

TA/TL/2008/0279

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) PADA AIR LIMBAH *LAUNDRY* DENGAN MENGUNAKAN REAKTOR *BIOSAND FILTER* DIKUTI DENGAN REAKTOR *ACTIVATED* *CARBON*

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



Disusun Oleh :

TRI ANNA SUKAWATI

03 513 061

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008**

TUGAS AKHIR
PENURUNAN KONSENTRASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*
(COD) PADA AIR LIMBAH *LAUNDRY* DENGAN
MENGGUNAKAN REAKTOR
BIOSAND FILTER* DIIKUTI DENGAN REAKTOR *ACTIVATED
CARBON

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



Disusun Oleh :
TRI ANNA SUKAWATI
03 513 061

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2008

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema pengelompokan bahan yang terkandung didalam air Limbah.....	9
Gambar 2.2	Biosand Filter.....	20
Gambar 2.3	Activated Carbon.....	33
Gambar 3.1	Sketsa Biosand Filter (40:15:15)-Activated Carbon (I-30 : I-60)..	38
Gambar 3.2	Sketsa Biosand Filter (30:25:15)-Activated Carbon (I-30 : I-60)..	38
Gambar 3.3	Reaktor <i>Biosand Filter</i>	40
Gambar 3.4	Reaktor <i>Activated Carbon</i>	41
Gambar 3.5	Reservoar.....	42
Gambar 3.6	<i>Perforated Baffle</i>	43
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian.....	48
Gambar 4.1	Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 1 (Unit BSF 1 dengan variasi ketinggian 45: 15: 15)	52
Gambar 4.2	Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 2 (Unit BSF 2 dengan variasi ketinggian 30: 25: 15)	53
Gambar 4.3	Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada Unit BSF 1 (40: 15: 15) dan Unit BSF 2 (30: 25: 15).....	53
Gambar 4.4	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-30 (Unit <i>Activated Carbon</i> 1 dengan ketinggian 30 cm).....	62
Gambar 4.5	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-60 (Unit <i>Activated Carbon</i> I dengan ketinggian 60 cm).....	62
Gambar 4.6	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet II-30 (Unit <i>Activated Carbon</i> 2 dengan ketinggian 30 cm).....	63
Gambar 4.7	Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet II-60 (Unit <i>Activated Carbon</i> 2 dengan ketinggian 60 cm).....	63
Gambar 4.8	Perbandingan Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada AC 1 ketinggian 60 cm dengan AC 2 ketinggian 30 cm.....	65
Gambar 4.9	Perbandingan Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada AC 1 ketinggian 30 cm dengan AC 2 ketinggian 60 cm.....	65

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. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi yang akan datang. (Effendi, 2003)

Air merupakan kebutuhan yang sangat pokok bagi kehidupan. Semua makhluk hidup memerlukan air. Tanpa air tak akan ada kehidupan. Demikian pula manusia tak dapat hidup tanpa air. Kebutuhan air kita menyangkut dua hal. Pertama, air untuk kehidupan kita sebagai makhluk hayati dan kedua, air untuk kehidupan kita sebagai manusia yang berbudaya. (Soemarwoto, 1993)

Meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan berbagai kebutuhan, secara tidak langsung akan diikuti dengan meningkatnya kebutuhan akan air bersih, yang selanjutnya akan menghasilkan air limbah yang jumlahnya meningkat pula. Peningkatan jumlah dan volume air limbah baik secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap lingkungan terutama terhadap tanah dan badan air yang langsung menerima limbah tersebut.

Di Indonesia khususnya di Kota Yogyakarta saat ini terjadi peningkatan jumlah penduduk yang sebagian adalah mahasiswa yang sedang melanjutkan studi di kota Yogyakarta dan sebagian adalah pendatang, maka secara otomatis akan terjadi peningkatan kebutuhan akan barang dan jasa.

Dewasa ini terkenal istilah *laundry* yaitu suatu jasa yang menawarkan fasilitas dalam kegiatan pencucian pakaian, karpet, boneka secara lengkap. Dimana jasa *laundry* ini sangat membantu sebagian besar mahasiswa yang berada di kota Yogyakarta ini. Jasa *laundry* ini memberikan manfaat yang cukup besar bagi perekonomian. Bisa dikatakan badan usaha ini dapat mengurangi jumlah pengangguran serta dapat meningkatkan taraf hidup manusia. Selain itu, disatu

sisi kegiatan *laundry* ini berdampak negatif, yaitu dikarenakan karena adanya timbulan limbah cair dari proses pencucian sehingga berpotensi untuk menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan terutama badan air penerima.

Dengan mempertimbangkan permasalahan yang ada, maka sekiranya perlu dipikirkan suatu pengolahan atau teknologi yang sesuai agar dapat menurunkan tingkat bahaya yang ditimbulkan oleh kegiatan *laundry* tersebut. Sehingga pada penelitian ini akan dibahas masalah penurunan parameter COD dengan menggunakan alat atau "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*".

Berdasarkan penelitian sebelumnya teknologi ini sesuai untuk pengolahan air bersih. Maka pada penelitian ini "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*" dapat sekiranya diaplikasikan untuk mengolah air limbah *laundry*, sehingga diharapkan dapat menurunkan kadar COD yang ada didalamnya agar kerusakan lingkungan yang merugikan dapat dicegah. Dalam hal ini telah terbukti bahwa air limbah *laundry* mempunyai kecenderungan untuk mencemari lingkungan yang cukup tinggi.

Hal ini dapat dibuktikan dengan tingginya kadar COD yang terkandung di dalam limbah laundry pada data skunder yang didapat tersebut yaitu sebesar 1300 mg/l, sehingga air limbah laundry ini memang perlu penanganan yang dapat meminimalkan pencemarnya. Pada penelitian ini "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*" menggunakan media antara lain pasir halus, pasir kasar, kerikil dan karbon aktif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada diatas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar efisiensi yang diperoleh dalam menurunkan COD di dalam air sisa proses laundry dengan "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*"

2. Pada variasi berapakah "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*" dapat menurunkan konsentrasi COD yang paling efektif. Dengan variasi sebagai berikut:
 - a. Biosand filter I – Activated carbon I 30 dengan Bosand filter II – Activated carbon II 30.
 - b. Biosand filter I – Activated carbon I 60 dengan Bosand filter II – Activated carbon II 60.

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Metode filtrasi digunakan dengan menggunakan reaktor *biosand filter* dengan komposisi dari reaktor adalah pasir kasar, pasir halus, dan kerikil kemudian dilanjutkan dengan tambahan reaktor *activated carbon*.
2. Sumber air yang digunakan berasal dari sisa proses *laundry*
3. "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*" menggunakan variasi ketebalan media yang berbeda, yaitu:
 - a. Biosand Filter I
Tinggi / ketebalan dan diameter media yang digunakan yaitu:
 - Pasir Halus : 40 cm ; Ø 0,25 mm
 - Pasir Kasar : 15 cm ; Ø 0,85 mm
 - Batu Kerikil : 15 cm ; Ø 6,3 mm
 - b. Biosand Filter II
Tinggi / ketebalan dan diameter media yang digunakan yaitu:
 - Pasir Halus : 30 cm ; Ø 0,25 mm
 - Pasir Kasar : 25 cm ; Ø 0,85 mm
 - Batu Kerikil : 15 cm ; Ø 6,3 mm
 - c. Activated Carbon
Ketinggian media karbon aktif adalah 60 cm dan 30 cm
4. Parameter yang diukur adalah COD (*Chemical Oksigen Demand*).

