	33
3.6.2.3	<i>Reservoar</i>	34
3.7	Pelaksanaan Penelitian	35
3.7.1	Persiapan Media	35

3.7.2	Persiapan Alat	35
3.7.2.1	<i>Biosand Filter (BSF)</i>	35
3.7.2.2	<i>Activated Carbon</i>	36
3.7.2.3	Pengujian Sampel Awal	36
3.8	Pengukuran <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	37
3.8.1	Prinsip	37
3.8.2	Alat dan Bahan	37
3.8.3	Prosedur	40
3.8.4	Perhitungan	40
3.8.4.1	Normalitas larutan FAS	40
3.8.4.2	Konsentrasi <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	41
3.9	Analisis Data	41
3.10	Kerangka Penelitian Tugas Akhir	41
BAB IV	HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN	43
4.1	Konsentrasi <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> pada Air Baku	43
4.2	Proses <i>Seeding</i> Mikroorganisme pada Biosand Filter	44
4.3	Hasil Pengujian Konsentrasi <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	46
4.3.1	<i>Biosand Filter (BSF)</i>	46
4.3.1.1	Hasil Pengujian	46
4.3.1.2	Pembahasan	52
4.3.2	<i>Activated Carbon (AC)</i>	55
4.3.2.1	Hasil Pengujian	55
4.3.2.2	Pembahasan	64
4.4	Uji Statistik	66
4.4.1	Anova	66
4.4.2	<i>Post Hoc Test</i>	67
4.4.3	<i>Homogeneous Subset</i>	70

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan rata-rata angka BOD ₅ –COD untuk beberapa jenis Air	15
Tabel 2.2	Syarat-syarat Kualitas Air pada <i>Slow Sand Filter</i>	17
Tabel 2.3	Effisiensi Pengolahan dengan Menggunakan SSF (<i>Slow Sand Filter</i>)	18
Tabel 2.4	Syarat Mutu Arang Aktif	23
Tabel 2.5	Manfaat arang aktif untuk zat cair	28
Tabel 3.1	Ketinggian Media <i>Biosand Filter</i>	31
Tabel 3.2	Ketinggian Media <i>Activated Carbon</i>	31
Tabel 4.1	Konsentrasi <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> pada Air Baku	43
Tabel 4.2	Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 1 (BSF 1), Effisiensi penurunan pada BSF 1 (45: 15: 10)	50
Tabel 4.3	Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 2 (BSF 2), Effisiensi penurunan pada BSF 2 (55: 10: 5)	51
Tabel 4.4	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-60), Effisiensi penurunan pada AC I-60	60
Tabel 4.5	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-30), Effisiensi penurunan pada AC I-30	61
Tabel 4.6	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet (II-60), Effisiensi penurunan pada AC II-60	62
Tabel 4.7	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet (II-30), Effisiensi penurunan pada AC II-30	63
Tabel 4.8	<i>Descriptives</i>	66
Tabel 4.9	<i>Test of Homogeneity of Variances</i>	66
Tabel 4.10	ANOVA	66
Tabel 4.11	<i>Multiple Comparisons</i>	67
Tabel 4.12	<i>Homogeneous Subsets</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Unit <i>Biosand Filter</i>	16
Gambar 3.1	Media <i>Biosand Filter</i> dan <i>Activated Carbon</i>	32
Gambar 3.2	<i>Biosand Filter</i>	33
Gambar 3.3	<i>Activated Carbon</i>	34
Gambar 3.4	Reservoar.	35
Gambar 3.5	<i>Perforated Baffle</i>	36
Gambar 3.6	Thermoreaktor	38
Gambar 3.7	Tabung Refluks	38
Gambar 3.8	Erlenmeyer	38
Gambar 3.9	Pipet Volume	38
Gambar 3.10	Larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N	38
Gambar 3.11	Larutan asam sulfat-perak sulfat	39
Gambar 3.12	Larutan baku kalium dikromat 0,25 N	39
Gambar 3.13	Larutan indicator ferroin	39
Gambar 3.14	Larutan H ₂ SO ₄ 20%	40
Gambar 3.15	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4.1	Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 1 (Unit BSF 1 dengan variasi ketinggian 45: 15: 10)	46
Gambar 4.2	Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 2 (Unit BSF 2 dengan variasi ketinggian 5: 10: 5)	47
Gambar 4.3	Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada Unit BSF 1 (45: 15: 10) dan Unit BSF 2 (55: 10: 5)	48
Gambar 4.4	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-60 (Unit <i>Activated Carbon</i> 1 dengan ketinggian 60 cm)	55
Gambar 4.5	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-30 (Unit <i>Activated Carbon</i> I dengan ketinggian 30 cm)	56

Gambar 4.6	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet II-60 (Unit <i>Activated Carbon 2</i> dengan ketinggian 60 cm)	56
Gambar 4.7	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet II-30 (Unit <i>Activated Carbon 2</i> dengan ketinggian 30 cm)	57
Gambar 4.8	Perbandingan Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada AC 1 ketinggian 60 cm dengan AC 2 ketinggian 30 cm	58
Gambar 4.9	Perbandingan Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada AC 1 ketinggian 30 cm dengan AC 2 ketinggian 60 cm	59



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Bagi manusia, air berperan penting hampir dalam semua kegiatannya. Sekitar 70% kegiatan manusia membutuhkan air baik kegiatan pertanian maupun kegiatan lainnya seperti industri. Bagi makhluk hidup lainnya air merupakan sumber kehidupan baik sebagai tempat hidup maupun sarana yang menunjang kelangsungan kehidupan mereka. Karenanya keberadaan air tidak dapat dipisahkan dengan keberadaan makhluk hidup disekitarnya termasuk manusia.

Air yang digunakan untuk konsumsi sehari-hari harus memenuhi standar kualitas air bersih. Kualitas air bersih dapat ditinjau dari segi fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktif. Namun kualitas air yang baik ini tidak selamanya tersedia di alam sehingga diperlukan upaya perbaikan, baik itu secara sederhana maupun modern. Jika air yang digunakan belum memenuhi standar kualitas air bersih, akibatnya akan menimbulkan masalah lain yang dapat menimbulkan kerugian bagi penggunaannya.

Sebagian besar sumber air baku untuk penyediaan air bersih diambil dari air permukaan seperti sungai, danau, kolam dan sebagainya. Air sungai merupakan salah satu sumber air baku yang secara kuantitatif relatif lebih besar bila dibandingkan dengan sumber air baku lain. Selain itu air permukaan merupakan sumber air yang mudah untuk didapat bila dibandingkan dengan sumber air lainnya seperti air tanah. Untuk itu diperlukan pengolahan yang tepat dalam mengolah air sungai menjadi air bersih.

Pada penelitian ini menggunakan sampel air baku yang diambil dari air Selokan Mataram, Yogyakarta. Keberadaannya yang sangat dekat dengan masyarakat Yogyakarta, dan potensinya yang sangat besar sebagai sumber air bersih melatar belakangi digunakannya air tersebut sebagai sampel air. Selain itu kondisinya yang mulai tercemar dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi

Chemical Oxygen Demand (COD) dalam air tersebut. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan untuk memperbaiki kualitasnya sebagai sumber air bersih terutama untuk konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)*.

Selokan Mataram berupa sungai kecil yang dibuat oleh Sri Sultan Hamengku Buwono IX pada zaman pendudukan Jepang. Air dari Selokan Mataram diambil dari Sungai Progo dan mengalir sepanjang kira-kira 60 Km menuju Sungai Opak. Wilayah yang dilewati Selokan Mataram dengan sendirinya bisa mengambil air untuk keperluan pertanian. Aliran Sungai Progo yang mengalir di selokan dipakai untuk mangairi sawah. Banyak wilayah yang dilewati selokan sehingga hamparan sawah di kawasan yang dilewati Selokan Mataram subur. Inilah fungsi ekonomis dan kultural Selokan Mataram.

Pada saat ini kondisi Selokan Mataram sangat berbeda jauh dari sebelumnya, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dari segi kualitas kondisi Selokan Mataram sudah banyak tercemar karena banyaknya penduduk yang membuang limbah rumah tangga mereka kedalam Selokan Mataram. Sedangkan dari segi kuantitas air yang mengalir semakin besar debitnya, karena air yang mengalir di Selokan Mataram bukan hanya dari air sungai tetapi juga dari limbah rumah tangga. Semakin padatnya pemukiman disekitar Selokan Mataram akan semakin banyak mempengaruhi kualitas air tersebut.

Melihat kondisi diatas, banyaknya air limbah yang mencemari air Selokan Mataram akan mempengaruhi konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* yang terkandung didalamnya. COD sendiri merupakan salah satu indikator pencemar pada air permukaan maupun air limbah. Untuk itu diperlukan suatu pengolahan yang sesuai ketika air Selokan Mataram akan digunakan sebagai sumber alternatif air bersih. Salah satu teknologi pengolahan yang dapat digunakan dalam mengolah air Selokan Mataram adalah *Biosand Filter-Activated Carbon*.

Biosand filter merupakan salah satu pengembangan dari *Slow Sand Filter*. *Biosand Filter* dirancang dan dibuat secara khusus untuk penggunaan yang bersifat sementara atau penggunaan rumah tangga. Selama proses penyaringan, air yang diolah akan dilewatkan pada media filter dengan kecepatan aliran yang rendah. Pada penelitian sebelumnya teknologi ini dapat dapat menurunkan konsentrasi COD antara 15-25% (Jo Smet and Christine van Wijk, 2002) selain

itu teknologi ini termasuk murah hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan dan juga beroperasi secara gratis.

Activated Carbon (karbon aktif) pada saat ini telah banyak sekali dikembangkan dalam pengolahan air. Proses adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif akan memindahkan bahan-bahan kimia pencemar yang terkandung dalam air sampel ke permukaan karbon aktif. Menurut FORLINK (2000) karbon aktif dapat menurunkan COD sebesar 10-60%. Kemudahan dalam menggunakan serta biaya yang relatif murah dalam perawatannya menjadikan karbon aktif sebagai salah satu alternatif teknologi yang digunakan dalam mengolah air.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya teknologi *Biosand Filter* dan *Activated Carbon* dirasa sesuai untuk mengolah air Selokan Mataram yang sudah tercemar menjadi salah satu alternative sumber air bersih. Pada penelitian ini teknologi *Biosand Filter* dikombinasikan dengan teknologi *Activated Carbon* untuk menurunkan konsentrasi COD Selokan Mataram. Adapun media yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pasir halus, pasir kasar, kerikil dan arang aktif (karbon aktif).

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

- a. Seberapa besar efisiensi penurunan konsentrasi COD yang terkandung dalam air Selokan Mataram, Yogyakarta dengan menggunakan teknologi *Biosand Filter-Activated Carbon*
- b. Pada variasi unit pengolahan *Biosand Filter-Activated Carbon* manakah yang lebih efektif menurunkan konsentrasi COD yang terkandung dalam air Selokan Mataram. Variasi unit sebagai berikut :
 1. *Biosand filter 1¹-Activated carbon I 60²* dengan *Biosand filter 2³-Activated carbon II 30⁴*
 2. *Biosand filter 1¹-Activated carbon I 30⁵* dengan *Biosand filter 2³-Activated carbon II 60⁶*

¹ Perbandingan media filtrasi pada *Biosand filter 1*, pasir halus : pasir kasar : kerikil = 45:15:10 cm

² Ketinggian karbon pada *Activated carbon 1* = 60 cm

³ Perbandingan media filtrasi pada *Biosand filter 2*, pasir halus : pasir kasar : kerikil = 55:10:5 cm

⁴ Ketinggian karbon pada *Activated carbon 2* = 30 cm

⁵ Ketinggian karbon pada *Activated carbon 1* = 30 cm

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, maka untuk memudahkan dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan batasan masalah sebagai berikut :

- a. Metode filtrasi digunakan dengan menggunakan unit *Biosand Filter* dengan komposisi dari unit adalah pasir kasar, pasir halus, dan kerikil kemudian dilanjutkan dengan tambahan unit *Activated Carbon*
- b. Sumber air yang digunakan berasal dari air Selokan Mataram Yogyakarta
- c. Unit *Biosand filter-Activated carbon* menggunakan variasi ketinggian media yang berbeda., yaitu :
 1. *Biosand filter*
 - ↳ Tinggi /ketebalan media yang digunakan yaitu :

Pasir halus dengan ketinggian	: 45 cm, 55 cm
Pasir kasar dengan ketinggian	: 15 cm, 10 cm
Kerikil dengan ketinggian	: 10 cm, 5 cm
 - ↳ Diameter media:

Pasir Halus	: 0,25 mm
Pasir Kasar	: 0,85 mm
Kerikil	: 6,3 mm
 2. *Activated carbon*
Ketinggian media karbon aktif adalah 60 cm dan 30 cm
- d. Paramater yang diukur adalah *Chemical Oxygen Demand (COD)*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui besarnya efesiensi kemampuan *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* pada air Selokan Mataram Yogyakarta.

⁶ Ketinggian karbon pada *Activated carbon* 2 = 60 cm

- b. Untuk mencari variasi media yang paling efektif, sehingga mendapatkan penurunan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang paling optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Penggunaan unit "*Biosand Filter-Activated Carbon*" dalam pengolahan air Selokan Mataram diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Memberikan salah satu alternatif teknologi yang tepat guna dalam menurunkan konsentrasi COD pada air Selokan Mataram.
- b. Memberikan data dan informasi mengenai kemampuan teknologi *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam menurunkan konsentrasi COD pada air Selokan Mataram.
- c. Sebagai bahan kajian dan referensi kepada penelitian selanjutnya dalam mencoba berbagai variasi percobaan, sehingga nantinya akan memperoleh data yang lebih lengkap tentang kemampuan teknologi *Biosand Filter-Activated Carbon* dalam menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air Selokan Mataram.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Air merupakan kebutuhan yang paling utama bagi makhluk hidup. Manusia dan makhluk hidup lainnya sangat bergantung dengan air demi mempertahankan hidupnya. Bagi manusia air digunakan untuk kegiatan pertanian, industri dan pemenuhan kebutuhan rumah tangga. Sedangkan bagi makhluk hidup lainnya air merupakan sumber kehidupan, baik sebagai tempat hidup maupun sarana yang menunjang kelangsungan kehidupan mereka. Karenanya keberadaan air tidak dapat dipisahkan dengan keberadaan makhluk hidup disekitarnya termasuk manusia.

Masalah yang menjadi perhatian khusus bagi negara maju dan juga negara berkembang adalah masalah penyediaan air bersih. Salah satunya adalah berkurangnya sumber air bersih khususnya di daerah perkotaan. Hal tersebut dikarenakan banyaknya sumber-sumber air bersih yang mulai tercemar, baik tercemar berat maupun tercemar ringan. Ironisnya meskipun telah tercemar badan penyedia air minum (PDAM) masih menggunakan air tersebut sebagai bahan baku air minum. Karena itu masalah air ini masih butuh perhatian lebih oleh pemerintah dan membutuhkan suatu solusi yang tepat.

Siklus hidrologi menjadi salah satu dasar diperlukannya integrasi antara pengelolaan air permukaan dan air tanah. Setetes air yang ditahan pada permukaan daerah tangkapan air (*Catchment Area*) dapat muncul sebagai air permukaan atau air tanah pada perjalanannya menuju bagian hilir dari suatu daerah tangkapan air. Sebagian besar dari penduduk Indonesia bergantung dari air tanah untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya. Dengan semakin meluasnya penggunaan bahan kimia untuk pertanian dan industri, para pengelola harus mewaspadaai hubungan antara air permukaan dan air tanah. Hal tersebut dilakukan karena kegiatan diatas dapat menimbulkan potensi terjadinya pencemaran terhadap air permukaan dan air tanah. Pencemaran air tanah seringkali dapat menimbulkan dampak yang tidak terpulihkan (*irreversible*)

mengingat tingkat teknologi yang ada saat ini dan besarnya biaya untuk pemulihannya.

Pada dunia kesehatan lingkungan, perhatian air dikaitkan sebagai faktor perpindahan/penularan penyebab penyakit (*agent*). Air membawa penyebab penyakit dari kotoran (*feces*) penderita, kemudian sampai ke tubuh orang lain melalui makanan dan minuman. Air juga berperan untuk membawa penyakit non mikrobial seperti adanya bahan-bahan *toxic* yang terkandung didalamnya. Penyakit-penyakit infeksi yang biasanya ditularkan melalui air adalah *typhus abdominalis*, *cholera*, *dysentri baciller*, dan lainnya. Untuk itu tidak hanya kualitas dari sumber air saja yang harus diperhatikan, melainkan kualitas dari air juga perlu mendapat perhatian lebih.

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga seperti untuk air minum, air mandi, dan sebagainya harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan peraturan Internasional (WHO dan APHA) ataupun peraturan nasional dan setempat. Dalam hal ini kualitas air bersih di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang di dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No.173/Men.Kes/Per/VIII/77 dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus sesuai.

2.2 Sumber Air Baku

Pemilihan sumber air baku, haruslah diperhatikan persyaratan utamanya yang meliputi kualitas, kuantitas, kontinuitasnya, serta biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya. Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan sebagai sumber air baku, yaitu

2.2.1 Air Hujan

Air hujan disebut juga dengan air angkasa. Beberapa sifat kualitas air hujan adalah sebagai berikut :

- a. Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral.
- b. Air hujan pada umumnya bersifat air bersih
- c. Dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat diudara seperti NH_3 , CO_2 agresif, ataupun SO_2 . Adanya konsentrasi

SO₂ yang tinggi diudara dimana bercampur dengan air hujan dapat menyebabkan terjadinya hujan asam (*acid rain*)

Dalam hal kualitasnya, air hujan tergantung pada besar dan kecilnya curah hujan, sehingga air hujan tidak mencukupi persediaan umum karena jumlahnya berfluktuasi. Begitu pula bila dilihat dari segi kontinuitasnya, air hujan tidak dapat diambil secara terus menerus karena sangat tergantung pada musim. Pada musim kemarau dapat terjadi kemungkinan air akan menurun karena tidak adanya penambahan air hujan.

2.2.2 Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa dan badan air lain. Air tersebut tidak mengalami infiltrasi kebawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air kesuatu badan air disebut *watershed* atau *drainage basins*. Sedangkan air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*), dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (*river run off*).

Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki konsentrasi-konsentrasi bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH 4,2. Sifat asam yang dibawa oleh hujan sering disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas Karbondioksida (CO₂), Sulphur (S) dan Nitrogen Oksida (NO₂). Setelah jatuh kepermukaan bumi, air hujan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung di dalam tanah (Hefni Effendi, 2003).

Pada umumnya air permukaan telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Kontaminan atau zat pencemar ini berasal dari buangan domestik, buangan industri, dan limbah pertanian. Kontinuitas dan kualitas dari air permukaan dapat dianggap tidak menimbulkan masalah yang besar untuk penyediaan air bersih dengan memakai bahan baku air permukaan, dimana dalam proses pengolahannya sesuai dengan teknologi yang ada.

Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air bersih adalah :

- a. Air waduk (berasal dari air hujan)
- b. Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- c. Air danau (berasal dari air hujan, air sungai, atau mata air)

2.2.3 Air Tanah dan Mata Air

2.2.3.1 Air Tanah

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah. Air tanah sebagian besar terbebas dari polutan, hal tersebut dikarenakan air berada dibawah permukaan tanah. Tetapi hal tersebut tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat mengganggu kesehatan seperti adanya kandungan Fe, Mn, kesadahan yang terbawa oleh aliran permukaan tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, yaitu : air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal memiliki kualitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kualitas air tanah dalam. Hal ini disebabkan air tanah dangkal lebih mudah mendapat kontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit.

Dari segi kualitas, apabila air tanah dipakai sebagai sumber air dapat memenuhi persyaratan, tetapi jika di lihat dari segi kontinuitas, maka dapat menjadi masalah karena pengambilan air tanah secara terus menerus akan menyebabkan penurunan muka air tanah. Karena air didalam merupakan rantai yang panjang (menurut siklus hidrologi) maka apabila terjadi penurunan muka air tanah kekosongan tersebut akan diisi oleh air laut dan peristiwa ini disebut intrusi air laut.

Sebagian besar dari air yang meresap ke dalam tanah akan berada dalam lapisan tanah yang berdekatan dengan permukaan bumi, dan ia mungkin akan menyerap masuk ke dalam aliran anak sungai melalui celah di tebing sungai. Terdapat juga air yang akan menyerap masuk jauh ke dalam kerak muka bumi dan mengisi akuifer bawah tanah. Air dapat mengalir melalui suatu jarak yang sangat jauh atau berada sebagai simpanan air bawah tanah dalam waktu yang lama sebelum kembali semula ke permukaan bumi atau sumber-sumber air yang lain seperti sungai dan lautan.

2.2.3.2 Mata Air

Mata air adalah sumber air bersih yang sangat baik bila dipakai sebagai air baku dari segi kualitas. Hal tersebut dikarenakan mata air berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah sebagai akibat dari adanya tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar. Mata air didapati apabila sebuah akuifer telah dipenuhi oleh air sehingga terjadinya tekanan dari dalam tanah sehingga mengakibatkan air didalam tanah melimpah keluar ke permukaan bumi. Biasanya lokasi mata air merupakan daerah yang terbuka sehingga lebih mudah terkontaminasi oleh lingkungan sekitarnya. Dilihat dari segi kuantitasnya, jumlah, dan kapasitas mata air sangat terbatas sehingga hanya mampu memenuhi kebutuhan penduduk dalam jumlah tertentu. Meskipun demikian kualitasnya sangat baik jika digunakan sebagai air baku dan tetap menjadi pilihan utama sumber air baku.