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi COD dari limbah cair sisa proses laundry dengan menggunakan "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*".
2. Untuk mencari variasi media yang paling efektif sehingga mendapatkan penurunan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang paling optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan data informasi tentang kemampuan "Reaktor *Biosand Filter* diikuti dengan Reaktor *Activated Carbon*" untuk menurunkan konsentrasi COD dari limbah cair sisa proses *laundry*.
2. Memberikan informasi kepada pihak perusahaan yang bergerak di bidang jasa *laundry* untuk ikut menjaga kualitas lingkungan dengan melakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air penerima.
3. Dapat dijadikan stimulasi atau pendorong untuk peneliti lain guna mempelajari alternatif-alternatif pengolahan limbah cair dari sisa poses pencucian kegiatan *laundry* dalam menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Limbah

Air limbah dapat juga diartikan sebagai suatu kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas ke dalam air dengan sifat yang dapat berupa endapan atau padat, padat tersuspensi, terlarut/koloid, emulsi yang menyebabkan air sehingga harus dipisahkan atau dibuang. (*Tjokrokusumo,1998*)

Air limbah tidak diharapkan dari segi estetika maupun sifatnya yang merugikan, terutama karena begitu besarnya kandungan mikroorganisme yang menyebabkan penyakit.

Air limbah yang tidak mengalami pengelolaan terlebih dahulu maka air itu akan terakumulasi dan terjadi dekomposisi bahan organik yang menghasilkan bau yang tidak sedap dan banyak mengandung bakteri patogen penyebab penyakit pada manusia.

Air limbah banyak mengandung nutrisi yang dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme dengan komposisi air limbah pada umumnya 99,9% air dan 0,1% padatan. Padatan yang terdapat dalam limbah cair terdiri dari 70% padatan organik dan 30% padatan non organik. Padatan organik dari limbah cair dapat berupa protein (65%), karbohidrat (25%) dan lemak (10%) sedangkan padatan anorganik berupa butiran garam dan logam.

2.2 Sumber Air Limbah

Sumber air limbah dikelompokkan menjadi:

a. Air Limbah Domestik/ rumah tangga

Menurut peraturan Menteri Kesehatan, yang dimaksud dengan buangan rumah tangga adalah buangan yang berasal bukan dari industri melainkan

berasal dari rumah tangga, kantor, hotel, restoran, tempat ibadah, tempat hiburan, pasar, pertokoan dan rumah sakit

b. **Air Limbah Industri**

Air yang dihasilkan oleh industri, baik akibat proses pembuatan atau produksi yang dihasilkan industri tersebut maupun proses lainnya.

(Darmono, 2001)

2.3 Karakteristik Air Limbah

Air buangan berasal dari berbagai sumber, sehingga memiliki karakteristik berbeda. Sifat dan karakteristik air buangan secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

a. **Sifat Fisik Air Limbah**

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah : bau, jumlah zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu, warna. Parameter yang tergolong dalam sifat fisik ini meliputi kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau, warna dan temperatur.

Warna, jika berada dalam air terlihat dengan jelas akan mengurangi penetrasi sinar/cahaya ke dalam air, sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis dan akan mengganggu aktifitas biologi yang ada di dalamnya. Pada kenyataannya pencemaran oleh zat warna juga dapat menyebabkan gangguan estetika lingkungan. Apabila kondisi tersebut berlangsung terus menerus dapat mengakibatkan terputusnya proses yang merupakan siklus pendukung lingkungan hidup (Fardiaz, 1992).

Temperatur, temperatur air akan mempengaruhi kesukaan masyarakat terhadap air tersebut. Temperatur yang diharapkan adalah antara 10-15° C, bila terjadi penyimpangan akan mengakibatkan meningkatnya daya toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air, pertumbuhan mikrobiologi dalam air.

b. Sifat Kimia Air Limbah

Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan. Bahan organik terlarut dapat menghasilkan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap. Dan akan lebih berbahaya jika bahan kimia merupakan bahan kimia yang beracun. Adapun bahan kimia yang penting yang ada di dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bahan Organik

Pada umumnya zat organik berisikan kombinasi dari karbon, hidrogen, dan oksigen, bersama-sama dengan nitrogen. Elemen lainnya yang penting seperti belerang, fosfor, dan besi juga dapat dijumpai. Semakin lama, jumlah dan jenis bahan organik semakin banyak, hal ini akan mempersulit dalam pengolahan air limbah, sebab beberapa zat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

2. Bahan Anorganik

Jumlah bahan anorganik meningkat sejalan dan dipengaruhi oleh formasi geologis dari asal air atau air limbah. Bahan anorganik meliputi: pH, klorida, kebasaan, sulfur, zat beracun, logam berat, metan, Nitrogen, fosfor, gas.

Pengaruh kandungan bahan kimia yang ada di dalam air buangan domestik dapat merugikan lingkungan melalui beberapa cara. Bahan-bahan terlarut dapat menghasilkan DO atau oksigen terlarut dan dapat juga menyebabkan timbulnya bau (*Odor*). Protein merupakan penyebab utama terjadinya bau ini, sebabnya ialah struktur protein sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai menjadi bahan kimia lain oleh proses dekomposisi (Sugiharto, 1985).

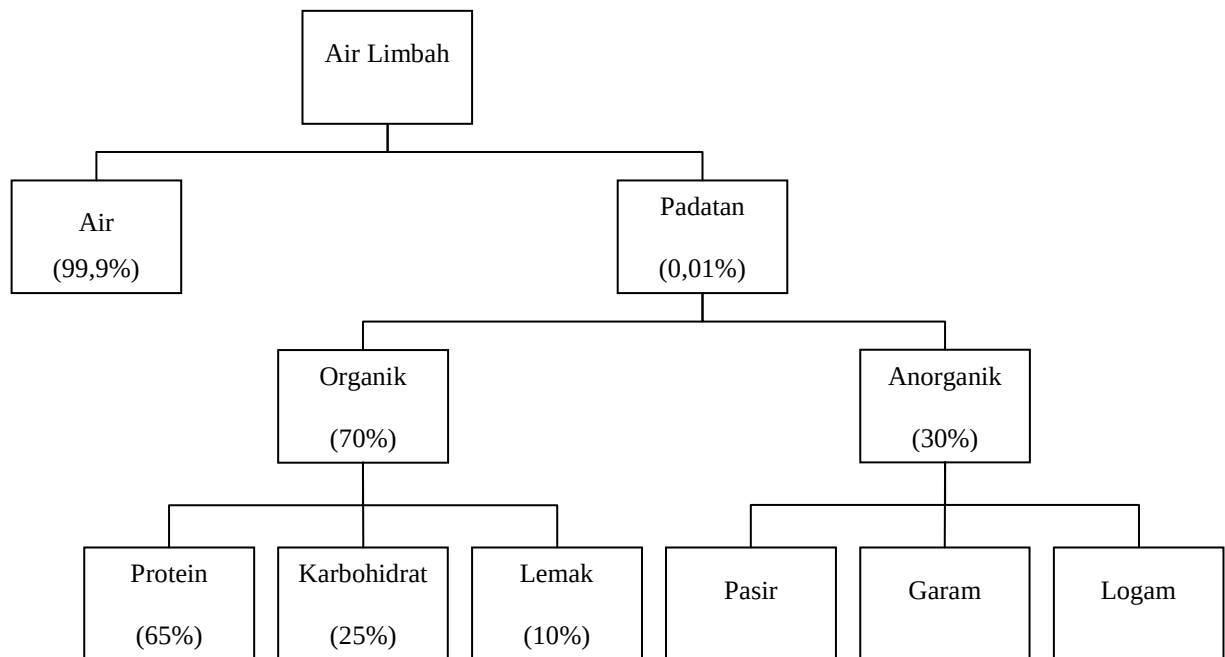
c. Sifat Biologis Air Limbah

Sifat biologis air buangan domestik perlu diketahui untuk kualitas air terutama bagi air yang dipergunakan sebagai air minum dan air bersih dan mengukur tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air penerima. Parameter yang sering digunakan adalah banyaknya kandungan mikroorganisme yang ada dalam kandungan air limbah adalah mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam air buangan domestik adalah bakteri, jamur, protozoa, virus, algae, tanaman dan hewan renik.

Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu yang menggunakan bahan organik dan an organik sebagai makanannya. Berdasarkan penggunaan makanannya, bakteri dibedakan menjadi bakteri autotrof dan heterotrof. Bakteri autotrof menggunakan bahan organik sebagai sumber zat karbonnya. Bakteri yang memerlukan oksigen untuk menoksidasi bahan organik disebut bakteri aerob, sedangkan yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerob.

Indikator yang digunakan untuk mengetahui besar dan kecilnya pencemaran bakteriologis adalah berapa jumlah bakteri kaliform per seratus ml larutan dengan singkatan MPN (*Most Probable Number*) (Tjokrokusumo, 1998).

Skema pengelompokan bahan yang terkandung di dalam air limbah, ditunjukkan pada gambar 2.1. Fraksi organik terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak. Senyawa-senyawa ini, terutama protein dan karbohidrat, merupakan suatu substrat yang baik bagi pertumbuhan bakteri.



Gambar 2.1 Skema pengelompokan bahan yang terkandung di dalam air limbah
(Mara, 1976)

2.4 Penanggulangan Masalah Limbah

Dalam menanggulangi masalah limbah perlu dilakukannya pengolahan (*treatment*), dimana menyisihkan kontaminan dan stabilisasi polutan. Maksud dari stabilisasi adalah mendegradasi bakteri organik sampai pada suatu titik dimana reaksi kimia dan biologis tidak berlangsung lagi. Pengolahan juga bisa berarti menghilangkan racun atau substansi yang berbahaya (misalnya logam berat) bisa menghentikan siklus biologis yang berkelanjutan, meskipun telah terjadi stabilisasi materi organik.

2.4.1 Pengendalian Bahaya Limbah

Sebagian besar pertambahan populasi penduduk dunia terjadi di negara-negara berkembang seperti Indonesia, yang pada akhirnya akan mengakibatkan perubahan pola dan gaya hidup, standar kehidupan yang akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan barang dan jasa. (*United Nation*, 2002). Indonesia sebagai negara berkembang mengalami ketiga hal tersebut. Sehingga

secara otomatis pencemaran akan terus terjadi dan meningkat dari tahun ke tahun berikutnya baik itu secara kuantitas maupun secara kualitas.

2.4.2 Sistem Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair bertujuan untuk menghilangkan atau menysihkan kontaminan. Kontaminan dapat berupa senyawa organik yang dinyatakan oleh nilai BOD, COD, nutrient, senyawa toksik, mikroorganisme patogen, partikel non biodegradable, padatan tersuspensi maupun terlarut. Kontaminan dapat disisihkan dengan pengolahan fisik, kimia maupun biologi (Metcalf & Eddy, 2003).

Unit operasi fisik merupakan metode pengolahan dimana diaplikasikan proses fisik seperti *screening*, *mixing*, flokulasi, sedimentasi, flotasi, filtrasi dan transfer gas. Unit proses kimia merupakan metode pengolahan dimana penyisihan atau konversi kontaminan terjadi karena penambahan bahan kimia dan melawati reaksi kimia seperti presipitasi, adsorpsi dan disinfeksi. Sedangkan unit proses biologi merupakan metode pengolahan dimana kontaminan disisihkan melalui aktivitas biologi yang ditujukan untuk menghilangkan substansi organik *biodegradable* dalam limbah cair (Metcalf & Eddy, 2003).

2.4.3 Pengolahan Limbah Cair secara Biologi

Hampir semua jenis limbah cair dapat diolah secara biologi bila dilakukan melalui analisis dan kontrol lingkungan yang benar. Proses pengolahan biologi merupakan proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan air limbah, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menggunakan bakteri organik pencemar yang ada sebagai bahan makanan dalam kondisi lingkungan tertentu dan mendegradasi atau menstabilisasinya menjadi bentuk yang lebih sederhana (Metcalf & Eddy, 2003).

Umumnya bakteri merupakan mikroorganisme utama dalam proses pengolahan biologi (Droste, 1997). Karakteristik mereka beragam dan kebutuhan lingkungan yang sederhana membuat mereka dapat bertahan pada lingkungan air limbah. Perlu diperhatikan bahwa mikroorganisme lain juga dapat ditemukan pada

lingkungan pengolahan air limbah namun peranannya dalam oksidasi materi organik relatif kecil.

Proses pengolahan biologi juga dapat dibagi berdasarkan media pertumbuhan mikroorganismenya, yaitu :

- a. *Suspended growth* atau pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme berada dalam keadaan tersuspensi di air limbah seperti pada reaktor lumpur aktif atau kolam oksidasi.
- b. *Attached growth* atau pertumbuhan terlekat, mikroorganisme tumbuh terlekat pada media pendukung yang berada di dalam air limbah. Media pendukung ini dapat berupa media pendukung yang bergerak (*rotating biological contactor, fluidized bed, rotortogue*), diam (*trickling filter, baffled reactor*), terendam (*fluidized bed*) maupun tidak terendam (*trickling filter*).
- c. Kombinasi dari *suspended* dan *attached growth*.

Secara keseluruhan, tujuan pengolahan limbah secara biologis pada limbah domestik ialah (1) Mengubah (mengoksidasi) unsure terlarut dan partikel biodegradable kedalam bentukakhir yang cocok (2) Menangkap dan menggabungkan padatan tersuspensi dan padatan koloid yang sulit diendapkan pada lapisan biofilm (3) Mengubah atau menghilangkan nutrien, seperti nitrogen dan fosfor (4) Pada beberapa kasus, menghilangkan unsur dan senyawa trace organik spesifik. (Metcalf & Eddy, 2003)

2.5 Proses Laundry

Dalam proses laundry digunakan prosedur yang benar , yaitu:

1. Pengambilan cucian kotor
2. Penyortiran/ pemisahan cucian kotor

Cucian disortir dengan tiga kategori umum:

- Tingkat Kotoran (jenis)
- Jenis Kain (Serat dan Warna)
- Proses (sesuai alat yang digunakan)

3. Pencucian

Laundry komersil umumnya memiliki mesin berkapasitas besar dengan beragam jenis program. Tetapi pada dasarnya cara kerja mesin sama yang mengacu pada tahapan proses pencucian. Tahapan-tahapan tersebut antara lain:

- Flush (pembasahan)
- Washing (Penyabunan)
- Carryover Suds (pembilasan awal)
- Bleaching
- Sour/Soft (Final Rinse)
- Extract (Pemerasan)

Setelah proses pengeringan maka dilanjutkan proses pelipatan, umumnya laundry kecil dilakukan secara manual.

2.6 Parameter Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan parameter :

COD (Chemical Oxygen Demand)

Chemical Oxygen Demand (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 l sampel air, dimana pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent).

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (biodegradable) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (non degradable) menjadi CO_2 dan H_2O . Pada prosedur penentuan COD, oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel (Boyd,1988).

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 *oksidan* yang disebut uji COD. Uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan *oksidan* seperti *kalium dikromat* yang digunakan untuk mengoksidasi bahan – bahan organik yang terdapat didalam air.

Pengukuran COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat (kalium dikromat/ $K_2Cr_2O_7$) dalam suasana asam. Dengan menggunakan dikromat sebagai oksidator, diperkirakan sekitar 95%-100% bahan organik dapat dioksidasi. (Effendi,2003)

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*).

Uji COD pada umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji BOD, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. Selulosa adalah salah satu contoh yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit dioksidasi melalui reaksi biokimia, akan tetapi dapat diukur melalui uji COD.

Beberapa bahan organik tertentu yang terdapat pada air limbah “kebal” terhadap degradasi biologis dan ada beberapa diantaranya yang beracun meskipun pada konsentrasi yang rendah. Bahkan yang tidak dapat didegradasi secara biologis tersebut akan didegradasi secara kimiawi melalui proses oksidasi, jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi tersebut dikenal dengan nama COD (Chemical Oxygen Demand) (Cheremisinoff,1978)

Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/liter, sedangkan pada perairan yang tercemar dapat lebih dari 200 mg/liter dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/liter. (UNESCO/WHO/UNEP,1992 dalam Effendi,2003)

2.7 Fungsi reaktor “Biosand filter-Activated Carbon” untuk menurunkan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dari Limbah Laundry.

Pada penelitian ini akan menggunakan proses pengolahan secara aerob yaitu suatu pengolahan yang membutuhkan oksigen dimana terdapat mikroorganisme yang berfungsi untuk melakukan dekomposisi atau menguraikan air limbah.

2.7.1 Proses Aerasi

Salah satu kegunaan dari aerasi pada pengolahan air limbah adalah memberikan suplai oksigen pada proses pengolahan biologi secara aerobik. Pengaruh lamanya waktu pada proses oksidasi akan mempengaruhi kemampuan mikroorganisme untuk mendegradasikan bahan organik yang terdapat dalam air buangan. Semakin lamanya waktu yang diberikan pada proses oksidasi maka akan memberi kesempatan bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan melakukan degradasi bahan organik. (Droste,1997).

Tahapan dari aerasi (Pencampuran dengan O_2) memberikan tingkat pengikatan Oksigen yang paling cepat dengan meningkatkan derajat aerasi pada aliran oksigen di tangki (*Tapered Aeration*) yang dialirkan dalam interval selama aerasi disebut *step aeration* atau aerasi bertahap.

2.7.2 Adsorpsi

Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik (Tinsley, 1979).

Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban, dimana adsorbat adalah substansi yang terserap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon (Webar, 1972)

Melekul zat organik terlarut akan teremoval dari larutannya dan terserap oleh adsorben selama proses adsorpsi. Mekanisme ini dapat menyebabkan konsentrasinya pada air limbah berkurang, karena sebagian telah tertahan (terserap) oleh adsorben. Berkurangnya jumlah senyawa organik secara langsung dapat menyebabkan berkurangnya nilai COD pada limbah.

a) Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu :

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan *film* yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan *film* (*film diffusion process*).
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*).
4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben.

b) **Proses Operasi Adsorpsi**

Operasi dari proses adsorpsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Proses adsorpsi dilakukan dalam suatu bak dengan sistem pengadukan, dimana penyerap yang biasanya berbentuk serbuk dibubuhkan, dicampur dan diaduk dengan air dalam suatu bangunan sehingga terjadi penolakan antara partikel penyerap dengan fluida.
2. Proses adsorpsi yang dijalankan dalam suatu bejana dengan sistem filtrasi, dimana bejana yang berisi media penyerap di alirkan air dengan model pengaliran gravitasi. Jenis media penyerap sering digunakan dalam bentuk bongkahan atau butiran/granular dan proses adsorpsi biasanya terjadi selama air berada di dalam media penyerap (Reynold, 1982).

Menurut Droste (1997) proses penyerapan dalam adsorpsi dipengaruhi :

1. Bahan penyerap
Bahan yang digunakan untuk menyerap mempunyai kemampuan berbeda-beda, tergantung dari bahan asal dan juga metode aktivasi yang digunakan.
2. Ukuran butir
Semakin kecil ukuran butir, maka semakin besar permukaan sehingga dapat menyerap kontaminan makin banyak. Secara umum kecepatan adsorpsi ditujukan oleh kecepatan difusi zat terlarut ke dalam pori-pori partikel adsorben. Ukuran partikel yang baik untuk proses penyerapan antara -100 / +200 mesh.
3. Derajat keasaman (pH larutan)
Pada pH rendah, ion H^+ akan berkompetisi dengan kontaminan yang akan diserap, sehingga efisiensi penyerapan turun. Proses penyerapan akan berjalan baik bila pH larutan tinggi. Derajat keasaman mempengaruhi adsorpsi karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan, pH yang baik

berkisar antara 8-9. Senyawa asam organik dapat diadsorpsi pada pH rendah dan sebaliknya basa organik dapat diadsorpsi pada pH tinggi.

4. Waktu serap

Waktu serap yang lama akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang terserap berlangsung dengan baik.

5. Konsentrasi

Pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan diserap sedikit, sedang pada konsentrasi tinggi jumlah bahan yang diserap semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar.

2.8 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 *Slow Sand Filter* (SSF) dalam arti bahwa mayoritas dari filtrasi dan perpindahan kekeruhan terjadi ada di puncak lapisan pasir dalam kaitan dengan ukuran pori-pori yang menurun, disebabkan oleh deposisi partikel butir. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara 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).

Biosand filter yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter*, hanya saja pada *Biosand filter*, lapisan atas media filter dilakukan penumbuhan bakteri.

Syarat-syarat kualitas air yang akan diolah dengan menggunakan *Biosand filter* sama seperti kualitas air yang diolah dengan menggunakan *Slow Sand Filter*.

Tabel 2.1 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

- (1) Jenis kekeruhan dan distribusi partikel dapat menyebabkan perubahan kualitas air dari *effluent* SSF.
- (2) Jumlah dan jenis alga yang ada sangat penting. Disarankan untuk membuat pelindung untuk filter.
- (3) Batasan ini berhubungan dengan klorofil A di air, yang secara tidak langsung digunakan untuk mengukur kandungan alga.

Tabel 2.2 Effisiensi 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

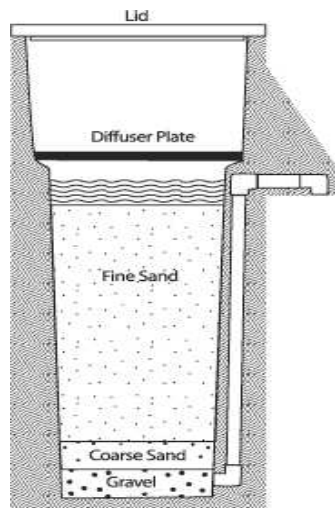
¹ DOC = *dissolved organic carbon*

² TOC = *total organic carbon*

³ COD = *chemical organic demand*

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 tinggi di lapisan pasir paling atas menuju *biofilm*. BSF didesain 5 cm di bagian atas

air yang 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 O_2 pada *biofilm*, mengakibatkan kematian dari mikroorganisme pada lapisan *biofilm*. Ketika air yang terkontaminasi mikroorganisme dimurnikan dengan *Biosand filter*, organisme pemangsa (predator) yang berada di lapisan *biofilm* akan memakan patogen-patogen yang ada (Tommy Ngai & Sophie, 2003).



Gambar 2.2: Biosand Filter

2.8.1 Pertumbuhan Mikroorganisme/ Seeding

1. Pertumbuhan Mikroorganisme

Mikroorganisme sangat berperan dalam proses degradasi bahan buangan dari kegiatan yang dibuang ke air lingkungan, baik sungai, danau, maupun laut. Jika bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, berarti mikroorganisme akan ikut berkembang biak.

Populasi bakteri atau mikroorganisme bisa sangat tergantung pada jenis sampah/buangan yang ditangani. Bakteri atau mikroorganisme yang terdapat pada sampah/buangan dapat bertahan hidup pada pH berkisar antara 6-9 dan mendapatkan nutrisi untuk kebutuhan hidupnya dari mineralisasi atau mendegradasi bahan-bahan organik disekitarnya.