2.3 Karakteristik Air Baku

Penyediaan air bersih selain kuantitasnya, dari segi kualitasnya harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk itu perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas air bersih sebelum didistribusikan kepada pelanggan sebagai air minum. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Selain itu air minum seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Syarat air yang lain adalah tidak mengandung zat kimia yang dapat merubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Air tersebut juga seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya diadakan pengolahan air untuk mencegah hal-hal tersebut diatas serta terjadinya *water borne diseases*.

Standar air bersih di setiap negara berbeda sesuai dengan keadaan sosial-ekonomi-budaya setempat. Namun dari manapun asal suatu standar air bersih karakteristiknya dibagi ke dalam beberapa bagian antara lain :

1. Karakteristik fisis
2. Karakteristik kimiawi
3. Karakteristik biologis

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan suatu baku mutu air tertentu (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut *parameter kualitas air*, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standar tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air. Parameter tersebut terbagi dalam :

1. Parameter fisis
2. Parameter kimiawi
3. Parameter biologi
4. Parameter radiologis

Pembahasan karakteristik beserta parameter kualitas air bersih yang berlaku di Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 416/MENKES/PER/IX/1990.

2.3.1 Karakteristik Fisik

Sifat-sifat fisis air adalah relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dengan cepat dapat dinilai oleh orang awam.

- a. Bau
- b. Rasa
- c. Suhu
- d. Warna
- e. Jumlah zat padat terlarut (*TDS*)
- f. Kekeruhan

2.3.2 Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat-sifat air dari suatu sampel.

A. Kimia Anorganik

- a. Air raksa
- b. Aluminium
- c. Arsen
- d. Barium
- e. Besi
- f. Keadahan
- g. Klorida
- h. Mangan
- i. Ph
- j. Perak
- k. Nitrat, Nitrit
- l. Seng
- m. Sulfat
- n. Tembaga
- o. Timbal
- p. Sianida

B. Kimia Organik

- g. Aldrin dan dieldrin
- h. Benzo (a) pyrene (B (a) P)
- i. Chlordane
- j. Chloroform
- k. 2,4-D
- l. Dichloro-diphenyl-trichloroetane (DDT)
- m. Detergen
- n. Zat Organik

2.3.3 Karakteristik Biologis

Analisis bakteriologi suatu sampel air bersih biasanya merupakan parameter kualitas yang paling sensitif. Dalam parameter mikrobiologis ini hanya dicantumkan koliform tinja dan total koliform. Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen dan virus.

- JPT Coli/100 cc air

Jumlah perkiraan terdekat (JPT) bakteri coliform/100 cc air digunakan sebagai indikator kelompok mikrobiologis. Hal ini tentunya tidak terlalu tepat, tetapi sampai saat ini bakteri inilah yang paling ekonomis dapat digunakan untuk kepentingan tersebut. .

Untuk membuat air menjadi aman untuk diminum, tidak hanya tergantung pada pemeriksaan mikrobiologis, tetapi biasanya juga ditunjang oleh pemeriksaan residu khlor misalnya.

2.3.4 Parameter Radioaktif

Apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian dan perubahan komposisi genetik. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

Sinar alpha, beta dan gamma berbeda dalam kemampuan menembus jaringan tubuh. Sinar alpha sulit menembus kulit, jadi bila tertelan lewat minuman maka yang terjadi adalah kerusakan sel-sel pencernaan, sedangkan beta dapat menembus kulit dan gamma dapat menembus sangat dalam. Kerusakan yang terjadi ditentukan oleh intensitas sinar serta frekuensi dan luasnya pemaparan.

2.4 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Menurut *Metcalf and Eddy* (1991). COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung konsentrasi bahan organik yang dapat dioksidasi, dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam.

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi, atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O. Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan

H₂O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak sama semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri. Nilai COD merupakan satu bilangan yang dapat menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik menjadi CO₂ dan air dengan perantara oksidan kuat dalam suasana asam.

COD ini secara khusus bernilai apabila BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga lebih singkat dibandingkan pengukuran BOD. Namun demikian bahwa BOD dan COD tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung COD tidak dapat dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. COD tidak dapat menjadi petunjuk tentang tingkat dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang praktis COD dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat arang yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia.

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat maupun tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Alaerts and Sumestri, 1984).

COD merupakan salah satu parameter indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik. Keberadaan COD di dalam lingkungan sangat ditentukan oleh limbah organik, baik yang berasal dari limbah rumah tangga maupun industri. Secara umum, konsentrasi COD yang tinggi didalam air menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah yang banyak.

Untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat dibandingkan dengan uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan *oksidant* yang disebut uji COD. Uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan seperti *Kalium Dikhromat* yang digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air.

COD atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada didalam air dapat teroksidasi secara

kimia. Limbah organik akan dioksidasi oleh *Kalium Bichromat* ($K_2Cr_2O_2$) sebagai sumber oksigen bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik.

Pada kimia lingkungan uji COD biasanya digunakan sebagai suatu ukuran tidak langsung dari komponen organik yang terdapat di air. Sebagian besar penggunaannya untuk mengetahui jumlah komponen organik yang terdapat di air permukaan (misalnya: danau dan sungai) sehingga COD sangat penting bagi pengukuran kualitas air. COD ditunjukkan pada milligram per liter (mg/l), yang mengindikasikan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam per liter larutan.

Analisa COD berbeda dengan analisa BOD namun perbandingan antara angka COD dengan BOD dapat ditetapkan seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan rata-rata angka BOD₅ –COD untuk beberapa jenis air

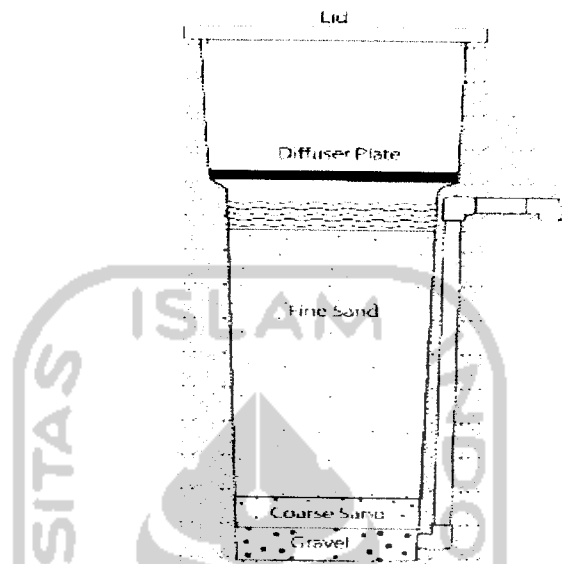
Jenis air	BOD ₅ /COD
Air buangan domestik	0,4-0,6
Air buangan domestik setelah pengendapan primer	0,6
Air buangan domestik setelah pengendapan biologis	0,2
Air Sungai	0,1

(Sumber: Metode Penelitian Air, 1984)

2.5 *Biosand Filter*

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 saringan pasir lambat 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. Teknologi ini dapat mencapai 99.99 % penghilang bakteri virus tipus, dan 50-90% mampu menurunkan bahan organik dan inorganik yang terkandung dalam air (www.cawst.org). Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara grafitasi. 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 (Murcott & Lucas, 2002). Berikut gambar unit *biosand filter*



Gambar 2.1 Unit *Biosand Filter*

Biosand filter merupakan pengembangan dari jenis filter sebelumnya yaitu *slow sand filter*. Hanya saja pada *biosand filter* lapisan biologis (lapisan *biofilm*) sengaja ditumbuhkan untuk membantu proses pengolahan pada *biosand filter*. Untuk itu syarat-syarat air baku yang akan diolah pada *biosand filter* hampir sama dengan syarat air baku yang akan diolah pada *slow sand filter*.

Tabel 2.2 Syarat-syarat Kualitas Air pada *Slow Sand Filter*

Parameter Kualitas Air	Kualitas Air Mengacu pada Refrensi 1991		
	Spencer, et al.	Cleasby	Di Bernardo
Kekeruhan (NTU) ⁽¹⁾	5-10	5	10
Alga (units/ml)	200 ⁽²⁾	5 µg/l ⁽³⁾	250
True colour (PCU)	15-25		5
Dissolved okygen (mg/l)	> 6		
Phospat (PO ₄) (mg/l)	30		
Ammonia (mg/l)	3		
Total iron (mg/l)	1	0,3	20
Mangan (mg/l)		0,05	0,2
Fecal coliform (CFU/100 ml)			200

Sumber : Jo Smet dan Christine van Wijk, 2002

- Jenis kekeruhan dan distribusi partikel dapat menyebabkan perubahan kualitas air dari *effeluent* SSF.
- Keduanya, jumlah dan tipe spesies yang terdapat dalam sumber air sangat penting. Referensi ini *covered filters*.
- Hubungan antara klofofil A pada air supernatant sebagai ukuran tidak langsung untuk kandungan alga.

Biosand filter dapat menghilangkan bakteri patogen melalui proses yang sama dengan saringan pasir lambat, yang mana pada saat zat-zat padat melawati pasir dalam filter, zat-zat ini akan bertubrukan dan menyerap ke dalam partikel-partikel pasir. Bakteri dan zat padat yang terapung mulai meningkat dalam kepadatan yang tertinggi di lapisan pasir paling atas, menuju *biofilm*. *BSF* didesain 5 cm di bagian atas air dilapisi pasir halus. Ketinggian 5 cm menjadi ketinggian optimum dari perpindahan patogen. Jika tingkatan air terlalu dangkal, lapisan *biofilm* dapat lebih mudah terganggu karena rusak oleh kecepatan datangnya air. Disisi lain, jika tingkatan air terlalu dalam, jumlahnya tidak cukup pada difusi O₂ pada *biofilm*, mengakibatkan kematian dari mikroorganisme pada lapisan *biofilm*. Sebagai tambahan sebesar 5 cm untuk melindungi lapisan air, kontak pendifusi diatas lapisan butir-butir pasir memberikan tujuan yang penting untuk mengurangi kecepatan dari *input* air yang dapat merusak lapisan paling atas dari pasir. Ketika air yang terkontaminasi mikrobial dimurnikan dengan *biosand filter* organisme pemangsa (predator) yang berada di lapisan *biofilm* akan memakan patogen-patogen yang ada

Tabel 2.3 Efisiensi Pengolahan dengan Menggunakan SSF (*Slow Sand Filter*)

Parameter Kualitas Air	Removal	Keterangan
Bakteri	90-99,9 %	
Virus	99-99,9 %	20 °C : 5 log pada 0,2 m/j dan 3 log pada 0,4 m/j 6 °C : 3 log pada 0,2 m/j dan 1 log pada 0,4 m/j
<i>Giardia cycts</i>	99-99,99 %	Effisiensi sangat tinggi, bahkan sesaat setelah filter dibersihkan
<i>Cryptosporidium</i>	> 99,9 %	
<i>Cercaria</i>	100 %	
Kekeruhan	< 1 NTU	Tingkat kekeruhan dan distribusi partikel mempengaruhi kapasitas pengolahan
Pestisida	0-100 %	
DOC ¹	5-40 %	
UV-absorbance (254 nm)	5-35 %	
Warna (<i>true colour</i>)	25-40 %	
UV-absorbance (400 nm)	15-80 %	
TOC ² , COD ³	< 15-25 %	
AOC	14-40 %	
BDOC	46-75 %	
Besi dan Mangan	30-90 %	

Sumber : Jo Smet dan Christine van Wijk, 2002

¹ DOC = *dissolved organik carbon*

² TOC = *total organik carbon*

³ COD = *chemical organik demand*

2.5.1 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 meremoval 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 (WEDC, 1999). Biasanya istilah *schmutzdecke* digunakan untuk menandakan zone aktivitas biologi yang umumnya terjadi di dalam *bed* pasir. Bagaimanapun, zone ini berbeda. Dalam kaitan dengan fungsi gandanya yang meliputi penyaringan mekanis, kedalaman *schmutzdecke* bisa dikatakan dapat menghubungkan kepada zone penetrasi dari partikel - partikel padatan dimana ukurannya yaitu 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 zone ini setelah melintasi lapisan *schmutzdecke* tersebut. Zone yang lebih dalam ini bukan merupakan sebuah zona penyaringan mekanis tetapi lebih merupakan suatu lanjutan area perlakuan secara biologis.

Schmutzdecke perlu didiamkan tanpa adanya gangguan. Hal ini dilakukan sehingga populasi biologi yang ada dipuncak 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 ke dalam pasir itu.

2.5.2 Pembersihan *Biosand Filter*

Pasir didalam *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.

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 ada kekeruhan yang banyak

sehingga terjadi kemacetan pada *Biosand Filter*. Pembersihan kondisi turbiditas normal hanya dengan cara memecah lapisan *biofilm* dengan cara mengaduk secara perlahan-lahan air di atas 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.

2.5.3 Proses *Biosand Filter*

Pada prinsipnya ada beberapa mekanisme yang terjadi didalam *biosand filter*, baik proses secara fisik/ mekanik, biologis dan kimia. Dari mekanisme yang ada, 5 mekanisme yang dianggap paling penting yaitu (Huisman, 2004):

1. *Mechanical Straining*

Proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir, yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir. Proses ini sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan. Koloid (0.001-1 μ m) dan bakteri (1 μ m) tidak dapat disisihkan dengan mekanisme.

2. Sedimentasi

Proses ini akan akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir. 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 maupun pasif. Secara aktif, adsorpsi dipengaruhi oleh gaya tarik antara 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 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 (*biological process*)

Aktivitas bakteri merupakan mekanisme terpenting dalam BSF. Aktivitas ini melibatkan akumulasi mikroorganisme di permukaan filter, kematian bakteri akibat adanya predator, dan juga pengurangan mikroorganisme akibat berkurangnya suplai oksigen 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 (www.wikipedia.org)

2.5.4 Keuntungan dan Kerugian Biosand Filter

✦ Keuntungan *Biosand filter* :

a. Efektif

Biosand filter merupakan instansi pengolahan yang dapat berdiri sendiri sekaligus dapat memperbaiki kualitas secara fisik, kimia, biologis, bahkan dapat menghilangkan bakteri patogen 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 pemiliharaanya 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* :

- 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 hancur kulit filter kemudian akan menjadi tetap hidup sebagai jenis mikroorganisme 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.

2.6 *Activated Carbon*

Karbon aktif (*activated carbon*) adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang akan membentuk amorf, yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang lebih baik. Keaktifan menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85% sampai 95% karbon bebas.

Karbon aktif terdiri dari berbagai mineral yang dibedakan berdasarkan kemampuan adsorpsi (daya serap) dan karakteristiknya. Sumber bahan dan proses yang berbeda akan menghasilkan kualitas karbon aktif yang berbeda. Sumber bahan baku karbon aktif bersal dari kayu, batu bara, tempurung kelapa, lignite.

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300 sampai 2000 m per gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan. Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan, misalnya, tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air.

2.6.1 Syarat Mutu *Activated Carbon*

Menurut Standard Industri Indonesia (SII No. 0258-79) persyaratan arang aktif adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Syarat Mutu Arang Aktif

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maksimum 15
2	Air	%	Maksimum 10
3	Abu	%	Maksimum 2,5
4	Bagian yang tidak mengarang	%	Tidak ternyata
5	Daya serap terhadap larutan 12	%	Maksimum 20

Sumber : www.warintek.net

Tempurung kelapa merupakan bahan yang baik sekali untuk dibuat arang aktif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap (*adsorbant*). Selain karena kekerasannya juga karena bentuknya yang tidak terlalu tebal sehingga memungkinkan proses penyerapan berlangsung secara merata.

2.6.2 Struktur *Activated Carbon*

Sifat adsorpsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidakteraturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awan elektron dalam rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan mempengaruhi sifat adsorpsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakteraturan yang lain adalah adanya hetero atom didalam struktur karbon.

Karbon aktif mengandung elemen-elemen yang terikat secara kimia, seperti oksigen dan hidrogen. Elemen-elemen ini dapat berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya proses karbonisasi, atau pula dapat terikat secara kimia pada proses aktivasi. Demikian pula adanya kandungan abu yang bukan bagian organik dari produk. Untuk tiap-tiap jenis karbon aktif kandungan abu dan komposisinya ada bermacam-macam. Adsorpsi elektrolit dan non elektrolit dari larutan dari karbon aktif, juga dipengaruhi oleh adanya sejumlah kecil abu. Adanya oksigen dan hidrogen mempunyai pengaruh besar pada sifat-sifat karbon aktif. Elemen-elemen ini berkombinasi dengan atom-atom karbon membentuk gugus-gugus fungsional tertentu.

2.6.3 Daya Serap *Activated Carbon*

Proses adsorpsi terjadi pada bagian permukaan antara padatan-padatan, padatan-cairan, cairan-cairan, atau cairan gas. Adsorpsi dengan bahan padat seperti karbon, tergantung pada luasan permukaannya. Sifat daya serap karbon aktif terbagi atas dua jenis, yaitu daya serap fisika dan daya serap kimia. Keduanya dapat terjadi atau tidaknya perubahan kimia yang terjadi antara zat yang mengadsorpsi (adsorben). Beberapa teori yang menerangkan tentang gejala daya serap yang sebenarnya, belum cukup untuk mengemukakan tentang terjadinya daya serap pada karbon aktif.

Karbon aktif dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, tetapi mekanisme penyerapan senyawa tersebut belum semua diketahui dengan jelas. Mekanisme penyerapan yang telah diketahui antara lain penyerapan golongan fenol dan aldehid aromatis maupun derivatnya. Senyawa fenol-aldehid maupun

derivadnya terserap oleh karbon karena adanya peristiwa donor-akseptor elektron. Gugus karbonil pada permukaan karbon bertindak sebagai donor elektron. Karena ada peristiwa tersebut, maka inti benzena akan berikatan dengan gugus karbonil pada permukaan berikut :

- a. Dengan adanya pori-pori mikro antar partikuler yang sangat banyak jumlahnya pada karbon aktif, akan menimbulkan gejala kapiler yang menyebabkan adanya daya serap. Selain itu distribusi ukuran pori merupakan faktor penting dalam menentukan kemampuan adsorpsi karbon aktif. Misalnya, ukuran 20 angstrom dapat digunakan untuk menghilangkan campuran rasa dan bau, hanya lebih efektif untuk pembersihan gas, sedangkan untuk ukuran 20-100 angstrom efektif untuk menyerap warna.
- b. Pada kondisi yang bervariasi ternyata hanya sebagian permukaan yang mempunyai daya serap. Hal ini dapat terjadi karena permukaan karbon dianggap heterogen, sehingga hanya beberapa jenis zat yang dapat diserap oleh bagian permukaan yang lebih aktif, yang disebut pusat aktif.

2.6.4 Proses Pembuatan *Activated Carbon*

Pembuatan karbon aktif telah banyak diteliti, dan dalam pustaka telah didapat data yang cukup banyak. Diantaranya dituliskan bahwa karbonisasi untuk memperoleh karbon yang baik untuk diaktivasi harus dilakukan pada temperatur dibawah 600°C . Disamping itu ditemukan pula bahwa aktivasi arang dengan uap air sangat baik pada temperatur $900-1000^{\circ}\text{C}$, dan penambahan garam KCNS akan mempertinggi daya adsorpsi karbon aktif yang diperoleh.

Secara umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses yaitu :

1. Proses pengarangan (karbonisasi)

Proses ini merupakan proses pembentukan arang dari bahan baku. Secara umum, karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara, sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Hasil yang diperoleh biasanya kurang aktif dan hanya mempunyai luas permukaan beberapa meter persegi pergram. Selama proses karbonisasi dengan adanya dekomposisi pirolitik bahan baku, sebagian elemen-elemen bukan karbon, yaitu hidrogen dan oksigen

dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom-atom yang terbebaskan dari karbon elementer membentuk kristal yang tidak teratur, yang disebut sebagai kristal grafit elementer. Struktur kristalnya tidak teratur dan celah-celah kristal ditempati oleh zat dekomposisi tar. Senyawa ini menutupi pori-pori karbon, sehingga hasil proses karbonisasi hanya mempunyai kemampuan adsorpsi yang kecil. Oleh karena itu karbon aktif dapat juga dibuat dengan cara lain, yaitu dengan mengkarbonisasi bahan baku yang telah dicampur dengan garam dehidrasi atau zat yang dapat mencegah terbentuknya tar, misalnya ZnCl, MgCl, dan CaCl. Perbandingan garam dengan bahan baku adalah penting untuk menaikkan sifat-sifat tertentu dari karbon.

2. Proses aktivasi

Secara umum, aktivasi adalah mengubah karbon dengan daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori, karbon diaktivasi, misalnya dengan menggunakan uap panas, gas karbondioksida dengan temperatur antara 700-1100 °C, atau penambahan bahan-bahan mineral sebagai aktivator (Smisek, 1970). Selain itu aktivasi juga berfungsi untuk mengusir tar yang melekat pada permukaan dan pori-pori karbon. Aktivasi menaikkan luas permukaan dalam (internal area), menghasilkan volume yang besar, berasal dari kapiler-kepiler yang sangat kecil, dan mengubah permukaan dalam dari struktur pori. Jadi karbon aktif dapat dibuat dengan dua metode aktivasi (Smisek, 1970), yaitu :

1. Aktivasi fisika, pada aktivasi ini digunakan gas pengaktif, misalnya uap air atau CO, yang dialirkan pada karbon hasil yang dibuat dengan metode karbonasi biasa. Pada saat ini senyawa-senyawa hasil ikutan akan hilang dan akhirnya akan memperluas hasil permukaan. Aktivasi ini dilakukan sampai derajat aktivasi cukup, yaitu sampai kehilangan berat berkisar antara 30-70 %.
2. Aktivasi kimia, pada aktivasi ini bahan dikarbonisasi dengan tambahan zat pengaktif (aktivator) yang mempengaruhi jalannya pirolisis. Kemudian dicuci dengan air dan kemudian dikeringakan.