Pengolahan Air Buangan secara biologi biasanya merupakan pengolahan sekunder, dimana pengolahan dilakukan dengan memanfaatkan kegiatan mikrobial untuk melakukan degradasi atau transformasi. Proses biologi ini dilakukan untuk menguraikan bahan organik melalui oksidasi biokimia. Pada prinsipnya pengolahan secara biologi merupakan pengembangan dari proses penjernihan air secara alami (*self purification*) (Mangunwijaya, 1994).

Menurut Metcalf and Eddy (2003) reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- a. Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*Suspended Solid*): didalam reaktor ini mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Reaktor jenis ini antara lain proses lumpur aktif dan kolam oksidasi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor. Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain : Oksidation ditch dan kontak stabilisasi, yaitu efisiensi yang tinggi antara 90%-95% dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit dan waktu detensi hidrolis total yang lebih pendek (4-6 jam).
- b. Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reaktor*): mikroorganisme tumbuh diatas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Oleh karena itu reaktor ini disebut juga sebagai bioreaktor film tetap. Berbagai modifikasi yang banyak dikembangkan, antara lain : *activated sludge* reaktor, *trickling filter*, *bioaerator*, *biofilm*, *aerated lagoon*.

Dalam reaktor pertumbuhan terlekat, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan terlekat pada suatu media dengan membentuk lapisan *biofilm*. Dalam

reaktor pertumbuhan melekat (*attached growth reactor*), populasi dari mikroorganisme yang aktif berkembang disekeliling media padat (seperti batu dan plastik). Mikroorganisme yang tumbuh terlekat ini akan menstabilisasi bahan organik pada air buangan yang lewat disekitar mereka.

2.8.2 Lapisan Biofilm

Lapisan biofilm terdiri dari sel-sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat (irreversible). Biasanya lapisan biofilm ini digunakan untuk menandakan zone aktivitas biologi yang umumnya terjadi di dalam bed pasir. Bagaimanapun, zone ini ber beda. Dalam kaitan dengan fungsi gandanya yang meliputi penyaringan mekanis, kedalaman biofilm bisa dikatakan dapat berhubungan kepada zone penetrasi dari partikel-partikel padatan dimana ukurannya yaitu antara 0.5 – 2 cm dari bed suatu BSF.

Biofilm terbentuk karena adanya interaksi bakteri dan permukaan yang ditemplei. Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor yang meliputi kelembapan permukaan, makanan yang tersedia, pembentukan matrik ekstraseluller (exopolimer) yang terdiri dari polisakarida, faktor-faktor fisikakimia seperti interaksi muatan permukaan dan bakteri, ikatan ion, ikatan Van Der Waals, pH dan tegangan permukaan serta pengkondisian permukaan.

2.8.3 Pematangan Lapisan Biofilm

Biosand filter membutuhkan satu hingga tiga minggu untuk membentuk lapisan biofilm. Periode ini memungkinkan pertumbuhan yang cukup dari lapisan biologis dalam lapisan pasir (Hegazi,2004). Sedangkan periode pematangan terjadi pada saat biosand filter terpasang pertama kali, atau ketika lapisan biofilm rusak (selama pembersihan penyaringan), waktu yang dibutuhkan oleh biofilm untuk tumbuh menjadi matang. Periode pmatangan dapat diperpendek beberapa minggu, tergantung dari temperature air dan mekanisme kimia. Sebagai contoh konsentrasi tinggi dari senyawa organik dalam air dapat memacu pematangan biofilm. (Tommy Ngai & Sophie, 2003)

2.8.4 Pasir

Ada berbagai macam cara untuk menjernihkan air. Namun, yang paling banyak dikenal adalah teknik penyaringan, pengendapan, dan penyerapan. Bahan yang dipakai untuk ketiga teknik tersebut juga beraneka ragam. Pasir, ijuk, arang batok, kerkil, tawas, bubuk kapur, kaporit, dan bahkan batu bisa dimanfaatkan secara efektif untuk menjernihkan air kotor.

Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis, tetapi tidak semua pasir dapat dipakai sebagai media filter. Artinya diperlukan pemilihan jenis pasir, sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir. Dalam memilih jenis pasir sebagai media filter hal-hal yang diperhatikan adalah:

A. Susunan Kimia Pasir

Pada umumnya pasir mempunyai senyawa kimia antara lain : SiO_2 , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , dan Al_2O_3 . Senyawa yang terpenting dalam pasir sebagai media filter adalah kandungan SiO_2 , yang tinggi, karena SiO_2 yang tinggi memberikan kekerasan pasir semakin tinggi pula. Proses yang terpenting dalam filter yang berhubungan dengan kekerasan pasir adalah pencucian pasir.

B. Karakteristik Fisik Pasir

Karakteristik fisik pasir yang perlu diperhatikan untuk media filter antara lain adalah :

1. Bentuk Pasir

Umumnya dalam satu jenis pasir ditemukan bentuk lebih dari satu bentuk butir. Pasir dengan bentuk bundar memberikan kelolosan lebih tinggi dari pada pasir bentuk lain.

2. Ukuran Butiran Pasir

Butiran pasir berukuran kasar dengan diameter $> 2 \text{ mm}$ memberikan kelolosan yang besar, sedangkan ukuran pasir berukuran halus dengan diameter $0,15\text{-}0,45 \text{ mm}$ memberikan kelolosan yang rendah. Faktor yang

penting dalam memilih ukuran butiran pasir sebagai media saring adalah *effective size* (ES).

3. Kemurnian pasir

Pasir yang digunakan sebagai media saringan semurni mungkin, artinya pasir benar-benar bebas dari kotoran, misalnya lempung. Pasir dengan kandungan lempung yang tinggi jika digunakan sebagai media filter akan berpengaruh pada kualitas filtrasi yang dihasilkan.

4. Kekerasan pasir

Kekerasan pasir dihubungkan dengan kehancuran pasir selama pemakaian sebagai media filter. Kekerasan berhubungan erat dengan kandungan SiO_2 yang tinggi, maka akan memberikan kekerasan yang tinggi pula.

C. Jenis Operasi Saringan Pasir

Operasi filtrasi pada alat filter media butiran bertujuan untuk menyisihkan padatan tersuspensi dari dalam air, dimana padatan tersuspensi tersebut paling besar memberikan sifat keruh yang dimiliki air.

Pada umumnya operasi unit filter media butiran di bagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Filter Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*)
2. Filter Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*)
3. Filter Bertekanan

D. Mekanisme Filtrasi

Proses filtrasi adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah :

1. *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir,

yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan.

2. Sedimentasi, akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir.
3. *Adsorption* adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Proses adsorpsi dalam saringan pasir lambat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan dan dengan bahan pelapis seperti gelatin yang pekat yang terbentuk pada butiran pasir oleh endapan bakteri dan partikel koloid. Proses ini yang lebih penting terjadi sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis, yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan.
4. Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
5. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.

2.8.5 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 pembersihan 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 hidrolik 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.

2.8.6 Keuntungan dan Kerugian

- **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 pathogen tetapi dengan ketentuan operasi dan pemeliharaan filter dilakukan secara benar dan baik.

- b. Murah

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

- c. Sederhana

Karena operasi dan pemeliharaanya murah, tidak memerlukan tenaga kusus 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.

2.9 Activated Carbon

Activated carbon sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik (SOCs), tapi *activated carbon* juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya. *Activated Carbon* terdiri dari berbagai mineral yang dibedakan berdasarkan kemampuan adsorpsi (daya serap) dan karakterisiknya. Sumber bahan baku dan proses yang berbeda akan menghasilkan kualitas *activated carbon* yang berbeda. Sumber bahan baku *activated carbon* berasal dari kayu, batu bara, arang tempurung kelapa, lignite. (Ronald,1997).