Pembuatan karbon aktif akan melalui beberapa tahapan sebagai berikut: penghilangan air (dehidrasi), pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon, dan ikomposisi tar yang juga memperluas pori-pori. Pada proses produktif karbon aktif, metode tersebut dapat dikembangkan untuk maksud tertentu.

2.6.5 Proses-proses Dalam *Activated Carbon*

Proses adsorpsi merupakan proses yang terjadi secara fisik-kimia, dimana terjadi proses pemisahan komponen. Pemisahan terjadi dari fase fluida yang berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Proses yang terjadi di karbon aktif dalam penurunan kontaminan-kontaminan yang terkandung dalam air limbah yang paling utama adalah proses fisik, dimana terjadi proses adsorpsi dan filtrasi. *AC adsorption* maupun *AC filtration* efektif dalam menurunkan kontaminan organik dalam air, tetapi *AC filtration* pada umumnya digunakan untuk meningkatkan nilai estetika dari air. Proses adsorpsi karbon aktif melalui tiga tahapan, yaitu (www.wikipedia.org) :

1. *macro transport*, pergerakan material organik dalam karbon aktif yang melalui sistem *macro-pore* > 50 nm
2. *micro transport*, pergerakan material organik dalam karbon aktif yang melalui sistem *meso-pore* (2-50 nm) dan
3. *micro-pore* (< 2 nm) dan *sorption*, menempelnya material organik secara fisik pada permukaan karbon aktif di antara *meso pore* dan *micro pore*

Proses adsorpsi dan filtrasi karbon aktif dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- 1) propertis fisik karbon aktif, seperti distribusi ukuran pori dan area permukaan,
- 2) *chemical nature* dari sumber karbon atau sejumlah oksigen dan hidrogen yang terkandung di dalamnya,
- 3) komposisi kimia dan konsentrasi kontaminan,
- 4) temperatur dan pH dari air, dan
- 5) debit dan waktu kontak air di karbon aktif.

2.6.6 Penggunaan *Activated Carbon*

Karbon aktif digunakan pertama kali pada pengolahan air dan air limbah untuk mengurangi material organik, rasa, bau dan warna (Culp, RL dan Culp, GL,

1986). Karbon aktif juga sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintesis (SOC_s), tapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya (Ronald L, 1997).

Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru.

Saat ini, arang aktif telah digunakan secara luas dalam industri kimia, makanan/minuman, farmasi. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap, dan penjernih. Dalam jumlah kecil digunakan juga sebagai katalisator (tabel 2.5)

Tabel 2.5 Manfaat arang aktif untuk zat cair

No	Maksud/Tujuan	Pemakaian
1	Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan
2	Minumam ringan, minuman keras	Menghilangkan warna, bau pada arak/minumam keras dan minumam ringan
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4	Pembersih air	Menyaring/menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat/penyulingan air
5	Pembersih air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau, dan logam berat
6	Penambakan udang dan benur	Pemurnian, menghilangkan bau dan warna
7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa methanol, etil, aseta dan lain-lain

Sumber : www.warintek.net

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian mengenai teknologi *Biosand-Filter* dalam mengolah air 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* dalam menurunkan konsentrasi COD air permukaan Selokan Mataram, Yogyakarta jika dikombinasikan dengan teknologi *activated carbon*.

Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 4 bulan, hal ini dikarenakan terjadinya kebocoran pada salah satu unit *Biosand Filter* sehingga menghambat proses penelitian. Tahap awal dari penelitian ini adalah penyiapan media yang akan digunakan pada unit *Biosand-Filter* dan *activated carbon*. Pasir halus, pasir kasar dan kerikil disaring dengan spesifikasi tertentu agar seluruh media untuk *Biosand Filter* mendapatkan variasi diameter yang sama. Sedangkan untuk *activated carbon*, karbon dicuci bersih untuk kemudian disusun dalam media. Pada lapisan biofilm, mengetahui perkembangannya pada permukaan pasir, dilakukan uji foto mikroskop. Selanjutnya dilakukan pengujian awal sampel air baku yaitu parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada air Selokan Mataram yang hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk table dan grafik.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian Laboratorium (*Labour Experiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu

terhadap kandungan *Chemical Oxygen Demand (COD)* di dalam air Selokan Mataram, Yogyakarta dengan menggunakan unit *biosand filter-activated carbon*.

3.3 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan *Chemical Oxygen Demand (COD)* dari sumber air baku air Selokan Mataram Yogyakarta.

3.4 Lokasi Penelitian

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

1. Selokan Mataram, Yogyakarta
Merupakan tempat pengambilan sampel air. Air Selokan Mataram yang digunakan terletak di sekitar Magister Manajemen, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
2. Laboratorium Jalan Raya, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
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 Rancang Bangun, Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
Merupakan tempat penelitian, yaitu unit *biosand filter-activated carbon*.
4. Laboratorium Kualitas Air, Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
Merupakan tempat analisis sampel air untuk mengetahui kandungan *Chemical Oxygen Demand (COD)* dalam air Selokan Mataram, Yogyakarta.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)
 - a. *Biosand Filter* :
 - ✦ Tinggi /ketebalan media yang digunakan yaitu :
Pasir halus dengan ketinggian : 45 cm, 55 cm
Pasir kasar dengan ketinggian : 15 cm, 10 cm
Kerikil dengan ketinggian : 10 cm, 5 cm

- Diameter media:
 - Pasir halus : 0,25 mm
 - Pasir kasar : 0,85 mm
 - Kerikil : 6,3 mm

Untuk lebih jelasnya, variasi ketinggian media dalam *biosand filter* pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Ketinggian Media Biosand Filter

	Pasir Halus (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)	Total (cm)
<i>Biosand Filter 1</i>	45	15	10	70
<i>Biosand Filter 2</i>	55	10	5	70

b. *Activated Carbon* :

Ketinggian media *activated Carbon* untuk unit *biosand filter I* dan *biosand filter II* adalah 60 cm dan 30 cm.

Tabel 3.2 Ketinggian Media Activated Carbon

	Activated carbon 1 (cm)	Activated carbon 2 (cm)
<i>Biosand Filter 1 (45:15:10)</i>	60	30
<i>Biosand Filter 2 (55:10:5)</i>	60	30

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* dalam air Selokan Mataram, Yogyakarta.

3.6 Bahan dan Alat Penelitian

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

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

mesin pengayak dimana ukuran ayakan berdasarka ukuran *mest*. Mest yang digunakan antara lain *mest* ¼ inci dengan ukuran 6,3 mm untuk media kerikil, kemudian *mest* 20 dengan ukuran 0,85 mm untuk media pasir kasar dan *mest* 60 dengan ukuran 0,25 mm untuk media pasir halus. Pengayakan dilakukan kurang lebih selama 1 bulan mengingat keterbatasan alat pengayak.

Berikut ini ada gambar media filtrasi dan karbon aktif (gambar 3.1).



Gambar 3.1 Media *Biosand Filter* dan *Activated Carbon*.

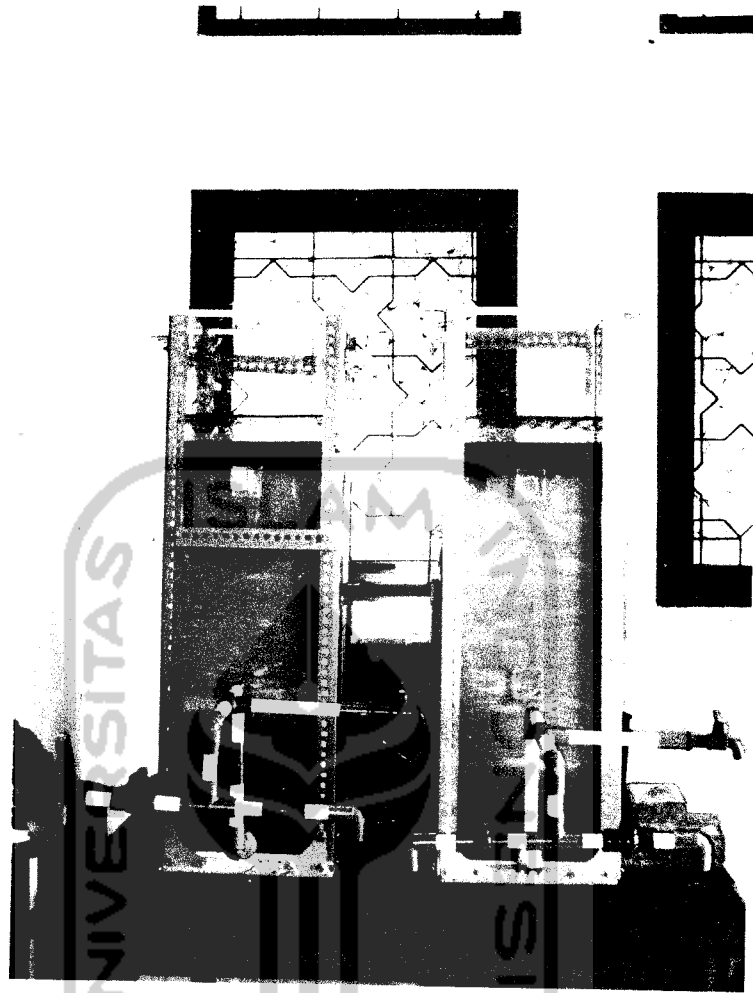
(a) Pasir Halus, (b) Pasir Kasar, (c) Kerikil, (d) Karbon Aktif

3.6.2 Alat Penelitian

3.6.2.1 *Biosand Filter* (BSF)

Pada penelitian ini, unit pertama yang digunakan adalah *biosand filter* (BSF). Jumlah unit BSF sebanyak 2 buah, dimana setiap BSF memiliki variasi ketinggian media filtrasi yang berbeda. Dimensi unit BSF yang telah direncanakan adalah :

Panjang unit	: 30 cm
Lebar unit	: 30 cm
Tinggi unit	: 100 cm
Tinggi total media	: 70 cm
Tinggi air diatas media pasir halus	: 5 cm
Tinggi dari muka air ke <i>perforated baffle</i>	: 5 cm
<i>Freeboard</i> (fb)	: 20 cm
Lebar <i>perforated baffle</i>	: 30 cm
Panjang <i>perforated baffle</i>	: 30 cm



Gambar 3.2 *Biosand Filter*

3.6.2.2 Activated Carbon

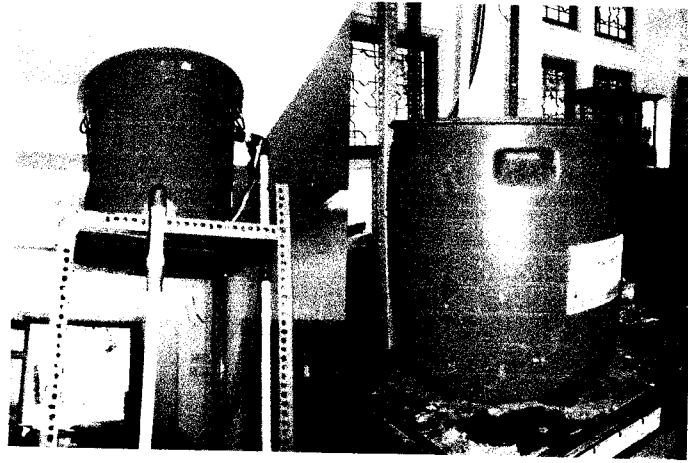
Unit penelitian kedua yang digunakan setelah BSF adalah unit *Activated Carbon*. Unit yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 4 unit, dimana untuk 1 unit BSF ditempatkan unit *Activated Carbon* sebanyak 2 unit. Untuk dimensi dari unit *Activated Carbon* adalah lebar 15 cm, panjang 15 cm dan tinggi 70 cm. Ketinggian media karbon aktif untuk BSF pertama dan kedua adalah 60 cm dan 30 cm.



Gambar 3.3 Activated Carbon

3.6.2.3 Reservoir

Reservoir yang digunakan untuk menampung air Selokan Mataram sebanyak 4 buah, 3 buah reservoir yang memiliki volume 250 liter dan 1 buah reservoir yang memiliki volume 50 liter. Reservoir yang bervolume 50 liter diletakkan diatas menara air sebagai reservoir utama, sedangkan 3 reservoir lainnya diletakkan dibawah menara sebagai tempat penampungan sementara sebelum dialirkan ke reservoir utama.



a b

Gambar 3.4 Reservoir.

(a) Reservoir volume 50 liter, (b) Reservoir volume 250 Liter

3.7 Pelaksanaan Penelitian

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

3.7.1 Persiapan Media

Media yang sudah diayak sesuai dengan diameter butiran, kemudian dicuci. Tujuan dilakukannya pencucian ini adalah agar kotoran-kotoran yang terdapat dalam media filtrasi hilang. Setelah itu media dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 105 °C agar media steril.

Untuk media karbon aktif, sebelum digunakan dicuci terlebih dahulu untuk mengurangi warna hitam yang dihasilkan oleh karbon. Setelah itu karbon direndam dengan menggunakan air garam selama kurang lebih 24 jam untuk lebih meningkatkan daya aktif karbon.

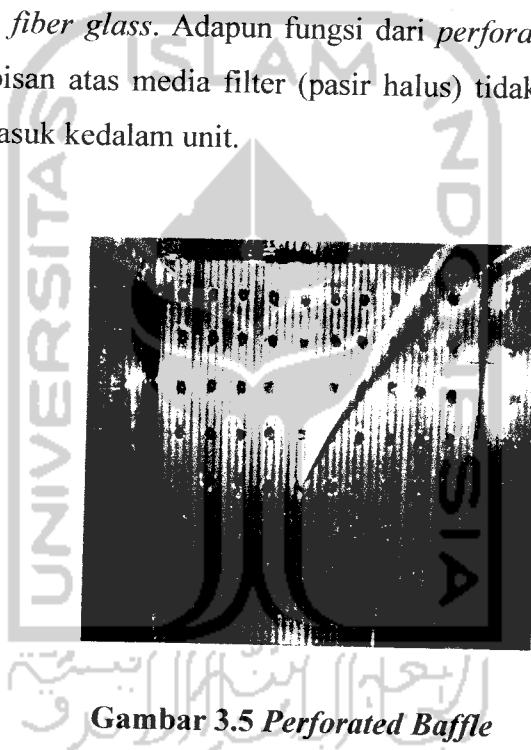
3.7.2 Persiapan Alat

3.7.2.1 Biosand Filter (BSF)

Unit *biosand filter* merupakan unit *rectangular* yang terbuat dari kaca 0,8 mm. Digunkannya 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 (tidak mengalami kebocoran). 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 75 cm, yaitu 70 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. Agar lapisan atas media filter (pasir halus) tidak mengalami kerusakan saat sampel air dimasukkan kedalam unit, maka 5 cm dari muka air terdapat *perforated baffle* yang terbuat dari *fiber glass*. Adapun fungsi dari *perforated baffle* adalah untuk menjaga agar lapisan atas media filter (pasir halus) tidak mengalami kerusakan saat sampel air masuk kedalam unit.



Gambar 3.5 Perforated Baffle

3.7.2.2 Activated Carbon

Unit karbon aktif merupakan unit dengan bentuk *rectangular* yang terbuat dari kaca 0,5 mm. Ukuran unit adalah lebar 15 cm, panjang 15 cm dan tinggi 70 cm.

3.7.2.3 Pengujian Sampel Awal

Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari air Selokan Mataram, Yogyakarta yang berada di sekitar Magister Manajemen, Universitas Gajah Mada. Sebelum memulai penelitian ini, dilakukan pengujian sampel awal kandungan COD dimana uji awal tersebut digunakan sebagai acuan

penelitian sampel berikutnya. Pengujian awal dilakukan pada 7 titik sampel yaitu inlet, BSF 1, BSF 2, I 60, I 30, II 60 dan II 30. Selain pengujian konsentrasi COD dilakukan pula perhitungan efisiensi awal. Jika efisiensi sudah lebih dari 50% berarti alat siap untuk dijalankan.

3.8 Pengukuran *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Sampel dari unit *biosand filter* dan *activated carbon* dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan metode refluks terbuka secara titrimetri.

3.8.1 Prinsip

Zat organik dioksidasi dengan campuran mendidih asam sulfat dan kalium dikromat yang diketahui normalitasnya dalam suatu refluk selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS).

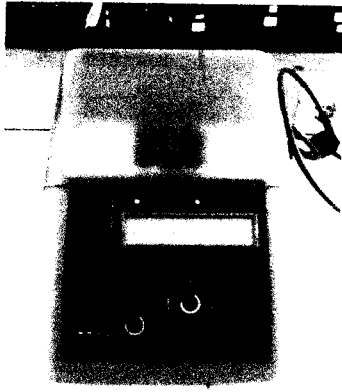
3.8.2 Alat dan Bahan

Alat :

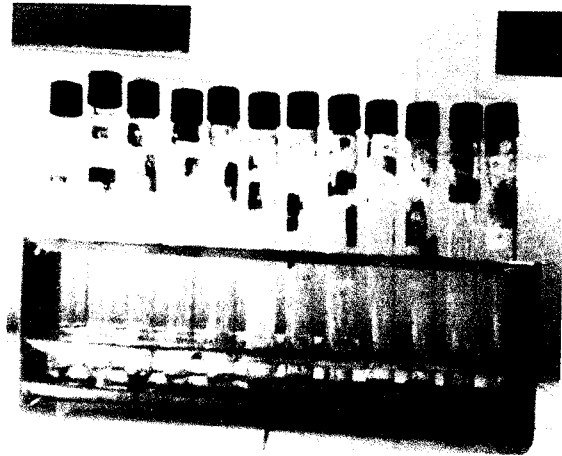
- a) peralatan refluks
- b) labu ukur 100 mL dan 1000 mL;
- c) buret 25 mL atau 50 mL;
- d) pipet volum 5 mL; 10 mL; 15 mL dan 50 mL;
- e) erlenmeyer 250 mL (labu refluk); dan

Bahan :

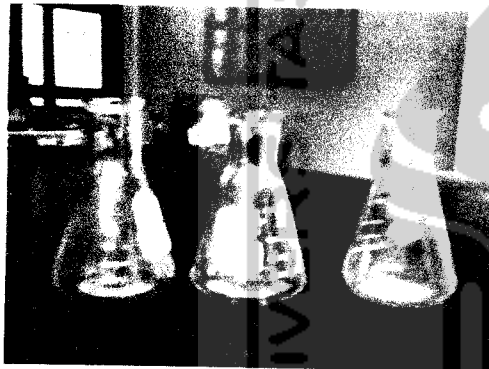
- a) larutan baku kalium dikromat 0,25 N.
- b) larutan asam sulfat – perak sulfat.
- c) larutan indikator ferroin.
- d) larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N.



Gambar 3.6 Thermoreaktor



Gambar 3.7 Tabung Refluks



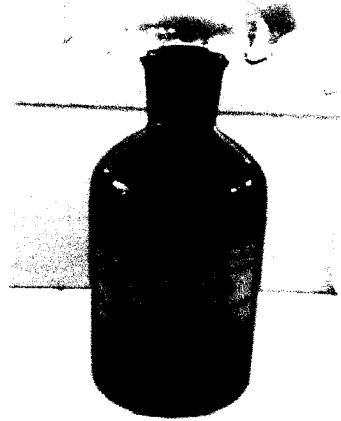
Gambar 3.8 Erlenmeyer



Gambar 3.9 Pipet Volume



Gambar 3.10 Larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N



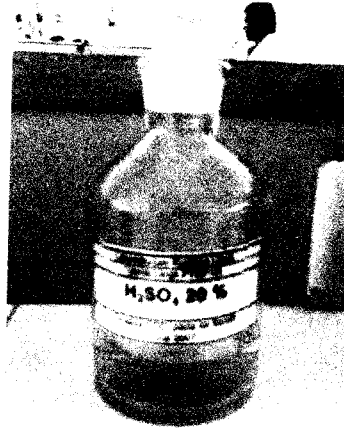
Gambar 3.11 Larutan asam sulfat-perak sulfat



Gambar 3.12 Larutan baku kalium dikromat 0,25 N



Gambar 3.13 Larutan indicator ferroin



Gambar 3.14 Larutan H₂SO₄ 20%

3.8.3 Prosedur

- a) Memasukkan 2.5 ml sampel kedalam tabung refluks
- b) Menambahkan 1.5 ml Kalium Dikromat.
- c) Mambahkan 2.5 ml Asam sulfat-Perak Sulfat.
- d) Sampel dimasukkan kedalam Thermounit dengan suhu 148 °C selama 2 jam
- e) Sampel dinginkan sampai temperatur kamar, ditambahkan indikator ferroin 2 sampai dengan 3 tetes, titrasi dengan larutan FAS 0.1 N sampai warna merah kecoklatan, catat kebutuhan larutan FAS.

3.8.4 Perhitungan

3.8.4.1 Normalitas larutan FAS

$$\text{Normalitas FAS} = \frac{V_1 \cdot N_1}{V_2}$$

dengan pengertian :

V₁ = volume larutan Kalium Dikromat yang digunakan, mL;

V₂ = volume larutan FAS yang dibutuhkan, mL;

N₁ = Normalitas larutan Kalium Dikromat.

3.8.4.2 Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

$$\text{COD (mg/L O}_2\text{)} = \frac{1.48 \cdot N \cdot E \cdot 10000}{\text{ml contoh uji}}$$

dengan pengertian :

A = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko, mL;

B = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh, mL;

N = normalitas larutan FAS.

3.9 Analisis Data

Untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi COD pada air Selokan Mataram. Dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{C_0 - C_1}{C_1} \times 100\%$$

Dimana :

E = Efisiensi

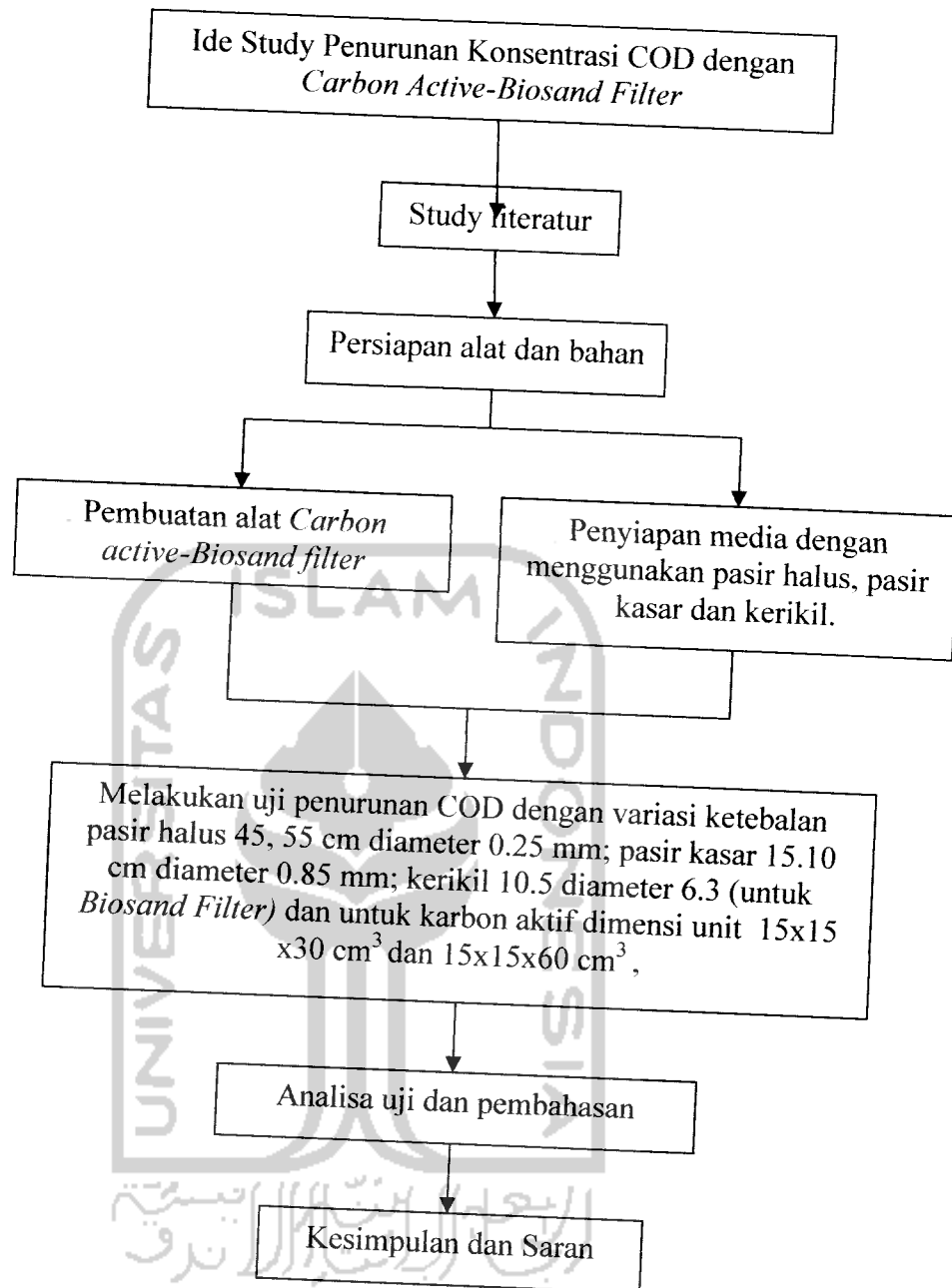
C_0 = Konsentrasi awal

C_1 = Konsentrasi akhir

Hasil data yang diperoleh dari uji laboratorium tersebut, selanjutnya akan di uji statistik. Uji statistik yang dilakukan menggunakan *Analisis of Variance* (ANOVA). Pemakaian ANOVA bertujuan untuk mengetahui apakah perbedaan ketinggian media akan mempengaruhi penurunan konsentrasi COD.

3.10 Kerangka Penelitian Tugas Akhir

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



Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* pada Air Baku

Langkah awal dalam penelitian ini adalah pengujian awal terhadap kualitas air baku khususnya COD dilakukan untuk mendapatkan data primer. Data tersebut nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam pengujian dan analisa COD pada penelitian ini. Air baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari Selokan Mataram, Yogyakarta. Untuk lokasi pengambilan dilakukan di daerah sekitar Magister Manajemen Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Berdasarkan hasil analisa laboratorium yang dilakukan terhadap air Selokan Mataram, didapatkan data pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* pada Air Baku

No	Titik Sampel	Satuan	Hasil Analisa
1	Inlet	ppm	30.336
2	BSF 1	ppm	8.6
3	BSF 2	ppm	10.112
4	I-60	ppm	10.112
5	I-30	ppm	15.168
6	II-60	ppm	21.994
7	II-30	ppm	12.640

(Sumber: Data Primer 2007)

4.2 Proses *Seeding* Mikroorganisme pada Biosand Filter

Lapisan *biofilm* adalah cairan atau lapisan liat yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam air. Lapisan tersebut melindungi mikroorganisme terhadap factor lingkungan dan membantu mikroorganisme melekat pada permukaan padat. Lapisan *biofilm* sering menimbulkan masalah seperti korosi pada pipa, masalah bau dan rasa pada air, serta mengasamkan oli pada sistem perpipaan dan penimpanan. Meskipun demikian *biofilm* memiliki keuntungan dan dimanfaatkan pada beberapa proses termasuk pada proses pengolahan air limbah.

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah proses *seeding*, yaitu menumbuhkan mikroorganisme pada lapisan paling atas (pasir halus) media filtrasi. Proses *seeding* dilakukan untuk menghasilkan lapisan *biofilm* (*biological zone*) oleh mikroorganisme yang nantinya berperan penting dalam proses filtrasi. Dalam proses ini banyak factor yang harus diperhatikan seperti suhu, ph dan nutrisi agar nantinya mikroorganisme dapat menghasilkan lapisan *biofilm* secara optimal.

Proses *seeding* dilakukan pada kedua unit *Biosand Filter* dengan menggunakan air baku penelitian yaitu air Selokan Mataram yang diambil di sekitar Magister Management Universitas Gajah Mada. Proses *seeding* berlangsung selama ± 5 minggu hal ini disebabkan kecilnya konsentrasi organik yang ada di air Selokan Mataram sehingga berlangsung lebih lama. Selama proses *seeding* ditambahkan pula lumpur aktif dari IPAL Sewon ± 1 liter yang memiliki konsentrasi organik yang lebih tinggi. Penambahan lumpur aktif bertujuan untuk mempercepat pembentukan lapisan *biofilm*.

Selama proses *seeding* pertumbuhan mikroorganisme dan lapisan *biofilm* harus dijaga keberadaannya dan harus terus dipantau. Untuk menjaga keberadaannya air diatas media pasir setidaknya setinggi 5 cm. Jika ketinggian air kurang dari 5 cm akan mengakibatkan lapisan *biofilm* yang berada diatas permukaan pasir halus rusak. Sedangkan jika ketinggian air melebihi 5 cm, maka jumlah oksigen bebas yang terdapat di air tidak cukup untuk proses metabolisme mikroorganisme pada lapisan *biofilm*, sehingga mikroorganisme pada lapisan tersebut akan mati (Tommy& Sophie, 2003). Untuk itu debit pada kedua unit telah

diatur agar permukaan diatas lapisan pasir halus tetap pada posisi 5 cm. Debit pada tiap *Biosand Filter* (BSF) dibedakan karena perbedaan ketinggian media yang ada pada keduanya. Debit untuk BSF 1 sebesar 85 L/hr dan debit untuk BSF 2 sebesar 53,1 L/hr.

Pertumbuhan *biofilm* banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti interaksi antara bakteri, permukaan yang ditemeli, kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, ikatan ion, ikatan *Van der Waals*, tegangan serta kondisi permukaan (Yung, 2003). Selain itu, suplai oksigen, ph, temperature dan waktu kontak juga harus diperhatikan. Proses *seeding* ini menggunakan mikroorganisme *aerob* sehingga untuk supply oksigen digunakan *bubble aerator* disamping supply oksigen dari air baku. Ph juga terus dipantau agar terus berada dalam keadaan netral, karena mikroorganisme khususnya bakteri dapat tumbuh dengan baik dalam suasana tersebut. Ph selama proses *seeding* berkisar 5-7 yang menunjukkan adanya pertumbuhan mikroorganisme pada media filter. Sedangkan temperature juga dijaga sesuai dengan suhu ruangan antara 25 ° C sampai 28 ° C karena mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik pada suhu tersebut. Selain itu waktu kontak juga harus diperhatikan. Pada waktu sekitar 2-3 minggu lapisan *biofilm* sudah tumbuh antara 85-90%, sehingga dalam rentang waktu proses *seeding* yang memakan waktu 5 minggu lapisan *biofilm* sudah terbentuk.

Untuk mengetahui apakah telah terbentuk lapisan *biofilm* dilakukan pengamatan secara visual dan pengujian parameter di Laboratorium Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Secara visual bagian atas media pasir halus mengalami perubahan dari kuning menjadi kecoklatan (coklat muda), selain itu ph dan temperature juga sudah memenuhi persyaratan pertumbuhan mikroorganisme. Sehingga dapat diketahui bahwa telah terbentuk lapisan *biofilm* pada media tersebut. Untuk memastikan apakah telah terbentuk lapisan *biofilm* dan apakah rector telah steady dilakukan uji efisiensi unit dengan menguji konsentrasi parameter (COD) inlet dan outlet. Karena efisiensi kedua reaktor sudah melebihi 50% berarti telah terbentuk lapisan *biofilm* dan alat telah steady dan siap untuk digunakan.



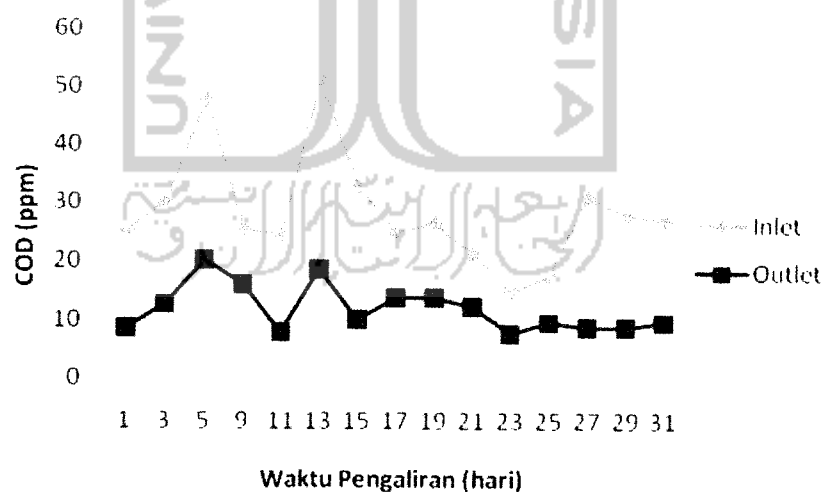
4.3 Hasil Pengujian Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Sampel untuk analisa *Chemical Oxygen Demand (COD)* diambil setiap 2 hari sekali selama 1 bulan setelah proses *seeding*. Selama pengambilan tersebut, jumlah titik sampling yang dianalisa sebanyak 7 titik. Titik yang dianalisa meliputi inlet, outlet 1 (BSF 1), outlet 2 (BSF 2), outlet I-60 (AC keluaran dari BSF 1 dengan ketinggian 60 cm), outlet I-30 (AC keluaran BSF 1 dengan ketinggian 30 cm), outlet II-60 (AC keluaran dari BSF 2 dengan ketinggian 60 cm), dan outlet II-30 (AC keluaran BSF 2 dengan ketinggian 30 cm).

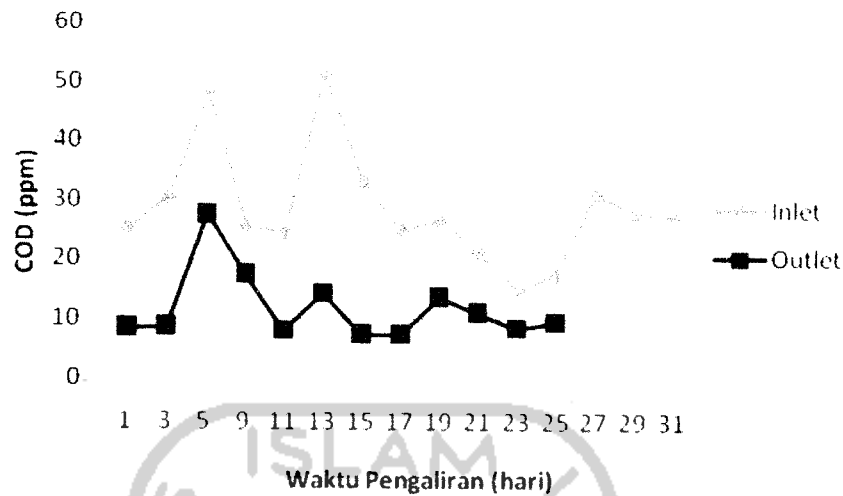
4.3.1 *Biosand Filter (BSF)*

4.3.1.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi COD dalam air baku yaitu air Selokan Mataram mengalami penurunan setelah melalui *biosand filter*. Penurunan COD pada 2 unit *biosand filter* yang memiliki ketinggian media filter yang berbeda relative hampir sama. Gambar 4.1 dan 4.2 berikut menunjukkan konsentrasi COD sebelum dan sesudah melalui *biosand filter*.



Gambar 4.1 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 1 (Unit BSF 1 dengan variasi ketinggian 45: 15: 10)



Gambar 4.2 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 2 (Unit BSF 2 dengan variasi ketinggian 55: 10: 5)

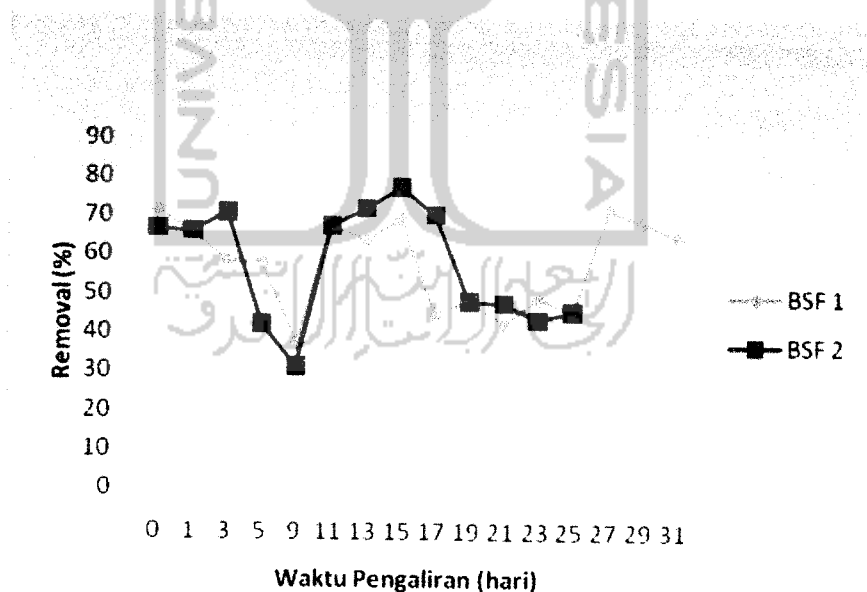
Dari data hasil penelitian diatas, tergambar dalam grafik bahwa unit *Biosand Filter* (BSF) mampu menurunkan konsentrasi COD. Konsentrasi COD yang terukur pada inlet dan pada kedua unit BSF mengalami fluktuasi. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi air pada bak penampungan (reservoir) yang berbeda setiap harinya karena pengambilan air Selokan Mataram dilakukan secara berkala 3-4 hari sekali mengingat dengan keterbatasan daya tampung dari bak penampung. Saat ini Selokan Mataram dimanfaatkan penduduk sekitar sebagai tempat pembuangan limbah sehingga konsentrasi parameter didalamnya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah limbah rumah tangga yang dibuang di Selokan Mataram. Dengan demikian konsentrasi COD pada *inlet* berbeda setiap harinya karena konsentrasi COD sangat mudah terpengaruh oleh lingkungan disekitarnya dan mengalami kondisi yang fluktuatif sehingga menyebabkan konsentrasi COD pada kedua *outlet* (BSF 1 dan BSF 2) mengalami hal yang serupa.

Dari grafik terlihat bahwa penurunan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada sampel ke 6 sedangkan penurunan konsentrasi COD terendah terjadi pada

sampel ke 12. Kedua hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi yang terjadi di Selokan Mataram. Apabila kekeruhannya tinggi maka konsentrasi COD yang terkandung didalamnya juga tinggi begitu pula sebaliknya.

Pada BSF 1 sampel yang diambil adalah 15 sampel, sedangkan pada BSF 2 sampel yang diambil hanya 12 sampel. Hal tersebut terjadi karena ada hari ke-26 BSF 2 mengalami kebocoran sehingga tidak dapat dioperasikan lagi. Jika tetap dioperasikan ditakutkan data yang diuji menjadi tidak akurat.

Effisiensi *biosand filter* dalam menurunkan konsentrasi COD hanya berkisar antara 15-20% bahkan kurang. Meskipun demikian beberapa studi mengemukakan efisiensi yang dicapai berkisar antara 50-68% (Jo Smet and Christine van Wijk 2002). Sedangkan studi lainnya menunjukkan bahwa *biosand filter* mampu menurunkan bahan-bahan organik sebesar 50-90% (www.cawst.org). Dalam penelitian ini efisiensi yang mampu dicapai oleh kedua unit biosand filter berkisar antara 31,25-77,48%. Grafik efisiensi kedua unit BSF selama penelitian dapat dilihat selengkapnya pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada Unit BSF 1 (45: 15: 10) dan Unit BSF 2 (55: 10: 5)

Berdasarkan grafik diatas nilai efisiensi yang dicapai oleh kedua unit *biosand filter* tidak terlalu mengalami perbedaan. Pada BSF 1 (45: 15: 10) efisiensi yang dicapai antara 37,5-71,79% , sedangkan pada BSF 2 (55: 10: 5) efisiensi yang dicapai antara 31,25-77,48%. Efisiensi penurunan konsentrasi COD pada kedua unit *biosand filter* tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan efisiensi 15-25%, 50-68% dan 50-90%. Perbedaan efisiensi yang dicapai BSF terjadi dikarenakan oleh banyak faktor. Sedangkan pada penelitian ini ada beberapa hal yang mempengaruhi tingginya efisiensi penurunan COD.

Seperti halnya pada nilai konsentrasi COD, efisiensi (removal penurunan) konsentrasi COD yang terjadi pada kedua unit BSF juga mengalami kondisi yang fluktuatif. Meskipun demikian ada beberapa titik sampel yang mengalami penurunan. Pada sampel ke-8 sampai sampel ke-13 efisiensi yang terjadi pada kedua unit BSF terus mengalami penurunan. Pada sampel ke-14 unit BSF 1 mengalami kenaikan, sedangkan pada unit BSF 2 pengambilan sampel hanya sampai sampel ke-13 karena kerusakan yang terjadi pada unit tersebut yang menyebabkan unit BSF 1 tidak dapat beroperasi.

Nilai konsentrasi COD yang terkandung dalam inlet dan kedua unit BSF beserta efisiensi (removal) penurunan konsentrasi COD disajikan dengan lengkap pada tabel 4.2 dan 4.3 berikut ini.