Dechlorinasi merupakan fungsi lain dari *activated carbon*. Chlorin dan chloramine bereaksi dengan *activated carbon* untuk membentuk produk klorida dan karbon dioksida (Droste,1997)

Activated carbon dapat dibuat dari hampir seluruh material carbonaceous (seperti kayu, lignite, tempurung kelapa, batu bara) dengan cara memanaskan dengan

atau tanpa tambahan bahan kimia terdehidrasi pada kondisi tidak ada udara untuk melepaskan karbon dari ikatan atomnya. Proses ini disebut karbonisasi (Droste,1997)

2.9.1 Syarat Mutu Activated Carbon

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

Tabel 2.3 Syarat Mutu Arang Aktif

	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

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.

Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

1. Sifat Adsorben

Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing- masing berikatan secara

kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosisi karbon aktif yang digunakan, juga diperhatikan.

2. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

3. Temperatur

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menyelidiki temperatur pada saat berlangsungnya proses. Karena tidak ada peraturan umum yang biasanya diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna atau dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

4. pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

5. Waktu Kontak

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah yang digunakan. Waktu yang dibutuhkan ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan distribusi molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorp. Molekul yang berukuran besar dapat menutup jalan masuk ke dalam *micropore* sehingga membuat area permukaan yang tersedia untuk mengadsorp menjadi sia-sia. Karena bentuk molekul yang tidak beraturan dan pergerakan molekul yang konstan, pada umumnya molekul yang lebih dapat menembus kapiler yang ukurannya lebih kecil juga.

2.9.2 Struktur Activated Carbon

Activated carbon 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.

2.9.3 Karakteristik Activated Carbon sebagai Adsorben

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang paling penting dalam activated carbon. Ukuran partikel activated carbon mempengaruhi proses kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon (Cheremisinoff, 1978). Jadi kecepatan adsorpsi yang menggunakan *powder activated carbon* (PAC) lebih besar dari pada *granular activated carbon* (GAC). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektivitas *activated carbon* dalam menyisihkan senyawa organik dalam air buangan.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan distribusi molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk di adsorp. Molekul yang berukuran besar dapat menutup jalan masuk ke dalam *micropore* sehingga membuat area permukaan yang tersedia untuk mengadsorpsi menjadi sia-sia. Karena bentuk molekul yang tidak beraturan dan pergerakan molekul yang konstan, pada umumnya molekul yang lebih kecil menembus kapiler yang ukurannya lebih kecil juga.

2.9.4 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 $700\text{--}1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, atau penambahan bahan-bahan mineral sebagai aktivator. 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.

2.9.5 Penggunaan Activated Carbon

Activated carbon digunakan pertama kali pada pengolahan air dan air limbah untuk mengurangi material organik, rasa, bau dan warna (Culp, RL dan Culp, GL, 1986). *Activated carbon* juga sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintesis (SOC_s), tapi karbon aktif juga efektif untuk

mengurangi kontaminan inorganic seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya (Ronald,1997).

Activated carbon 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.



Gambar 2.3 Acivated Carbon

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)

Tabel 2.4 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

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian mengenai teknologi *Biosand-Filter* dalam mengolah air telah banyak dilakukan, demikian pula dengan karbon aktif (*Activated Carbon*). Teknologi *Biosand Filter* merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter*. Biasanya teknologi ini digunakan untuk pengolahan air bersih. Sedangkan teknologi karbon aktif telah lama digunakan dalam pengolahan air karena telah terbukti efektif dalam menurunkan beberapa parameter air.

Pada penelitian sebelumnya teknologi *Biosand Filter-Activated Carbon* ini digunakan untuk pengolahan bersih. Oleh sebab itu pada penelitian ini kami mencoba untuk membahas sejauh mana efektifitas *biosand filter-activated carbon* dalam menurunkan konsentrasi COD air buangan sisa *laundry*.

Adapun tahapan dari penelitian ini adalah penyiapan media yang akan digunakan pada unit *biosand filter* dan *activated carbon*. Media yang digunakan yaitu pasir halus, pasir kasar dan kerikil disaring dengan spesifikasi tertentu agar seluruh media *biosand filter* mendapatkan variasi diameter yang sama. Sedangkan untuk *activated carbon*, karbon dicuci bersih untuk kemudian disusun dalam media.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen yang dilaksanakan dalam skala laboratorium dan dalam batasan waktu tertentu.

3.3 Lokasi Penelitian

a) “Omah” laundry

Merupakan tempat pengambilan sampel air. Air “Omah” laundry yang digunakan beralamat JL.Kaliurang km 12,5 Jogjakarta.

b) Laboratorium Mekanika Tanah, 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.

c) Laboratorium Rancang Bangun, Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Merupakan tempat penelitian, yaitu unit biosand filter-activated carbon.

d) Laboratorium Kualitas Air, Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Merupakan tempat analisis sampel air untuk kadungan COD dalam air laundry.

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

a. Biosand Filter:

- Tinggi /ketebalan yang digunakan yaitu:

Pasir halus dengan ketinggian : 40 cm ; 30 cm

Pasir kasar dengan ketinggian : 15 cm ; 25 cm

Batu kerikil dengan ketinggian : 15 cm ; 15 cm

- Diameter media:

Pasir halus : 0,25 mm

Pasir kasar : 0,85 mm

Kerikil : 6,3 mm

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table 3.1:

Tabel 3.1 Ketinggian Media Biosand Filter

	Pasir Halus (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil (cm)	Total (cm)
Biosand Filter 1	40	15	15	70
Biosand Filter 2	30	25	15	70

b. Activated Carbon

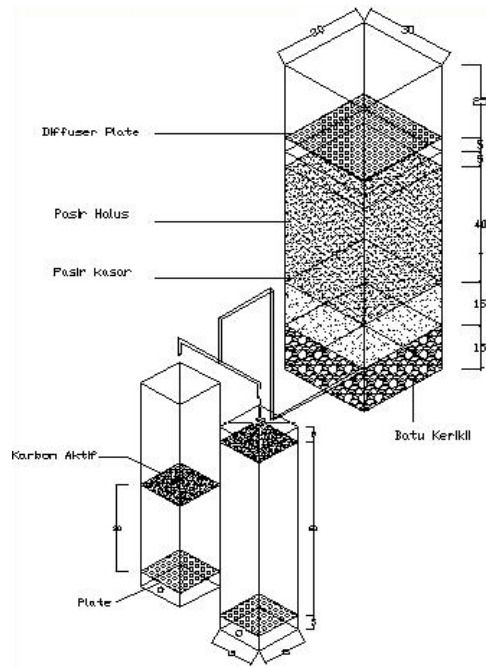
Ketinggian media activated carbon untuk unit biosand filter I dan biosand filter II adalah 30 cm dan 60 cm.

Tabel 3.2 Ketinggian Media Activated Carbon

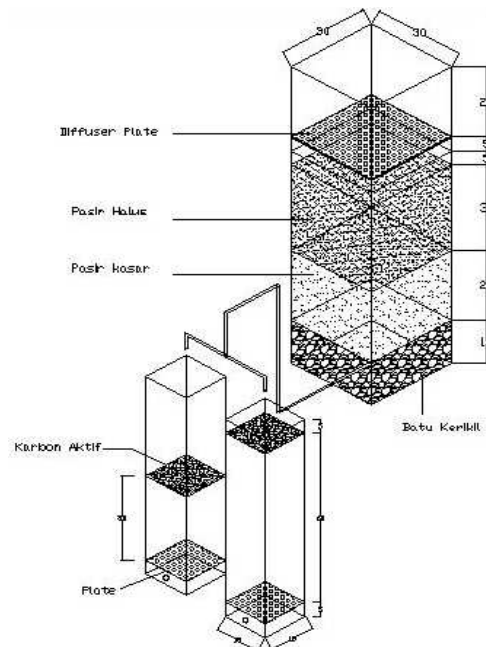
	Activated Carbon I (cm)	Activated Carbon II (cm)
Biosand Filter 1	30	60
Biosand Filter 2	30	60

2. Variabel terikat

Parameter yang diteliti adalah konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dalam air laundry.