Tabel 4.2 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 1 (BSF 1), Effisiensi penurunan pada BSF 1 (45: 15: 10)

Tanggal	Waktu Pengaliran Sampel (hari)	Inlet (ppm)	Outlet (ppm)	Effisiensi (%)
31-Jul	1	25,28	8,5952	66
02-Agust	3	30,336	12,64	58,33
04-Agust	5	48,032	20,224	57,89
08-Agust	9	25,6	16	37,50
10-Agust	11	24,56	8	67,43
12-Agust	13	51,44	18,64	63,76
14-Agust	15	33,04	10,16	69,25
16-Agust	17	25,04	13,84	44,73
18-Agust	19	26,64	13,84	48,05
20-Agust	21	21,36	12,32	42,32
22-Agust	23	14,96	7,68	48,66
24-Agust	25	17,6	9,6	45,45
26-Agust	27	31,2	8,8	71,79
28-Agust	29	28	8,8	68,57
30-Agust	31	27,2	9,6	64,71
Effisiensi Rata-Rata				56,96

(Sumber: Data Primer 2007)

Tabel 4.3 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 2 (BSF 2), Effisiensi penurunan pada BSF 2 (55: 10: 5)

Tanggal	Waktu Pengaliran Sampel (hari)	Inlet (ppm)	Outlet (ppm)	Effisiensi (%)
31-Jul	1	25,28	8,5952	66
02-Agust	3	30,336	8,848	70,83
04-Agust	5	48,032	27,808	42,11
08-Agust	9	25,6	17,6	31,25
10-Agust	11	24,56	8	67,43
12-Agust	13	51,44	14,4	72,01
14-Agust	15	33,04	7,44	77,48
16-Agust	17	25,04	7,44	70,29
18-Agust	19	26,64	13,84	48,05
20-Agust	21	21,36	11,2	47,57
22-Agust	23	14,96	8,48	43,32
24-Agust	25	17,6	9,6	45,45
26-Agust	27	31,2	0	-
28-Agust	29	28	0	-
30-Agust	31	27,2	0	-
Effisiensi Rata-Rata				56,81

(Sumber: Data Primer 2007)

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa effisiensi yang dicapai oleh kedua unit BSF dengan variasi ketinggian media yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Effisiensi rata-rata penurunan COD dari BSF 1 adalah 56,96% dan untuk BSF 2 adalah 56,81%. Meskipun tidak terlalu menunjukkan perbedaan nilai effisiensi BSF 1 lebih baik bila dibandingkan dengan BSF 2.

4.3.1.2 Pembahasan

Menurut Alaerts and Sumestri (1984) Pengujian parameter COD sangat penting, hal tersebut dikarenakan angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Untuk itu pemilihan pengolahan yang tepat guna seperti penggunaan *biosand filter* sangatlah diperlukan.

Pada bab sebelumnya (tinjauan pustaka) telah dijelaskan bahwa dalam *biosand filter* terdapat mekanisme yang berperan dalam menurunkan konsentrasi parameter di dalam air. Mekanisme tersebut antara lain (Huisman, 2004):

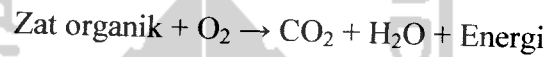
1. *Mechanical Straining*
2. Sedimentasi
3. Adsorpsi
4. Biokimia
5. Aktivitas bakteri (*biological process*)

COD dapat diartikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan bahan organik didalam air yang dapat dioksidasi secara kimiawi. Jadi efisiensi penurunan COD sangat dipengaruhi proses biokimia yang terjadi dalam BSF. Penurunan COD juga dipengaruhi oleh ketebalan dari lapisan biofilm yang melekat pada permukaan pasir dan lamanya masa operasi dari BSF itu sendiri. Lapisan *biofilm* yang melekat pada pasir ini berfungsi sebagai oksidator yang akan menyebabkan bahan organik terlarut dalam air mengalami reaksi oksidasi reduksi dengan bantuan mikroorganisme. Organik terlarut sendiri berfungsi sebagai elektron donor untuk pembangkitan mikroorganisme. Dengan pembiakan setiap harinya maka menyebabkan *biofilm* yang ada dipermukaan media memberikan lebih besar menurunkan COD.

Tingginya efisiensi yang dihasilkan oleh kedua unit juga dapat dipengaruhi oleh suplai oksigen yang diberikan sebagai sumber oksigen bagi mikroorganisme. Pada penelitian ini aerasi selain dilakukan dengan menjaga kontak dan debit unit juga dibantu dengan *bubble aerator*.

Pada prinsipnya proses aerasi bertujuan untuk menaikkan konsentrasi oksigen terlarut (DO) dengan cara melakukan kontak dengan udara. Dalam proses

aerasi ini terjadi penambahan oksigen, dimana hal ini merupakan salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar yang terkandung dalam air limbah, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur. (Agustjik, 1991). Dengan demikian, hal ini juga secara tidak langsung dapat menurunkan beban COD dalam air limbah tersebut. Adanya proses aerasi ini juga dapat memperbanyak jumlah oksigen yang terlarut dalam air limbah yang kemudian akan digunakan oleh mikroorganisme dalam proses degradasi bahan-bahan kimia (zat organik). Pada proses biodegradasi, bahan organik terlarut merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme sehingga konsentrasinya menjadi berkurang. Adapun proses reaksinya adalah sebagai berikut :



Zat-zat organik diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya, dan bahan-bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam volatile, alkohol, H₂ dan CO₂ (Pranoto, 2002). Proses ini juga membantu dalam penurunan konsentrasi COD.

Pada proses seeding air Selokan Mataram dialirkan secara kontiyu untuk membantu pertumbuhan lapisan *biofilm*, sehingga dapat menurunkan *konsentrasi COD* dengan optimal. Dengan bertambahnya waktu pengoperasian maka akan semakin bertambah juga tinggi muka air yang berada di atas permukaan media pasir halus. Selain itu terjadi penumpukan zat-zat organik pada permukaan media pasir sehingga terjadi penyumbatan pada *Biosand filter*. Akhirnya *Biosand filter* dianggap telah menunjukkan titik jenuh. Menurut Brault & Monod (1991) penyumbatan pada celah-celah media pasir mengakibatkan terjadinya kenaikan kehilangan tekanan. Penyumbatan ini dapat menimbulkan terjadinya kondisi *anaerobik* pada lingkungan permukaan pasir, sehingga dapat menyebabkan bakteri-bakteri yang terdapat dalam *biofilm* unit *Biosand filter* akan mati. Sedangkan efisiensi yang ditunjukkan pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa kedua unit *biosand filter* masih mampu mengolah air Selokan Mataram meskipun effisiensinya menunjukkan penurunan. Bahkan pada hari pengaliran ke-27

menunjukkan kenaikan yang menandakan bahwa biosand filter belum menunjukkan tanda-tanda *clogging*.

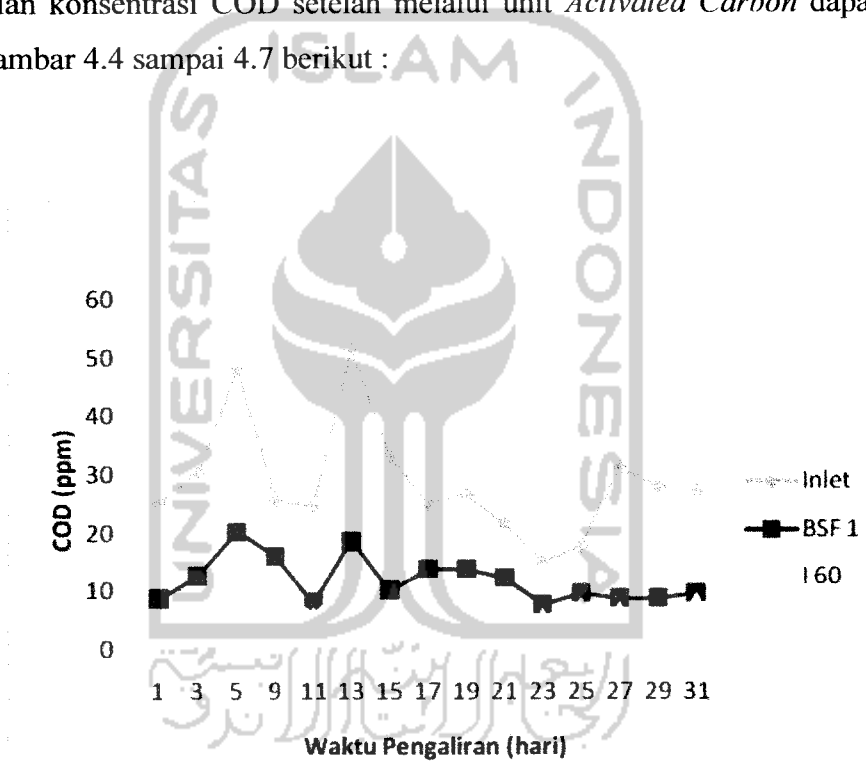
Konsentrasi COD air Selokan Mataram berkisar antara 17,6 ppm sampai dengan 51,44 ppm seperti yang terdapat pada table 4.1 dan 4.2. Menurut PP No 8 Tahun 2001 untuk kelas IV nilai tersebut masih di bawah ambang batas yaitu 100 ppm. Tetapi jika ingin dimanfaatkan sebagai sumber air bersih, maka air Selokan Mataram tetap harus diolah, karena ambang batas untuk kelas II adalah 25 ppm. Setelah diolah dengan menggunakan biosand filter konsentrasi COD mengalami penurunan yang cukup besar yaitu berkisar antara 7,68 ppm sampai dengan 27,808 ppm. Sebagian besar sampel telah memenuhi standar baku mutu untuk kelas II yaitu dibawah 25 ppm. Namun satu sampel masih berada diatas standar baku mutu sehingga diperlukan pengolahan lanjutan yaitu *activated carbon*. Walaupun masih ada sampel yang nilainya diatas standar baku mutu, secara keseluruhan menjelaskan bahwa BSF dapat digunakan untuk mengolah air Selokan Mataram jika ingin dimanfaatkan sebagai air bersih.

Variasi media yang digunakan pada kedua unit *biosand filter* tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan konsentrasi COD. Dapat dilihat efisiensi rata-rata yang diperlihatkan pada kedua unit BSF. Keduanya menunjukkan efisiensi yang hampir sama yaitu 56,96% pada BSF 1 dan 56,81% pada BSF 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan perbedaan ketinggian media yang digunakan dalam BSF tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan COD. Hal ini juga diperkuat dengan hasil uji statistik dengan metode Anova. Perbedaan media berpengaruh pada mekanisme *straining* dan sedimentasi karena pada mekanisme tersebut terjadi proses filtrasi dan pengendapan. Sedangkan mekanisme yang berpengaruh dalam penurunan COD adalah mekanisme biokimia dan mekanisme biologis, sehingga perbedaan ketinggian media tidak terlalu berpengaruh. Walaupun efisiensi rata-rata penurunan konsentrasi COD pada kedua unit BSF menunjukkan hasil yang hampir sama, BSF 1 menunjukkan efisiensi yang lebih baik bila dibandingkan dengan BSF 2. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa BSF 1 dengan variasi ketinggian media 45: 15: 10 lebih baik dalam menurunkan konsentrasi COD pada air Selokan Mataram bila dibandingkan dengan BSF 2 dengan variasi ketinggian media 50: 10: 5.

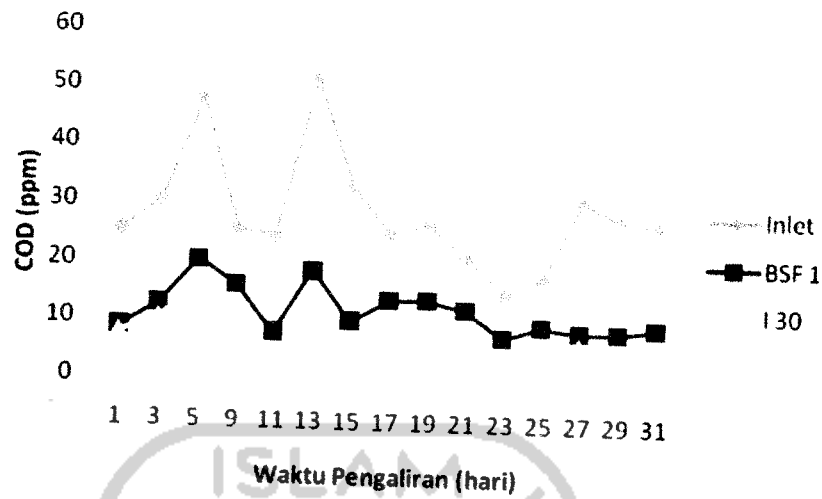
4.3.2 Activated Carbon (AC)

4.3.2.1 Hasil Pengujian

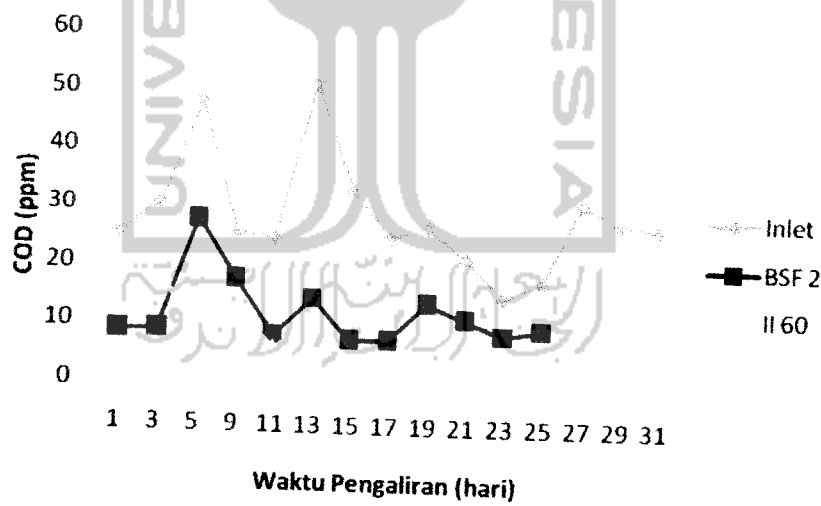
Hasil pengujian konsentrasi COD setelah melalui unit *Activated Carbon* mengalami penurunan, meskipun hasilnya juga mengalami kondisi yang fluktuatif. Dengan beberapa variasi ketinggian dapat dilihat bahwa kesemuanya menunjukkan hasil yang sangat positif. Outlet dari kedua unit BSF bertindak sebagai inlet pada unit *Activated Carbon*, oleh karena itu hasil yang fluktuatif dari BSF menyebabkan hasil yang fluktuatif pula pada outlet *Activated Carbon*. Hasil pengujian konsentrasi COD setelah melalui unit *Activated Carbon* dapat dilihat pada gambar 4.4 sampai 4.7 berikut :



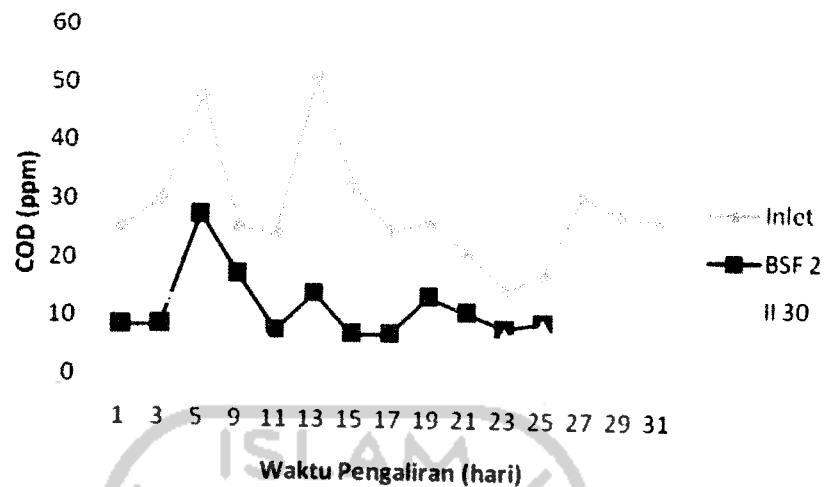
Gambar 4.4 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-60 (Unit *Activated Carbon* 1 dengan ketinggian 60 cm)



Gambar 4.5 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-30 (Unit Activated Carbon I dengan ketinggian 30 cm)



Gambar 4.6 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet II-60 (Unit Activated Carbon 2 dengan ketinggian 60 cm)



Gambar 4.7 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet II-30 (Unit *Activated Carbon* 2 dengan ketinggian 30 cm)

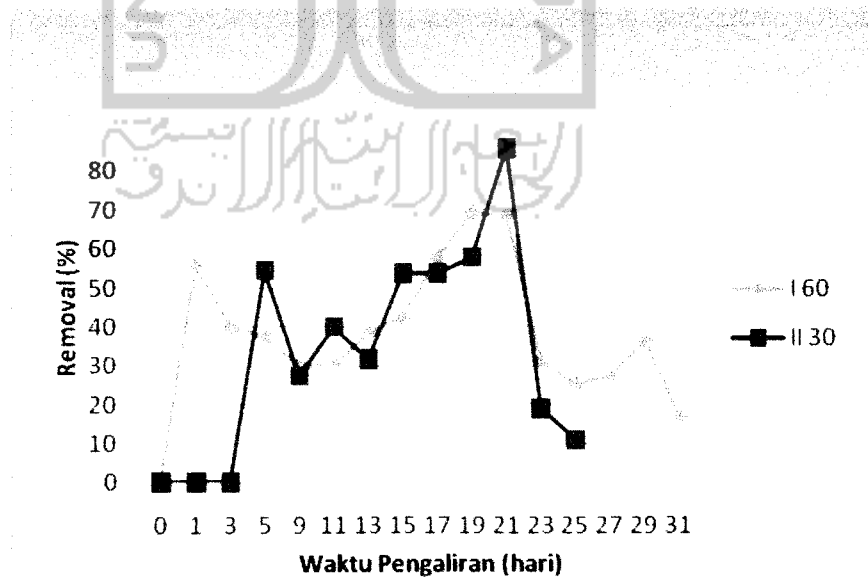
Dari data hasil penelitian diatas, tergambar dalam grafik bahwa unit *Activated Carbon* (AC) mampu menurunkan konsentrasi COD. Konsentrasi COD yang terukur setelah melalui unit AC mengalami kondisi yang serupa dengan kondisi inletnya yaitu fluktuatif. Pada outlet dari II-60 dan II-30 pada awal pengoperasian mengalami kenaikan konsentrasi COD. Hal tersebut dapat disebabkan karena karbon aktif pada kedua unit tersebut masih mengeluarkan konsentrasi organiknya yang kemudian terakumulasi sehingga pada outletnya mengalami kenaikan konsentrasi COD. Sedangkan pada kedua unit AC yang lainnya pada awal pengoperasiannya sudah menunjukkan adanya penurunan konsentrasi COD.

Dari grafik juga dapat dilihat bahwa penurunan konsentrasi COD yang terjadi pada semua unit *Activated Carbon* dengan variasi ketinggian menunjukkan hasil yang relative sama. Pada unit AC 1 baik dengan ketinggian 60 cm maupun 30 cm kesemuanya mengalami hasil yang fluktuatif sampai sampel ke-6, mulai sampel ke-7 sampai seterusnya penurunannya tidak terlalu mengalami perubahan yang signifikan. Sedangkan pada unit AC 2 pada kedua variasi ketinggian dari

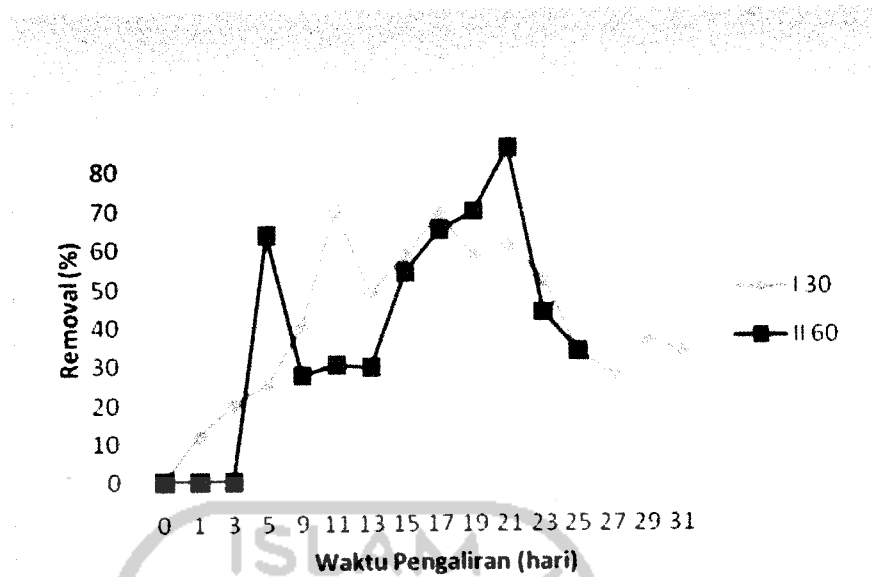
grafik dapat dilihat bahwa penurunannya mengalami kondisi yang cukup fluktuatif sampai sampel ke-13.

Seperti halnya yang terjadi pada unit BSF, pada unit AC sampel yang diambil juga tidak sama jumlahnya. Jika pada AC 1 sampelnya berjumlah 15 sampel, maka pada AC 2 sampelnya hanya berjumlah 12 sampel. Hal tersebut terjadi dikarenakan unit BSF 2 yang menjadi inlet pada unit AC 2 mengalami kerusakan, sehingga unit AC 2 tidak dapat dioperasikan mengingat pada inlet tidak dialirkan air dari BSF 2.

Beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa *activated carbon* mampu menurunkan konsentrasi COD. Menurut FORLINK (2000), karbon aktif dapat menurunkan COD 10-60 %. Pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa *activated carbon* cukup efektif dalam menurunkan konsentrasi COD air Selokan Mataram, Yogyakarta setelah sebelumnya diolah dengan menggunakan unit *biosand filter*. Pada penelitian ini sengaja dibandingkan antara hasil dari I-60 dengan II-30 dan hasil dari I-30 dengan II-60 untuk mengetahui apakah unit *activated carbon* berperan dalam penurunan konsentrasi COD air Selokan Mataram. Grafik efisiensi AC pada semua variasi ketinggian dilihat selengkapnya pada gambar 4.8 dan 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.8 Perbandingan Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada AC 1 ketinggian 60 cm dengan AC 2 ketinggian 30 cm



Gambar 4.9 Perbandingan Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada AC 1 ketinggian 30 cm dengan AC 2 ketinggian 60 cm

Pada grafik 4.8 tergambar perbandingan efisiensi penurunan konsentrasi COD pada I-60 dan II-30. Dari grafik dapat dilihat bahwa, pada kedua *activated carbon* yang sudah melewati BSF dengan variasi berbeda ternyata hasilnya menunjukkan kondisi yang fluktuatif. Tetapi pada II-30 hasilnya terlihat lebih fluktuatif bila dibandingkan dengan I-60. Efisiensi yang dicapai oleh AC I-60 berkisar antara 25-69,36%, sedangkan pada AC II-30 effisiensinya berkisar antara 10,83-85,71%. Dari kedua hasil perbandingan, ternyata sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan *activated carbon* dapat menurunkan konsentrasi COD antara 10-60%.

Sama seperti halnya pada grafik 4.8, pada grafik 4.9 gambaran perbandingan efisiensi penurunan konsentrasi COD pada I-30 dan II-60 menunjukkan kondisi yang fluktuatif. Setelah melewati unit BSF dengan variasi ketinggian yang berbeda ternyata pada II-60 hasilnya lebih fluktuatif daripada I-30. Efisiensi penurunan COD yang dicapai oleh AC I-30 menunjukkan hasil yang serupa dengan I-60 yaitu berkisar antara 25-69,36%. Sedangkan pada AC II-30 efisiensi yang dicapai berkisar antara 27,27-85,71%. Serupa dengan hasil perbandingan pada grafik 4.8, pada grafik 4.9 juga sesuai dengan penelitian

sebelumnya mengenai penurunan konsentrasi COD dengan menggunakan *activated carbon*.

Nilai konsentrasi COD sebelum dan sesudah melewati keempat unit *activated carbon* dengan variasi berbeda disajikan dengan lengkap pada tabel 4.4 sampai tabel 4.7. Pada tabel-tabel dibawah ini juga disajikan dengan lengkap efisiensi penurunan konsentrasi COD yang dicapai tiap unit *activated carbon*

Tabel 4.4 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-60), Efisiensi penurunan pada AC I-60 (*Activated Carbon* ketinggian 60 cm)

Tanggal	Waktu		Inlet (ppm)	Outlet (ppm)	Efisiensi (%)
	Pengaliran Sampel (hari)				
31-Jul	1		8,5952	3,792	55,88
02-Agust	3		12,64	7,584	40
04-Agust	5		20,224	12,64	37,5
08-Agust	9		16	11,2	30
10-Agust	11		8	5,6	30
12-Agust	13		18,64	11,44	38,63
14-Agust	15		10,16	5,84	42,52
16-Agust	17		13,84	5,84	57,80
18-Agust	19		13,84	4,24	69,36
20-Agust	21		12,32	3,84	68,83
22-Agust	23		7,68	5,28	31,25
24-Agust	25		9,6	7,2	25
26-Agust	27		8,8	6,4	27,27
28-Agust	29		8,8	5,6	36,36
30-Agust	31		9,6	8	16,67
Effisiensi Rata-rata					40,47

(Sumber: Data Primer 2007)

Tabel 4.5 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-30), Effisiensi penurunan pada AC I-30 (*Activated Carbon* ketinggian 30 cm)

Tanggal	Waktu Pengaliran Sampel (hari)	Inlet (ppm)	Outlet (ppm)	Effisiensi (%)
31-Jul	1	8,5952	7,584	11,76
02-Agust	3	12,64	10,112	20
04-Agust	5	20,224	15,168	25
08-Agust	9	16	9,6	40
10-Agust	11	8	2,4	70
12-Agust	13	18,64	9,6	48,50
14-Agust	15	10,16	4,24	58,27
16-Agust	17	13,84	4,24	69,36
18-Agust	19	13,84	5,84	57,80
20-Agust	21	12,32	4,8	61,04
22-Agust	23	7,68	3,68	52,08
24-Agust	25	9,6	6,4	33,33
26-Agust	27	8,8	6,4	27,27
28-Agust	29	8,8	5,6	36,36
30-Agust	31	9,6	6,4	33,33

(Sumber: Data Primer 2007)

Tabel 4.6 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet (II-60), Effisiensi penurunan pada AC II-60 (*Activated Carbon* ketinggian 60 cm)

Tanggal	Waktu Pengaliran Sampel (hari)	Inlet (ppm)	Outlet (ppm)	Effisiensi (%)
31-Jul	1	8,5952	12,64	-
02-Agust	3	8,848	17,696	-
04-Agust	5	27,808	10,112	63,64
08-Agust	9	17,6	12,8	27,27
10-Agust	11	8	5,6	30
12-Agust	13	14,4	10,16	29,44
14-Agust	15	7,44	3,44	53,76
16-Agust	17	7,44	2,64	64,52
18-Agust	19	13,84	4,24	69,36
20-Agust	21	11,2	1,6	85,71
22-Agust	23	8,48	4,8	43,40
24-Agust	25	9,6	6,4	33,33
26-Agust	27	-	-	-
28-Agust	29	-	-	-
30-Agust	31	-	-	-
Effisiensi Rata-rata				50,04

(Sumber: Data Primer 2007)

4.3.2.2 Pembahasan

Proses utama yang terjadi dalam *activated carbon* adalah proses adsorpsi. Proses adsorpsi dengan menggunakan *activated carbon* digunakan untuk menyerap polutan (bahab-bahan kimia) yang terkandung di dalam air. Penurunan konsentrasi COD disebabkan oleh adanya aktivitas adsorpsi, yaitu penyerapan zat-zat kimia pencemar (zat organik) dalam air limbah pada media karbon aktif. Pengaruh dari besarnya molekul penyusun senyawa zat-zat organik menyebabkan mudah terserap terlebih dahulu. .

Pada penelitian ini, karbon aktif yang akan digunakan sebagai media diaktivasi terlebih dahulu melalui proses pemanasan sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi dengan rendemen arang aktifnya sebesar 38,5 %. (Pari, 1999). Dengan terbukanya pori-pori pada karbon aktif, maka karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya. Proses adsorpsi oleh karbon aktif terjadi karena terperangkapnya molekul adsorbat dalam rongga karbon aktif, sedang pada sisi aktifnya terjadi karena interaksi antara sisi tersebut dengan molekul adsorbant.

Pori-pori ini yang nantinya akan menyerap bahan kimia yang terkandung dalam air dan mengurangi konsentrasi COD. Dengan semakin banyaknya pori-pori yang ada di dalam karbon aktif maka luas permukaan adsorben tersebut menjadi sangat besar. Dengan semakin besar luas permukaan akan semakin efektif untuk melakukan penyerapan dan mengurangi konsentrasi COD. Akan tetapi 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 pengantian adsorben.

Pada penelitian ini digunakan dua variasi ketinggian media yaitu 60 cm dan 30 cm. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ketinggian media dalam AC dalam penurunan konsentrasi COD. Pada ketinggian 60 cm menunjukkan bahwa AC II lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi COD, demikian pula yang terjadi pada ketinggian 30 cm. Sehingga dalam dapat dikatakan bahwa pada AC I unit sebelumnya yaitu unit BSF lebih berperan dalam menurunkan konsentrasi COD yang terdapat dalam air.

Effisiensi yang kurang tinggi yang dicapai oleh unit *activated carbon* disebabkan oleh beberapa faktor. Yang pertama adalah kurangnya aktivasi karbon aktif yang menyebabkan pori-pori karbon tidak terbuka dengan baik. Yang kedua dapat dipengaruhi oleh konsentrasi COD yang terkandung dalam inlet (BSF 1 dan BSF 2). Dimana menurut Droste (1997), pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan yang diserap akan sedikit. Sedang pada konsentrasi tinggi jumlah bahan yang diserap juga semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi tumbukan antara pertikel semakin besar.

Perbandingan yang dilakukan pada grafik 4.8 dan 4.9 menunjukkan bahwa telah terjadi proses adsorpsi pada *activated carbon* sehingga konsentrasi COD yang terkandung dalam inlet menunjukkan adanya penurunan. Dari grafik perbandingan pertama I-60 dengan II-30 dan perbandingan kedua antara I-30 dan II-60 menunjukkan kondisi yang hampir sama. Dengan demikian dapat dianggap bahwa variasi ketinggian tidak terlalu berpengaruh dalam proses adsorpsi. Hal tersebut juga ditunjukkan efisiensi dalam tabel 4.3 sampai 4.6. Pada perbandingan pertama, efisiensi penurunan konsentrasi COD rata-rata yang dicapai II-30 lebih tinggi bila dibandingkan dengan I-60. Sedangkan pada perbandingan antara I-30 dengan II-60, yang menunjukkan efisiensi yang lebih baik adalah II-60. Dari kesemuanya dapat disimpulkan bahwa efisiensi yang dicapai oleh sebuah unit *activated carbon* tidak terlalu dipengaruhi oleh ketinggian media.

Air Selokan Mataram mengandung konsentrasi COD antara 17,6 ppm sampai dengan 51,44 ppm. Setelah diolah dengan menggunakan *biosand filter* konsentrasi COD mengalami penurunan yang cukup besar. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan dengan menggunakan unit *activated carbon* nilai konsentrasi COD semakin turun mencapai nilai antara 1,6 ppm sampai dengan 13,904 ppm. Menurut PP No 8 Tahun 2001 nilai tersebut telah memenuhi standar baku mutu untuk kelas II yaitu dibawah 25 ppm. Dengan demikian menunjukkan bahwa teknologi *biosand filter-activated carbon* sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi COD yang terkandung dalam Selokan Mataram, untuk kemudian dimanfaatkan sebagai alternatif sumber air bersih.

4.4 Uji Statistik

Hasil uji statistik dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan yang signifikan dalam penurunan konsentrasi COD untuk setiap variasi unit pengolahan yang memiliki ketebalan media yang berbeda. Uji statistik yang digunakan adalah dengan menggunakan Anova..

4.4.1 Anova

Tabel 4.8 Descriptives

ppm

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
let	12	28.6573	11.01356	3.17934	21.6597	35.6550	14.96	51.44
sf1	12	12.6283	4.10843	1.18600	10.0179	15.2386	7.68	20.22
60	12	7.0413	3.08998	.89200	5.0781	9.0046	3.79	12.64
30	12	6.9720	3.62084	1.04525	4.6714	9.2726	2.40	15.17
sf2	12	11.9376	5.94105	1.71503	8.1628	15.7124	7.44	27.81
60	12	7.6773	4.95103	1.42924	4.5316	10.8231	1.60	17.70
30	12	8.0320	4.29958	1.24118	5.3002	10.7638	1.60	13.90
total	84	11.8494	9.16681	1.00018	9.8601	13.8387	1.60	51.44

Tabel 4.9 Test of Homogeneity of Variances

ppm

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.302	6	77	.006

Tabel 4.10 ANOVA

ppm

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4344.075	6	724.013	21.194	.000
Within Groups	2630.444	77	34.162		
Total	6974.519	83			

Hipotesis :

$H_0 : \mu_{Inlet} = \mu_{BSF-1} = \mu_{BSF-2} = \mu_{1\ 60} = \mu_{1\ 30} = \mu_{2\ 60} = \mu_{2\ 30}$ (identik)

$H_1 : \mu_{Inlet} \neq \mu_{BSF-1} \neq \mu_{BSF-2} \neq \mu_{1\ 60} \neq \mu_{1\ 30} \neq \mu_{2\ 60} \neq \mu_{2\ 30}$ (tidak identik)

Dalam pengujian kali ini digunakan tingkat signifikan 0,05 ($\alpha = 5\%$) atau dengan kata lain tingkat kepercayaan sebesar 0,95 (=95%).

Penarikan kesimpulan :

F hitung > F tabel \rightarrow tolak H_0

F hitung < F tabel \rightarrow terima H_0

Nilai statistik F tabel adalah $F_{(6;77;0,05)} = 2,32$ (dari tabel distribusi F)

Keputusan:

Terlihat dari tabel ANOVA bahwa nilai F hitung = 21,194. F hitung > F tabel, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 DITOLAK, yang artinya perbedaan ketinggian media pada unit *Biosand filter-Activated carbon* berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)*.

4.4.2 Post Hoc Test

Tabel 4.11 Multiple Comparisons

Dependent Variable: ppm

	(I) unit	(J) unit	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	inlet	bsf1	16.02907(*)	2.38613	.000	8.8047	23.2535
		1 60	21.61600(*)	2.38613	.000	14.3916	28.8404
		1 30	21.68533(*)	2.38613	.000	14.4609	28.9097
		bsf2	16.71973(*)	2.38613	.000	9.4953	23.9441
		2 60	20.98000(*)	2.38613	.000	13.7556	28.2044
		2 30	20.62533(*)	2.38613	.000	13.4009	27.8497
	bsf1	inlet	-16.02907(*)	2.38613	.000	-23.2535	-8.8047
		1 60	5.58693	2.38613	.238	-1.6375	12.8113
		1 30	5.65627	2.38613	.225	-1.5681	12.8807
		bsf2	.69067	2.38613	1.000	-6.5337	7.9151
		2 60	4.95093	2.38613	.378	-2.2735	12.1753
		2 30	4.59627	2.38613	.470	-2.6281	11.8207
	1 60	inlet	-21.61600(*)	2.38613	.000	-28.8404	-14.3916
		bsf1	-5.58693	2.38613	.238	-12.8113	1.6375
		1 30	.06933	2.38613	1.000	-7.1551	7.2937
		bsf2	-4.89627	2.38613	.391	-12.1207	2.3281
		2 60	-.63600	2.38613	1.000	-7.8604	6.5884
		2 30	-.99067	2.38613	1.000	-8.2151	6.2337
	1 30	inlet	-21.68533(*)	2.38613	.000	-28.9097	-14.4609
		bsf1	-5.65627	2.38613	.225	-12.8807	1.5681
		1 60	-.06933	2.38613	1.000	-7.2937	7.1551
		bsf2	-4.96560	2.38613	.374	-12.1900	2.2588
		2 60	-.70533	2.38613	1.000	-7.9297	6.5191
		2 30	-1.06000	2.38613	.999	-8.2844	6.1644
bsf2	inlet	-16.71973(*)	2.38613	.000	-23.9441	-9.4953	
	bsf1	-.69067	2.38613	1.000	-7.9151	6.5337	

		1 60	4.89627	2.38613	.391	-2.3281	12.1207
		1 30	4.96560	2.38613	.374	-2.2588	12.1900
		2 60	4.26027	2.38613	.562	-2.9641	11.4847
		2 30	3.90560	2.38613	.659	-3.3188	11.1300
	2 60	inlet	-20.98000(*)	2.38613	.000	-28.2044	-13.7556
		bsf1	-4.95093	2.38613	.378	-12.1753	2.2735
		1 60	.63600	2.38613	1.000	-6.5884	7.8604
		1 30	.70533	2.38613	1.000	-6.5191	7.9297
		bsf2	-4.26027	2.38613	.562	-11.4847	2.9641
		2 30	-.35467	2.38613	1.000	-7.5791	6.8697
	2 30	inlet	-20.62533(*)	2.38613	.000	-27.8497	-13.4009
		bsf1	-4.59627	2.38613	.470	-11.8207	2.6281
		1 60	.99067	2.38613	1.000	-6.2337	8.2151
		1 30	1.06000	2.38613	.999	-6.1644	8.2844
		bsf2	-3.90560	2.38613	.659	-11.1300	3.3188
		2 60	.35467	2.38613	1.000	-6.8697	7.5791
Bonferroni	inlet	bsf1	16.02907(*)	2.38613	.000	8.5315	23.5266
i		1 60	21.61600(*)	2.38613	.000	14.1185	29.1135
		1 30	21.68533(*)	2.38613	.000	14.1878	29.1829
		bsf2	16.71973(*)	2.38613	.000	9.2222	24.2173
		2 60	20.98000(*)	2.38613	.000	13.4825	28.4775
		2 30	20.62533(*)	2.38613	.000	13.1278	28.1229
	bsf1	inlet	-16.02907(*)	2.38613	.000	-23.5266	-8.5315
		1 60	5.58693	2.38613	.458	-1.9106	13.0845
		1 30	5.65627	2.38613	.426	-1.8413	13.1538
		bsf2	.69067	2.38613	1.000	-6.8069	8.1882
		2 60	4.95093	2.38613	.868	-2.5466	12.4485
		2 30	4.59627	2.38613	1.000	-2.9013	12.0938
	1 60	inlet	-21.61600(*)	2.38613	.000	-29.1135	-14.1185
		bsf1	-5.58693	2.38613	.458	-13.0845	1.9106
		1 30	.06933	2.38613	1.000	-7.4282	7.5669
		bsf2	-4.89627	2.38613	.915	-12.3938	2.6013
		2 60	-.63600	2.38613	1.000	-8.1335	6.8615
		2 30	-.99067	2.38613	1.000	-8.4882	6.5069
	1 30	inlet	-21.68533(*)	2.38613	.000	-29.1829	-14.1878
		bsf1	-5.65627	2.38613	.426	-13.1538	1.8413
		1 60	-.06933	2.38613	1.000	-7.5669	7.4282
		bsf2	-4.96560	2.38613	.856	-12.4631	2.5319
		2 60	-.70533	2.38613	1.000	-8.2029	6.7922
		2 30	-1.06000	2.38613	1.000	-8.5575	6.4375
	bsf2	inlet	-16.71973(*)	2.38613	.000	-24.2173	-9.2222
		bsf1	-.69067	2.38613	1.000	-8.1882	6.8069
		1 60	4.89627	2.38613	.915	-2.6013	12.3938
		1 30	4.96560	2.38613	.856	-2.5319	12.4631
		2 60	4.26027	2.38613	1.000	-3.2373	11.7578
		2 30	3.90560	2.38613	1.000	-3.5919	11.4031
	2 60	inlet	-20.98000(*)	2.38613	.000	-28.4775	-13.4825
		bsf1	-4.95093	2.38613	.868	-12.4485	2.5466
		1 60	.63600	2.38613	1.000	-6.8615	8.1335
		1 30	.70533	2.38613	1.000	-6.7922	8.2029

	bsf2	-4.26027	2.38613	1.000	-11.7578	3.2373
	2 30	-.35467	2.38613	1.000	-7.8522	7.1429
2 30	inlet	-20.62533(*)	2.38613	.000	-28.1229	-13.1278
	bsf1	-4.59627	2.38613	1.000	-12.0938	2.9013
	1 60	.99067	2.38613	1.000	-6.5069	8.4882
	1 30	1.06000	2.38613	1.000	-6.4375	8.5575
	bsf2	-3.90560	2.38613	1.000	-11.4031	3.5919
	2 60	.35467	2.38613	1.000	-7.1429	7.8522

The mean difference is significant at the .05 level.

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara ketujuh sampel, analisis *Bonferroni* dan *Turkey* dalam *post hoc test* perlu dilakukan.

Berdasarkan nilai Probabilitas :

Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.

Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Keputusan:

Terlihat bahwa probabilitas adalah 0,000. Oleh karena probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau perbedaan konsentrasi COD antara Inlet dengan unit *biosand filter* dan *activated carbon* benar-benar nyata (signifikan). Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada output dengan ada atau tidaknya tanda * pada kolom 'Mean Difference'. Jika tanda * ada di angka Mean Difference atau perbedaan rata-rata, maka perbedaan tersebut nyata atau signifikan. Jika tidak ada tanda *, maka perbedaan tidak signifikan.

Dengan melihat ada tidaknya tanda * pada kolom Mean Difference, terlihat bahwa:

- ✘ Mean dari inlet berbeda secara nyata dengan BSF 1, BSF 2, AC I 60, AC I 30, AC II 60 dan AC II 30.
- ✘ Mean dari BSF 1 berbeda secara nyata dengan inlet
- ✘ Mean dari BSF 2 berbeda secara nyata dengan inlet
- ✘ Mean dari AC I 60 berbeda secara nyata dengan inlet
- ✘ Mean dari AC I 30 berbeda secara nyata dengan inlet
- ✘ Mean dari AC II 60 berbeda secara nyata dengan inlet
- ✘ Mean dari AC II 30 berbeda secara nyata dengan inlet

4.4.3 Homogeneous Subset

Tabel 4.12 Homogeneous Subsets
ppm

	unit	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey	1 30	12	6.9720	
HSD(a)	1 60	12	7.0413	
	2 60	12	7.6773	
	2 30	12	8.0320	
	bsf2	12	11.9376	
	bsf1	12	12.6283	
	inlet	12		28.6573
	Sig.		.225	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

Jika test *Tukey* dan *Bonferroni* untuk menguji sampel yang memiliki perbedaan yang signifikan, maka dalam *Homogeneous Subset* akan dicari grup atau subset mana yang mempunyai perbedaan rata-rata yang tidak berbeda secara signifikan.

- ☛ Pada subset 1, terlihat grup dengan sampel dari BSF 1, BSF 2, AC I 60, AC I 30, AC II 60 dan AC II 30. Dengan kata lain dapat dikatakan BSF 1, BSF 2, AC I 60, AC I 30, AC II 60 dan AC II 30 tidak mempunyai perbedaan yang signifikan satu dengan yang lain.
- ☛ Pada subset 2, terlihat hanya grup dengan sampel dari inlet saja. Dengan kata lain dapat dikatakan inlet mempunyai perbedaan dengan yang lainnya.