Gambar 3.1 Sketsa Biosand Filter (40:15:15) -Activated Carbon(I-30 : I-60)



Gambar 3.2 Sketsa Biosand Filter (30:25:15) -Activated Carbon(II-30 : II-60)

3.5 Bahan dan Alat Penelitian

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

Pada penelitian ini, sebelumnya media dicuci sampai bersih, kemudian di jemur lalu masuk oven dan setelah itu dilakukan pengayakan / disaring sebelum dimasukkan kedalam unit. Persiapan media ini dilakukan kurang lebih 1 bulan diakarenakan pada saat menjemur cuaca tidak mendukung dan juga dikarenakan alat pengayakan yang terbatas.

3.5.2 Alat Penelitian

3.5.2.1 *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 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



Gambar 3.3 Reaktor *Biosand Filter*

3.5.2.2 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 3.4 Reaktor *Activated Carbon*

3.5.2.3 Reservoir

Jumlah reservoir yang digunakan untuk menampung air *limbah laundry* sebanyak 3 buah, 2 buah diantaranya memiliki volume 250 liter dan satu buahnya lagi memiliki volume 50 liter. Penampung air yang bervolume 50 liter diletakkan diatas menara air sebagai reservoir utama, sedangkan 2 reservoir lainnya diletakkan dibawah menara sebagai tempat penampungan sementara sebelum dialirkan ke reservoir utama.



Gambar 3.5 Reservoir.

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

3.6 Pelaksanaan Penelitian

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

3.6.1 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.

3.6.2 Persiapan Alat

3.6.2.1 Biosand Filter (BSF)

Unit *biosand filter* merupakan unit *rectangular* yang terbuat dari kaca 0,8 mm.

Digunakannya kaca dalam pembuatan unit bertujuan agar pembentukan lapisan *biofilm* dan proses filtrasi dapat terlihat secara visual. Sebelum media filtrasi dimasukkan kedalam unit, maka unit dalam keadaan siap digunakan. Setelah unit siap, media filter dimasukkan ke masing-masing unit BSF, dimana tiap unitnya memiliki ketinggian media filter yang berbeda.

Ketinggian total media dari tiap *biosand filter* adalah 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 3.6 Perforated Baffle

3.6.2.2 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.

3.6.2.3 Pengujian Sampel Awal

Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari air Sisa proses limbah Omah laundry. Sebelum memulai penelitian ini, dilakukan pengujian sampel awal kandungan COD(*Chemical Oxygen Demand*) dimana uji awal tersebut digunakan sebagai acuan penelitian sampel berikutnya. Test COD(*Chemical Oxygen Demand*) untuk menghitung kadar bahan oksidasi, dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidasi kuat dalam media asam (Metcalf and Eddy 1991). 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.

3.7 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.

3.7.1 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).

3.7.2 Alat dan Bahan

Alat :

- a) peralatan refluks
- b) labu ukur 50 mL
- c) buret 25 mL atau 50 mL;

- d) pipet volum 5 mL; 10 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) 0,024 N.

3.7.3 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 0,024 N sampai warna merah kecoklatan, catat kebutuhan larutan FAS.

3.7.4 Perhitungan

3.7.4.1 Normalitas larutan FAS

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

dengan pengertian :

V1 = volume larutan Kalium Dikromat yang digunakan, mL;

V2 = volume larutan FAS yang dibutuhkan, mL;

N1 = Normalitas larutan Kalium Dikromat.

3.7.4.2 Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)*

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

dengan pengertian :

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

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

N = normalitas larutan FAS.

3.8 Analisis Data

Untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi COD pada air limbah *laundry*. Dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

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

Dimana :

E = Efisiensi

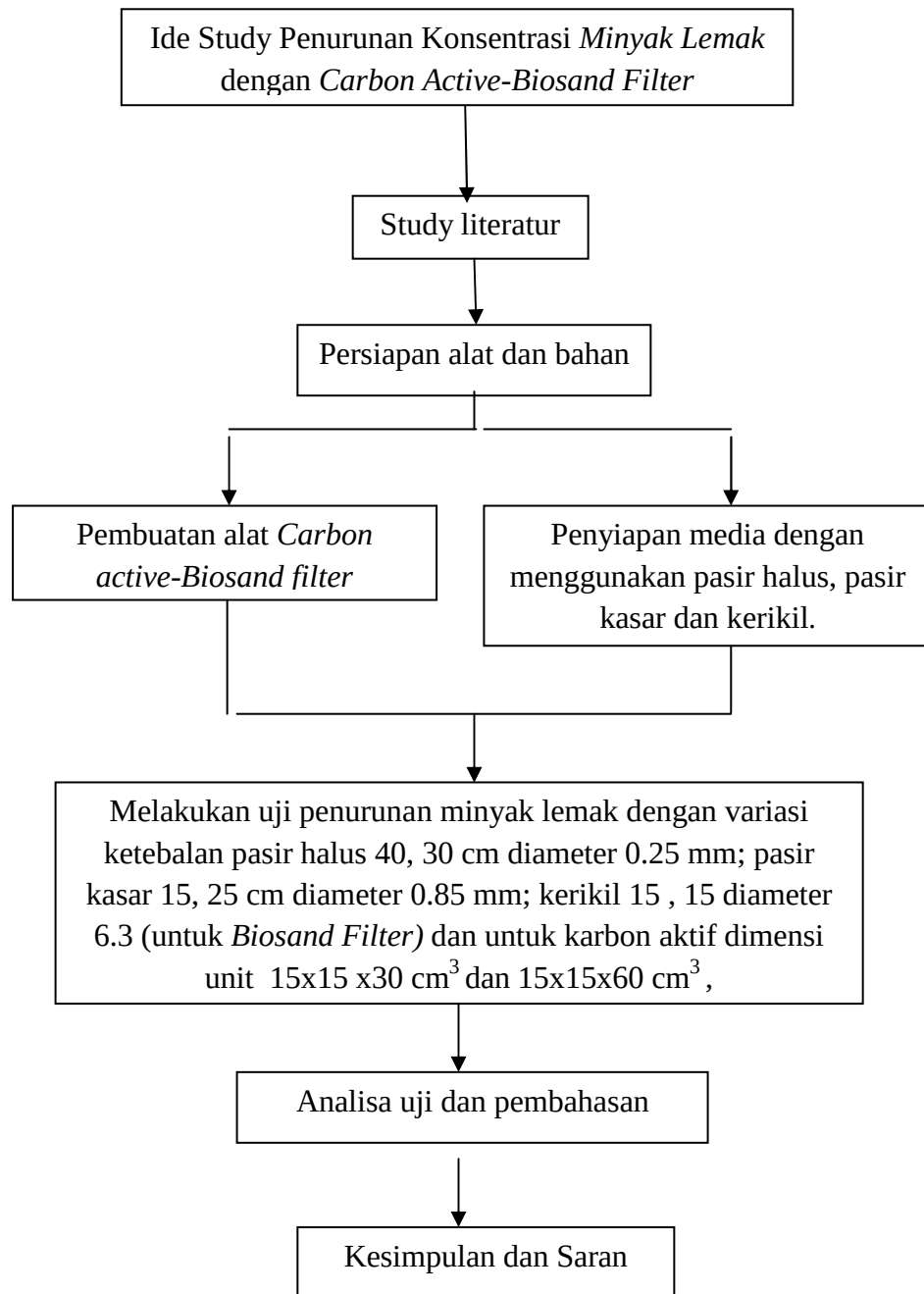
C₀ = Konsentrasi awal

C₁ = 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.