Dari hasil uji statistik, kesemua unit baik *biosand filter* maupun *activated carbon* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan satu dengan yang lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa variasi media tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan konsentrasi COD. Meskipun demikian unit *biosand filter-activated carbon* menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan inlet. Sehingga dapat dikatakan bahwa teknologi ini cocok untuk digunakan dalam menurunkan konsentrasi COD.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang didasarkan pada tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa laboratorium didapatkan bahwa *Biosand filter* mampu menurunkan konsentrasi COD dengan efisiensi rata-rata sebesar 56,81-56,96%, sedangkan *activated carbon* mampu menurunkan konsentrasi COD dengan efisiensi rata-rata sebesar 40,47-50,04%.
2. Berdasarkan hasil penelitian variasi ketinggian media yang digunakan yaitu *Biosand Filter 1 (45:15:10)-Activated Carbon I 60*, *Biosand Filter 2 (55:10:5)-Activated Carbon II 30*, *Biosand Filter 1 (45:15:10)-Activated Carbon I 30*, *Biosand Filter(55:10:5)-Activated Carbon II 60* tidak menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan. Meskipun demikian variasi ketinggian media *Biosand Filter 2 (55: 10: 5)-Activated Carbon II-60* menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi COD paling efektif jika dibandingkan dengan variasi ketinggian media lainnya.
3. Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan ketinggian media tidak begitu signifikan mempengaruhi penurunan konsentrasi COD dalam air Selokan Mataram dan hal tersebut juga didukung dengan hasil uji ANOVA.
4. *Output* konsentrasi COD yang dihasilkan dari tiap unit *biosand filter-activated carbon* berada dibawah standar baku mutu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa teknologi *biosand filter-activated carbon* sangat sesuai untuk digunakan dalam menurunkan konsentrasi COD yang terkandung dalam air Selokan Mataram.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan guna kesempurnaan penelitian tentang unit *Biosand filter-Activated carbon* ini antara lain :

1. Perlu adanya pengukuran pada setiap proses yang terjadi pada *biosand filter-activated carbon*, sehingga dapat diketahui efektifitas dan efisiensi dari setiap prosesnya.
2. Perlu dilakukan pemantauan yang konstan terhadap kondisi lingkungan unit *biosand filter-activated carbon* dan persiapan media yang lebih baik, sehingga unit tersebut dapat berfungsi dengan lebih optimal.
3. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan variasi media tidak hanya pada ketinggian media. Variasi ukuran diameter butiran dapat dilakukan untuk mendapatkan unit *biosand filter-activated carbon* yang efektif menurunkan konsentrasi COD yang terkandung di dalam air permukaan.
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan perhitungan *headloss* (HL) agar dapat diketahui kapan waktu pencucian (*backwash*) media filter.
5. Pemakaian bakteri saat *seeding* sebaiknya hanya menggunakan kultur murni untuk mencegah tumbuhnya organisme lain selain organisme yang akan ditumbuhkan sebagai lapisan *biofilm*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., dan S.S Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya, Indonesia.
- Al Layla, Anis and Mashamin Ahmad, E. Joe Meddebrok.. 1978. *Water Supply Engineering Design*.. AM Arbor Science. Michigan.
- Biosand Filter Jurnal. 2004. *Application: When We Use Which Filter*.
www.biosand.org. (08/04/2007)
- Bush, K.L, Gunsey, K.I.N dan Millius, L.. 2004.. *The Effect of Salinity and Temperature Variation on Biosand Filtration Performance*. Global H₂O Sollutions.
- Droste, R. L. 1997. *Theory and Practice Of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley & Sons. Inc. United State Of America.
- Eddy, and Metcalf. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. McGraw-Hill. Singapore.
- Effendi,H. . 2003. *Telaah Kualitas Air* . Penerbit Kanisus. Yogyakarta
- FORLINK. 2000. *Paket Terapan Produksi Bersih Pada Industri Tekstil*. Inc.
www.Google.com.(09/05/2007)
- Hadi, F. 1980. *Ilmu Teknik Penyehatan 2*. Departeman Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta
- Hammer,M.J. 1977. *Water and Wastewater Technology Edisi ke – 3*. John Wiley & Sons.

- Mangunwidjaja, D dan Suryani, A. 1994. *Teknologi Bioproses*. Swadaya. Jakarta.
- M. Purba, Soetopo H. 1994. *Buku Pelajaran Ilmu Kimia Untuk SMU Kelas 1 Jilid 1B*. Erlangga, Jakarta
- McCarty, P.L. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. McGraw-Hill. Singapore.
- Presscot, L. M. dkk. 1999. *Microbiology*. Mc Graw-Hill Companies. USA.
- Razif, M. 1985. *Pengolahan Air Minum*. Diklat TP-FTSP-ITS. Surabaya
- Reynolds, Tom D. 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*. Texas A&M University. Brooks/Cole Engineering Division. Monterey, California, USA.
- Slamet, J.S. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sutrisno, dan Suciati.. 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Penerbit Rineka Cipta Karya. Jakarta
- T.H.Y Tebbutt. 1960. *Prinsip – Prinsip Pengendalian Kualitas Air*. Departement of Civil Engineering, University of Birmingham.
- Tinsley. 1979. *Chemical Concepts in Pollutan Behavior*. Oregon State University. Carvallis.
- Webar. 1972. *Adsorbtion in Heterogenes Aqua in System*. Jaour. AWWA.
- Wikipedia. 2007. *Activated Carbon*. www.wikipedia.com. (08/04/2007)

Wikipedia. 2007. *Chemical Oxygen Demand*. www.wikipedia.com. (08/04/2007)

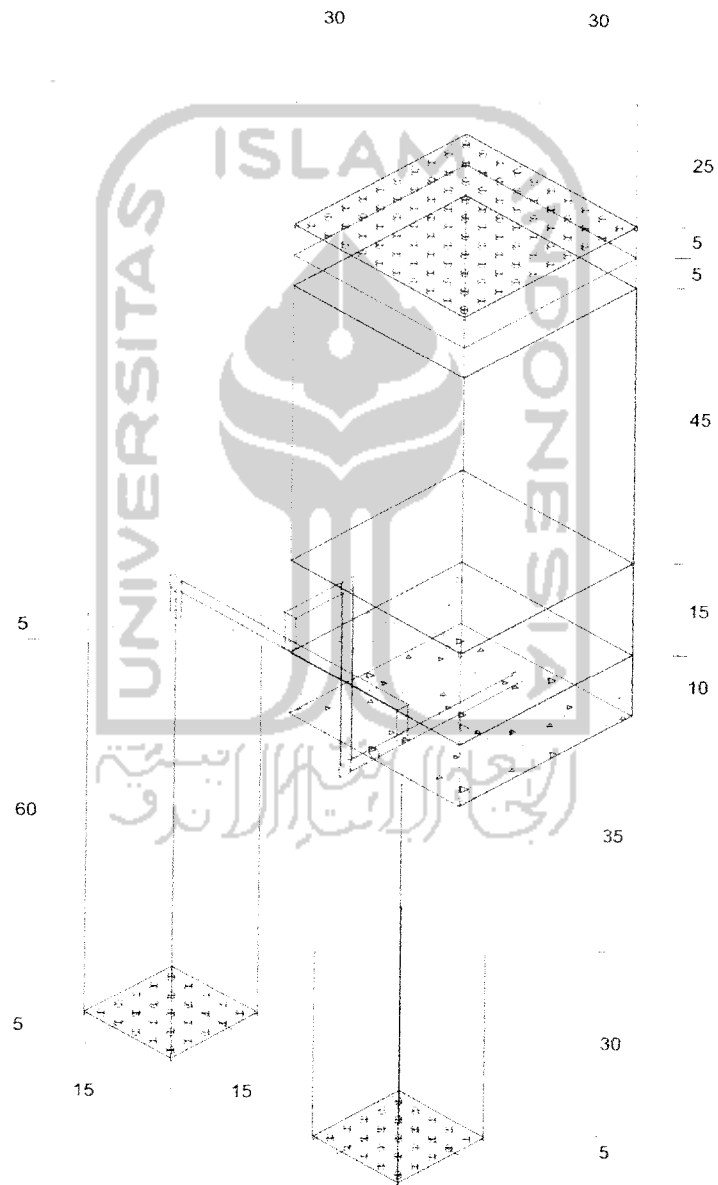
Warintek. 2007. *Activated Carbon*. www.warintek.net. (08/04/2007)

Yung, Kathleen. 2003. *Biosand Filtration : Application in the Developing World*.
Civil Engineering, University of Waterloo.

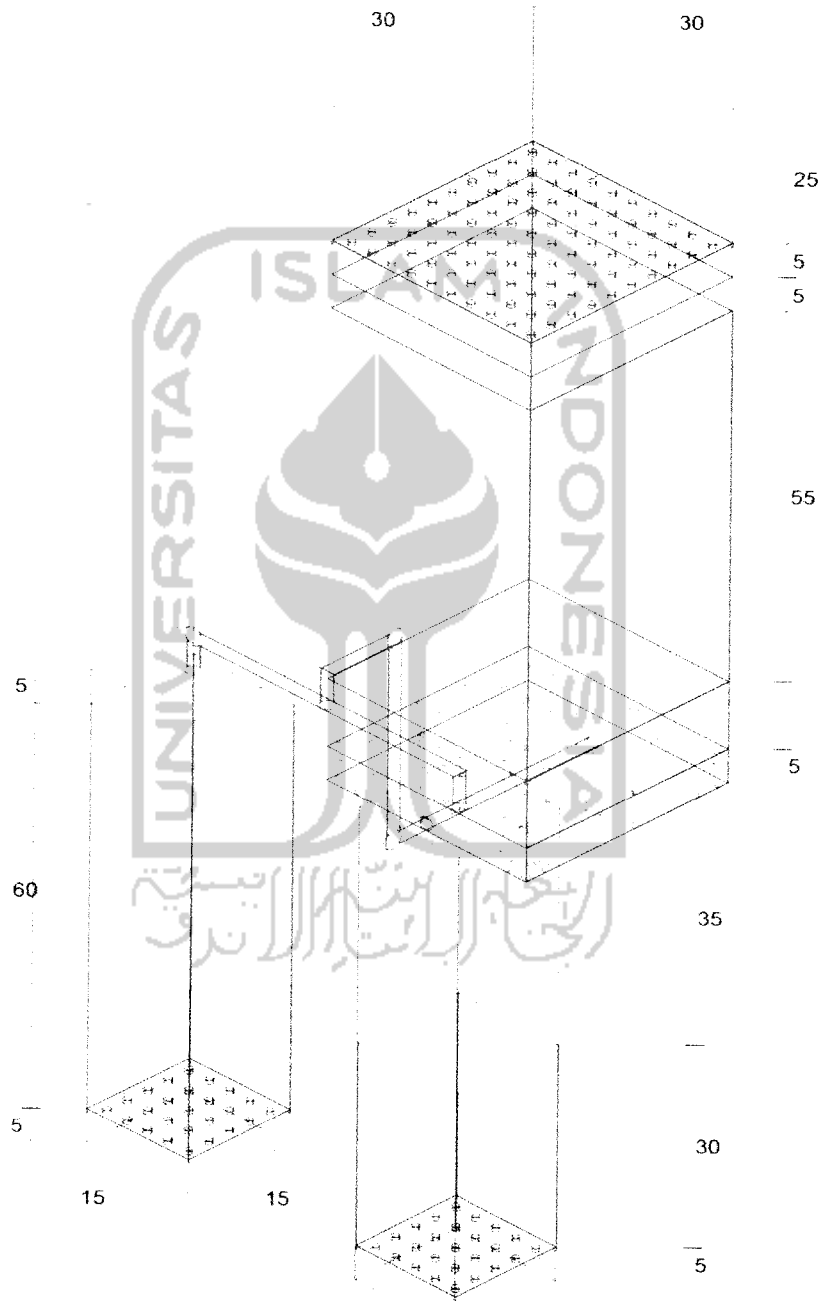


LAMPIRAN 1

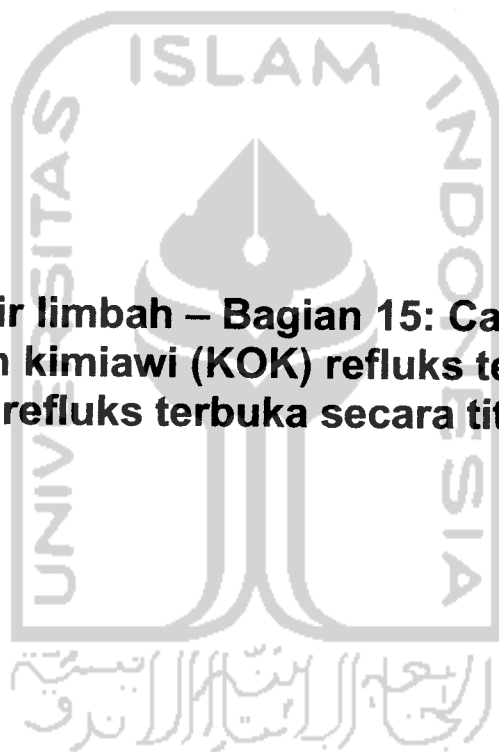
BIOSAND FILTER 1 -ACTIVATED CARBON 1-60 & 1-30



BIOSAND FILTER 2-ACTIVATED CARBON II-60 & II-30



Air dan air limbah – Bagian 15: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) refluks terbuka dengan refluks terbuka secara titrimetri



Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi.....	1
3 Cara uji.....	1
3.1 Prinsip.....	1
3.2 Bahan	1
3.3 Peralatan	2
3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji.....	2
3.5 Persiapan pengujian.....	2
3.6 Perhitungan	3
4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu.....	4
4.1 Jaminan mutu	4
4.2 Pengendalian mutu.....	4
5 Rekomendasi.....	4
Lampiran A Pelaporan.....	5
Bibliografi.....	6



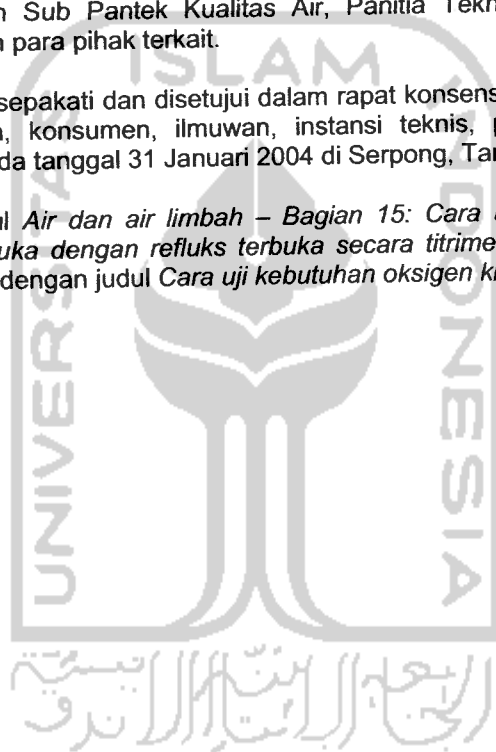
Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut.

Metode ini merupakan hasil kaji ulang dari SNI yang telah kadaluarsa dan menggunakan referensi dari metode standar internasional Standard Methods. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta di konsensuskan oleh Sub Pantek Kualitas Air, Panitia Teknis 207S, Bidang Manajemen Lingkungan dengan para pihak terkait.

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat maupun daerah pada tanggal 31 Januari 2004 di Serpong, Tangerang – Banten.

Metode ini berjudul *Air dan air limbah – Bagian 15: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) refluks terbuka dengan refluks terbuka secara titrimetri* yang merupakan revisi dari SNI 19-1423-1989 dengan judul *Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi air limbah*.



Air dan air limbah – Bagian 15: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) refluks terbuka dengan refluks terbuka secara titrimetri

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk penentuan kadar kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam air dan air limbah secara refluks terbuka dengan kisaran kadar KOK antara 50 mg/L O₂ sampai dengan 900 mg/L O₂.

Metode ini tidak berlaku bagi contoh uji air yang mengandung ion klorida lebih besar dari 2000 mg/L

2 Istilah dan definisi

2.1

larutan baku kalsium hidrogen phthalat, HOCC₆H₄COOK (KHP)

larutan yang dibuat dari kristal KHP, dan mempunyai kadar KOK 500 mg/L O₂

2.2

blind sample

larutan baku dengan kadar tertentu

2.3

spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.4

Certified Reference Material (CRM)

bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

2.5

Standard Reference Material (SRM)

bahan standar yang mampu telusur ke sistim nasional atau internasional

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Zat organik dioksidasi dengan campuran mendidih asam sulfat dan kalium dikromat yang diketahui normalitasnya dalam suatu refluks selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS).

3.2 Bahan

- a) larutan baku kalium dikromat 0,25 N.
Larutkan 12,259 g K₂Cr₂O₇ (yang telah dikeringkan pada 150^oC selama 2 jam) dengan air suling dan tepatkan sampai 1000 mL.
- b) larutan asam sulfat – perak sulfat.
Tambahkan 5,5 g Ag₂SO₄ kedalam 1 kg asam sulfat pekat atau 10,12 g Ag₂SO₄ dalam 1000 mL asam sulfat pekat, aduk dan biarkan 1 hari sampai 2 hari untuk melarutkan.

- c) larutan indikator ferroin.
Larutkan 1,485 g 1,10 phenanthrolin monohidrat dan 0,695 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam air suling dan encerkan sampai 100 mL.
- d) larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N.
Larutkan 39,2 g $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam air suling, tambahkan 20 mL H_2SO_4 pekat, dinginkan dan tepatkan sampai 1000 mL.
Bakukan larutan ini dengan larutan baku kalium dikromat 0,25 N.
- e) larutan baku potasium hidrogen phthalat (KHP).
Larutkan 425 mg KHP (yang telah dihaluskan dan dikeringkan pada 110°C), dalam air suling dan tepatkan sampai 1000 mL. Larutan ini mempunyai kadar KOK 500 mg/L O_2 . Bila disimpan dalam refrigerator dapat digunakan sampai 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba.
- f) asam sulfamat.
Hanya digunakan jika ada gangguan nitrit, 10 mg asam sulfamat untuk 1 mg nitrit
- g) serbuk merkuri sulfat, HgSO_4 .
- h) batu didih

3.3 Peralatan

- a) peralatan reflux, yang terdiri dari labu erlenmeyer, pendingin *Liebig* 30 cm;
- b) *hot plate* atau yang setara;
- c) labu ukur 100 mL dan 1000 mL;
- d) buret 25 mL atau 50 mL;
- e) pipet volum 5 mL; 10 mL; 15 mL dan 50 mL;
- f) erlenmeyer 250 mL (labu refluk); dan
- g) timbangan analitik.

3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

- a) Aduk contoh uji hingga homogen dan segera lakukan analisis.
- b) Contoh uji diawetkan dengan menambahkan H_2SO_4 sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan contoh uji disimpan pada pendingin 4°C dengan waktu simpan 7 hari.

3.5 Prosedur

- a) Pipet 10 mL contoh uji, masukkan kedalam erlenmeyer 250 mL.
- b) Tambahkan 0,2 g serbuk HgSO_4 dan beberapa batu didih.
- c) Tambahkan 5 mL larutan kalium dikromat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25 N.
- d) Tambahkan 15 mL pereaksi asam sulfat – perak sulfat perlahan-lahan sambil didinginkan dalam air pendingin.
- e) Hubungkan dengan pendingin *Liebig* dan dididihkan diatas *hot plate* selama 2 jam.
- f) Dinginkan dan cuci bagian dalam dari pendingin dengan air suling hingga volume contoh uji menjadi lebih kurang 70 mL.

- g) Dinginkan sampai temperatur kamar, tambahkan indikator ferroin 2 sampai dengan 3 tetes, titrasi dengan larutan FAS 0,1 N sampai warna merah kecoklatan, catat kebutuhan larutan FAS.
- h) Lakukan langkah 3.5 a) sampai dengan 3.5 g) terhadap air suling sebagai blanko. Catat kebutuhan larutan FAS. Analisis blanko ini sekaligus melakukan pembakuan larutan FAS dan dilakukan setiap penentuan KOK.

3.6 Perhitungan

3.6.1 Normalitas larutan FAS

$$\text{Normalitas FAS} = \frac{(V_1)(N_1)}{V_2}$$

dengan pengertian :

V_1 adalah volume larutan $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan, mL;

V_2 adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan, mL;

N_1 adalah Normalitas larutan $K_2Cr_2O_7$.

3.6.2 Kadar KOK

$$\text{KOK (mg/L O}_2) = \frac{(A - B)(N)(8000)}{\text{mL. contoh} - \text{uji}}$$

dengan pengertian :

A adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko, mL;

B adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh, mL;

N adalah normalitas larutan FAS.

3.6.3 Persen temu balik (% Recovery)

Pembuatan *spike matrix*:

- a) pipet 25 mL contoh uji dan tambahkan 25 mL larutan baku KHP.
- b) lakukan langkah 3.5 a) sampai dengan 3.5 g).

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(D - E)(100\%)}{F}$$

dengan pengertian:

D adalah kadar contoh uji yang di *spike*, mg/L;

E adalah kadar contoh uji yang tidak di *spike*, mg/L;

F adalah kadar standar yang ditambahkan (*target value*), mg/L.

dimana,

$$F = (y)(z) / v$$

y adalah volume larutan baku yang ditambahkan, mL;

z adalah kadar larutan baku, mg/L;

v adalah volume akhir contoh uji yang *spike*, mL.

4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia berkualitas pro analisis (p.a).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- d) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui batas waktu simpan maksimum 7 hari .

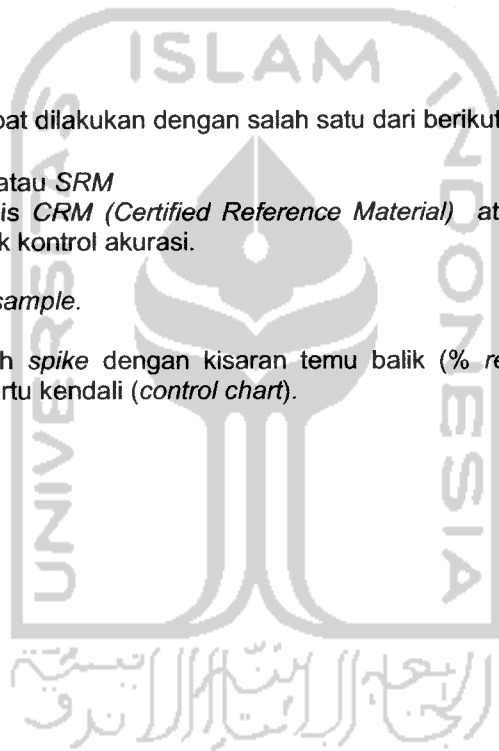
4.2 Pengendalian mutu

Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian. Dengan RPD (*Relative Percent Different*) kurang dari 5%.

5 Rekomendasi

Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan salah satu dari berikut ini:

- a) Analisis CRM atau SRM
lakukan analisis CRM (*Certified Reference Material*) atau SRM (*Standard Reference Material*) untuk kontrol akurasi.
- b) Analisis *blind sample*.
- c) Analisis contoh *spike* dengan kisaran temu balik (*% recovery*) 85% sampai dengan 115%. Buat kartu kendali (*control chart*).



Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut :

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analis dan tanda tangan.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Rekaman kurva kalibrasi.
- 5) Nomor contoh uji.
- 6) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 7) Perhitungan.
- 8) Hasil pengukuran duplo.
- 9) Hasil pengukuran blanko.
- 10) Hasil pengukuran persen *spike matrix* dan *CRM* atau *blind sample*.
- 11) Kadar KOK dalam contoh uji.



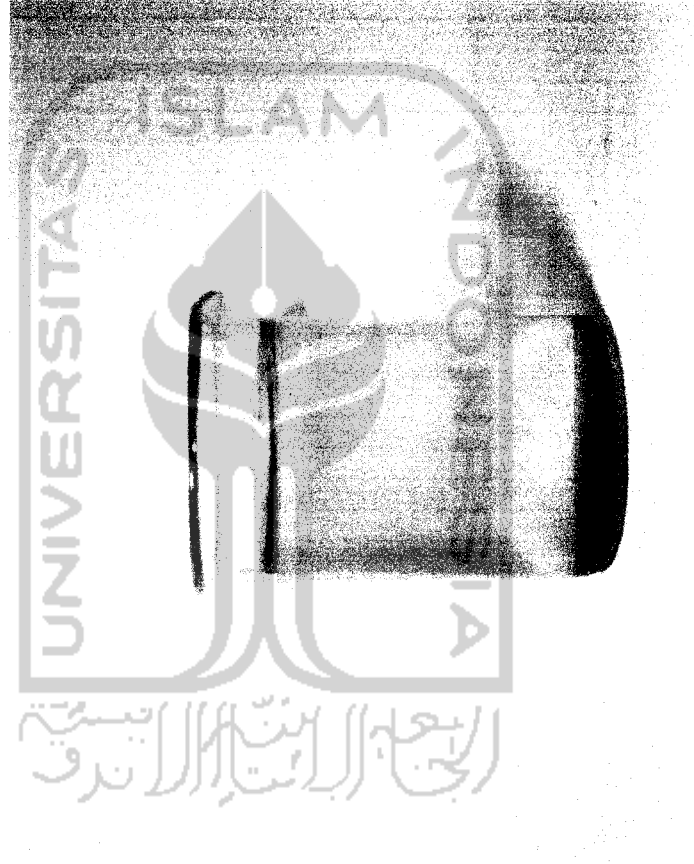
Bibliografi

Lenore S.. Clesceri et al. 1998, *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water 5220B*, 20th Edition, Washington DC : APHA, AWWA, WEF

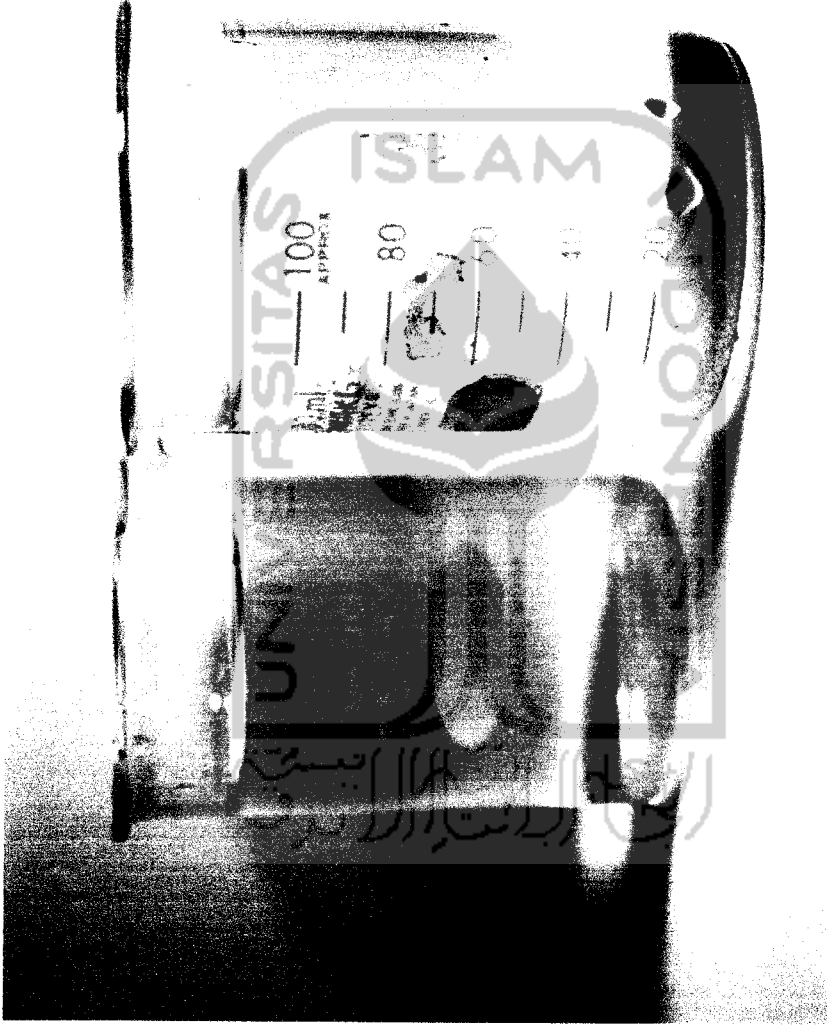


LAMPIRAN 3

HASIL PENGOLAHAN AIR SELOKAN MATARAM DENGAN BIOSAND FILTER-ACTIVATED CARBON

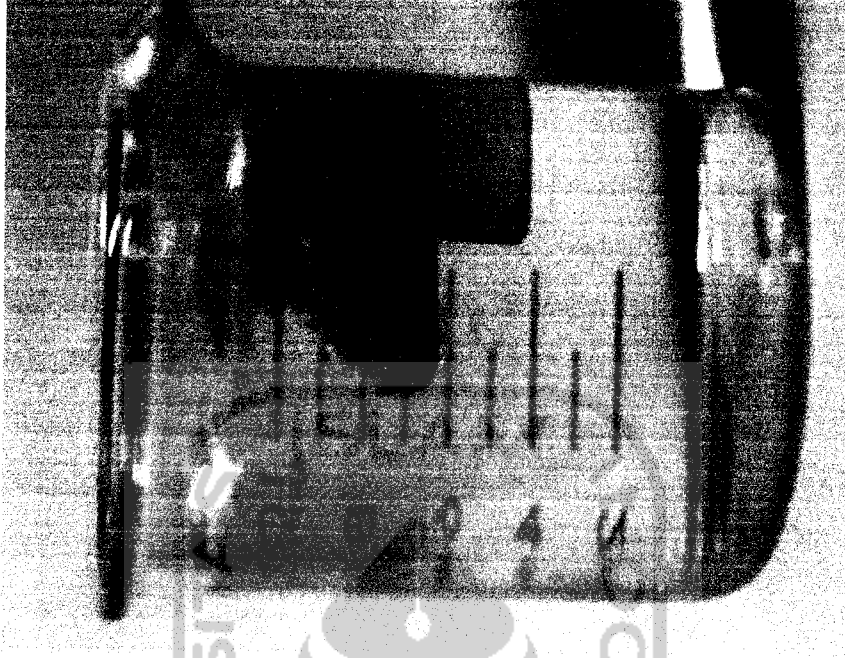
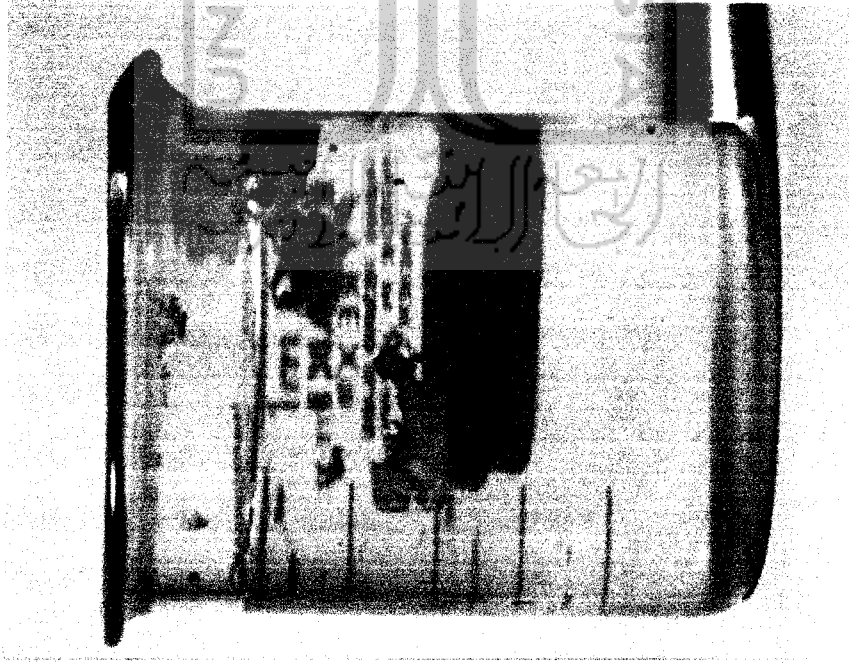


INLET



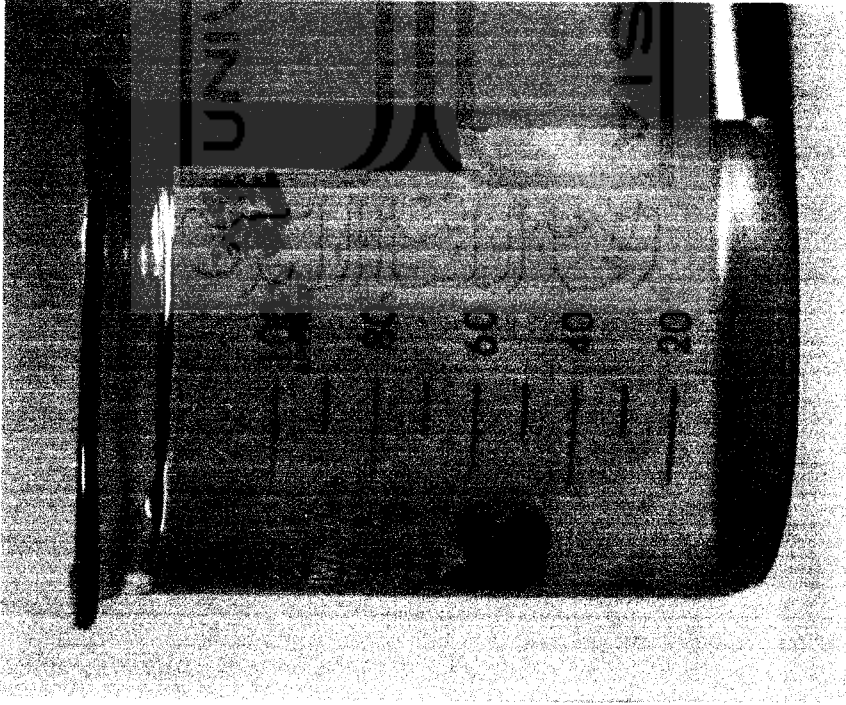
INLET DENGAN BIOSAND FILTER 1

ACTIVATED CARBON 1-60 (KETINGGIAN KARBON 60 cm)



ACTIVATED CARBON 1-30 (KETINGGIAN KARBON 30 cm)

ACTIVATED CARBON II-60 (KETINGGIAN KARBON 60 cm)



ACTIVATED CARBON II-30 (KETINGGIAN KARBON 30 cm)

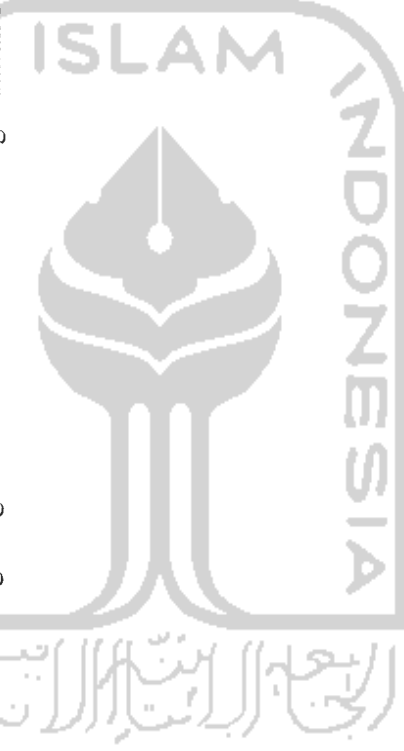
LAMPIRAN 4

KRITERIA MUTU AIR BERDASARKAN KELAS

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	1000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000mg/L
KIMIA ORGANIK						
PH		6-9	6-9	6-9	6-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sebagai P	mg/L	0.2	0.2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0.5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan ammonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0.02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0.05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	

Gross - B	Bq/L	1	1	1	1	1
KIMIA ORGANIK						
Minyak & Lemak	ug/L	1000	1000	1000	1000	(-)
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	200	(-)
Senyawa Fenol sebagai Fenol	ug/L	1	1	1	1	1
BHC	ug/L	210	210	210	210	(-)
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	(-)
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	(-)
DDT	ug/L:	2	2	2	2	2

Sumber: Lampiran PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air



No : /XI/07L.K.L TSP UII

Hal : 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR

Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : WAHYU PUSPITANINGRUM
 Jenis Contoh Uji : Treatment Air selokan mataram
 Asal Contoh Uji : Air Selokan
 Pengambil Contoh Uji : WAHYU PUSPITANINGRUM
 Tanggal Pengambilan Contoh : 1 Agustus
 Tanggal Pengujian Contoh : 1 Agustus - 1 September 2007
 Parameter yang diuji : Chemical Oxygen Demand (COD)
 Kode Contoh Uji : 2007.02.11.COD
 Kode Lab. : 03LKL FTSP

Sampel Ke -	Satuan	Hasil pengujian			Metode Uji
		Inlet BSF	Outlet BSF 1	Outlet BSF 2	
1	mg/L	25.28	8.6	8.6	
2	mg/L	30.34	12.64	8.85	
3	mg/L	48.03	20.22	27.81	
4	mg/L	25.6	16	17.6	
5	mg/L	24.56	8	8	
6	mg/L	51.44	18.64	14.4	
7	mg/L	33.04	10.16	7.44	
8	mg/L	25.04	13.84	7.44	
9	mg/L	26.64	13.84	13.84	
10	mg/L	21.36	12.32	11.2	
11	mg/L	14.96	7.68	8.48	
12	mg/L	17.6	9.6	9.6	
13	mg/L	31.2	8.8	Ttd	
14	mg/L	28	8.8	Ttd	
15	mg/L	27.2	9.6	Ttd	

Keterangan sampel uji:

BSF 1 : Bio Sand Filter 1

BSF 2 : Bio Sand Filter 2

- Catatan :
1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
 2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

Yogyakarta, 05 November 2007

Kepala Laboratorium



H. H. Kasam, MT



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : /XI/07L.K.L TSP UII

Hal : 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR

Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : WAHYU PUSPITANINGRUM
Jenis Contoh Uji : Treatment Air selokan mataram
Asal Contoh Uji : Air Selokan
Pengambil Contoh Uji : WAHYU PUSPITANINGRUM
Tanggal Pengambilan :
Contoh : 1 Agustus
Tanggal Pengujian Contoh : 1 Agustus – 1 September 2007
Parameter yang diuji : Chemical Oxygen Demand (COD)
Kode Contoh Uji : 2007.02.11.COD
Kode Lab. : 03LKL FTSP

Sampel Ke -	Satuan	Hasil pengujian			Metode Uji
		Inlet BSF	Outlet BSF 3	Outlet BSF 4	
1	mg/L	8.5952	3.792	7.584	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
2	mg/L	12.64	7.584	10.112	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
3	mg/L	20.224	12.64	15.168	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
4	mg/L	16	11.2	9.6	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
5	mg/L	8	5.6	2.4	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
6	mg/L	18.64	11.44	9.6	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
7	mg/L	10.16	5.84	4.24	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
8	mg/L	13.84	5.84	4.24	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
9	mg/L	13.84	4.24	5.84	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
10	mg/L	12.32	3.84	4.8	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
11	mg/L	7.68	5.28	3.68	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
12	mg/L	9.6	7.2	6.4	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
13	mg/L	8.8	6.4	6.4	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
14	mg/L	8.8	5.6	5.6	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004
15	mg/L	9.6	8	6.4	SK SNI 06 - 6989 - 2 - 2004

Keterangan sampel uji:

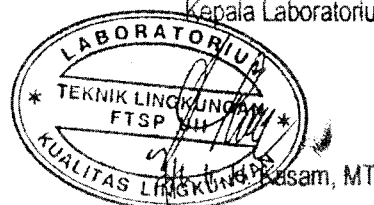
BSF 3 : Bio Sand Filter I - 60

BSF 4 : Bio Sand Filter I - 30

- Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

Yogyakarta, 05 November 2007

Kepala Laboratorium





LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

No : /XI/07L.K.L TSP UII

Hal : 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR

Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : WAHYU PUSPITANINGRUM
Jenis Contoh Uji : Treatment Air selokan mataram
Asal Contoh Uji : Air Selokan
Pengambil Contoh Uji : WAHYU PUSPITANINGRUM
Tanggal Pengambilan Contoh : 1 Agustus
Tanggal Pengujian Contoh : 1 Agustus – 1 September 2007
Parameter yang diuji : Chemical Oxygen Demand (COD)
Kode Contoh Uji : 2007.02.11.COD
Kode Lab. : 03LKL FTSP

Sampel Ke -	Satuan	Hasil pengujian			Metode Uji
		Inlet BSF	Outlet BSF 5	Outlet BSF 6	
1	mg/L	8.5952	12.64	12.64	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
2	mg/L	8.848	17.696	13.904	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
3	mg/L	27.808	10.112	12.64	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
4	mg/L	17.8	12.8	12.8	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
5	mg/L	8	5.6	4.8	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
6	mg/L	14.4	10.16	9.84	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
7	mg/L	7.44	3.44	3.44	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
8	mg/L	7.44	2.64	3.44	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
9	mg/L	13.84	4.24	5.84	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
10	mg/L	11.2	1.6	1.6	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
11	mg/L	8.48	4.8	6.88	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
12	mg/L	9.6	6.4	8.56	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
13	mg/L	-	-	-	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
14	mg/L	-	-	-	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004
15	mg/L	-	-	-	SK SNI 06 – 6989 – 2 – 2004

Keterangan sampel uji:

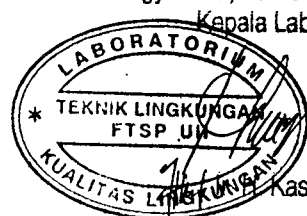
BSF 5 : Bio Sand Filter II - 60

BSF 6 : Bio Sand Filter II - 30

- Catatan :
1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
 2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

Yogyakarta, 05 November 2007

Kepala Laboratorium



Kasam, MT

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Wahyu Puspitaningrum	03513001	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Kadar chemical Oxygen Demand (COD) Air Permukaan Selokan Mataram Yogyakarta dengan menggunakan teknologi Carbon Aktive - biosand filter

PERIODE : Genap
TAHUN AKADEMIK : 2006/2007

No	kegiatan	Bulan Ke :						
		Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept	
1	Pendaftaran							
	Penentuan Dosen pembimbing							
2								
3	Pembuatan Proposal							
4	Seminar proposal							
5	Konsultasi Penyusunan TA							
6	Sidang - sidang							
7	Pengadاران							

DOSEN PEMBIMBING I : Eko Siswoyo, ST
DOSEN PEMBIMBING II : Any Juliani, ST, MSc
DOSEN PEMBIMBING III :

Yogyakarta, 16 Apr 07
Koordinator TA



(Eko Siswoyo, ST)

Calatan

Seminar

Sidang

Pengadاران

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan Pemb I	Tanda Tangan Pemb II
	27/03	Perbaha ...	/	
	2/10/07	Ditambahkan bagian flens bagian atas ada kutanya dan topir penelitian	/	
	2/11/07	- Pembacaan grafik & perbaha - Di latar belakang, sebalunya ditambahkan level dan bagian (kater?) perantara	/	/