3.9 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 3.7: Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah *Laundry*

Adanya kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam air limbah laundry, terutama disebabkan dari penggunaan deterjen, softener serta penggunaan bahan-bahan kimia lainnya dalam proses pencucian pakaian, selimut, karpet ataupun boneka yang memiliki tegangan permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan air sehingga suplai oksigen kedalam air mengalami gangguan, dan pada akhirnya akan menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air limbah pencucian laundry akan menurun

Pada penelitian ini menggunakan teknologi "*Biosand filter Activated carbon*" untuk menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah laundry, dimana limbah berasal dari tempat laundry yaitu "*Omah Laundry*" yang berada di Jl. Kaliurang Km 12,5 Yogyakarta.

Hasil pengujian awal konsentrasi COD pada limbah laundry dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengujian awal konsentrasi COD sebelum proses seeding

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	COD	mg/l	334,08
2	pH		8

4.2 Proses *Seeding* pada reaktor *Biosand Filter*

Reaktor "*Biosand filter-Activated carbon*" terdiri dari 4 tahapan pengolahan yaitu proses aerasi, biologis, filtrasi dan adsorpsi (*activated carbon*). Sebelum

digunakan kedua reaktor “*Biosand filter*” terlebih dahulu dilakukan proses penumbuhan bakteri (proses *seeding*) selama kurang lebih sekitar enam minggu.

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 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)

Pertumbuhan *biofilm* banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti interaksi antara bakteri, permukaan yang ditempel, kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, ikatan ion, ikatan *Van der Waals*, tegangan serta kondisi permukaan (Yung, 2003). Selain itu, *supply* 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 6-9 yang menunjukkan adanya pertumbuhan mikroorganisme pada media filter.

Sedangkan temperatur juga dijaga sesuai dengan suhu ruangan antara 25 °C sampai 28 °C karena mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik pada suhu tersebut (suhu *mesotherem*). Pada waktu sekitar 2-3 minggu lapisan *biofilm* sudah tumbuh antara 85-90 % (Palmateer, G.; Manz, D.; Jurkovic, A.; McInnis, R.; Unger, S.; Kwan, K.K. and Dutka, B.J., 1999), sehingga dalam rentang waktu proses *seeding* yang memakan waktu kurang lebih 6 minggu lapisan *biofilm* sudah terbentuk.

Proses *seeding* yang membutuhkan waktu kurang lebih 6 minggu, diharapkan proses *seeding* tersebut telah membentuk lapisan *biofilm*. Untuk mengetahui apakah

telah terbentuk lapisan *biofilm*, dapat dilihat secara visual (fisik), dimana pada bagian atas media pasir halus mengalami perubahan warna dari kuning menjadi kecoklatan (coklat muda) serta adanya lendir pada permukaan pasir halus. Debit pada setiap *Biosand Filter* (BSF) dibedakan, dikarenakan ketinggian media yang berbeda pada kedua unit tersebut. Untuk BSF 1 debitnya 82,25 l/hr dan BSF 2 62 l/hr.

Untuk mengetahui dan memastikan apakah telah terbentuk lapisan *biofilm* pada reaktor tersebut dilakukan pengujian awal COD di Laboratorium Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Pada minggu ketiga proses pembibitan mikroorganisme dilakukan pengujian air limbah dari proses *seeding* dengan tujuan untuk mengetahui telah terjadi peningkatan pertumbuhan mikroorganisme. Hasil pengujian air limbah proses *seeding* untuk COD inlet sebesar 334,08 mg/l dan outlet dari reaktor "*biosand filter*" COD nya sebesar 276,48 mg/l. Maka telah terjadi penurunan konsentrasi COD sekitar 17 %, hal ini menggambarkan belum terjadi perkembangan mikroorganisme pada saat proses *seeding*. Sehingga diperlukan waktu lagi untuk proses *seeding* sebelum alat siap untuk running.

Oleh karena itu setiap seminggu sekali dilakukan pengujian. Dan pada minggu ke enam dilakukan pengujian lagi, dimana konsentrasi COD pada reaktor BSF 1 sebesar 145,92 mg/l dan BSF 2 sebesar 122,88 mg/l, ini menunjukkan telah terjadi penurunan konsentrasi COD sebesar 56 % dan 63%, sehingga dalam rentang waktu proses *seeding* yang memakan waktu 6 minggu lapisan *biofilm* sudah terbentuk. Karena efisiensi kedua reaktor sudah melebihi 50% , sehingga reaktor dapat dilakukan pengambilan sampel dan kemudian dilakukan pengujian sampel di Laboratorium Lingkungan Universitas Indonesia.

4.3 Hasil Pengujian Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD)

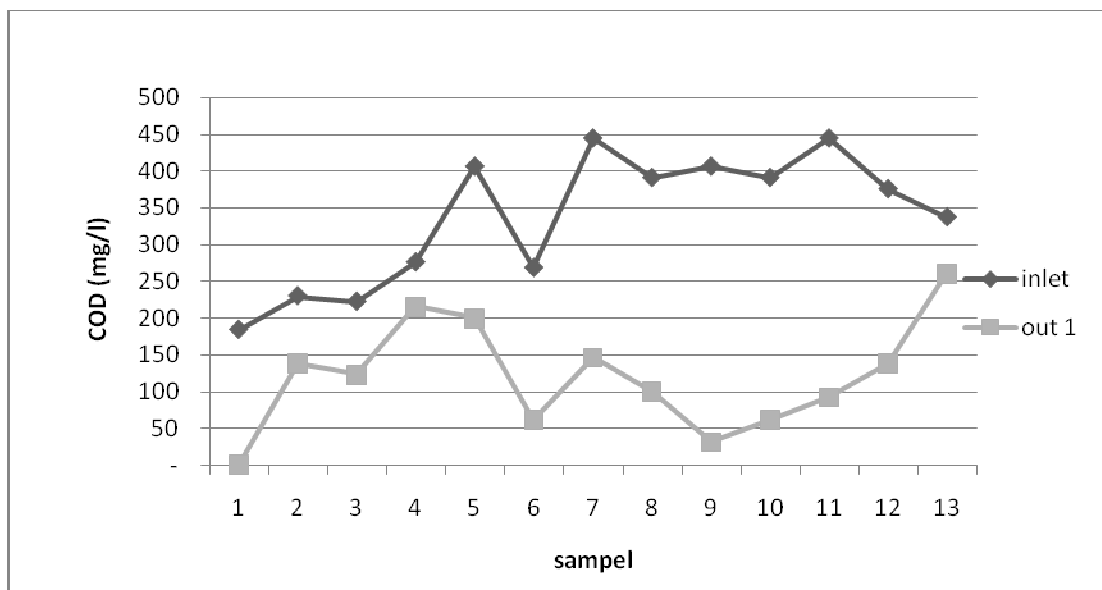
Pada penelitian ini, pengujian konsentrasi COD dilakukan setiap 2 hari sekali selama 1 bulan setelah proses *seeding*. Titik sampling yang dianalisa sebanyak 7 titik. Titik yang dianalisa meliputi inlet (reservoir), outlet 1 (BSF 1), outlet 2 (BSF2), outlet I-60 (AC keluaran dari BSF 1 dengan ketinggian 60 cm), outlet I-30

(AC keluaran BSF 1 dengan ketinggian 30 cm), outlet II-30 (AC keluaran dari BSF 2 dengan ketinggian 30 cm), dan outlet II-60 (AC keluaran BSF 2 dengan ketinggian (60 cm)).

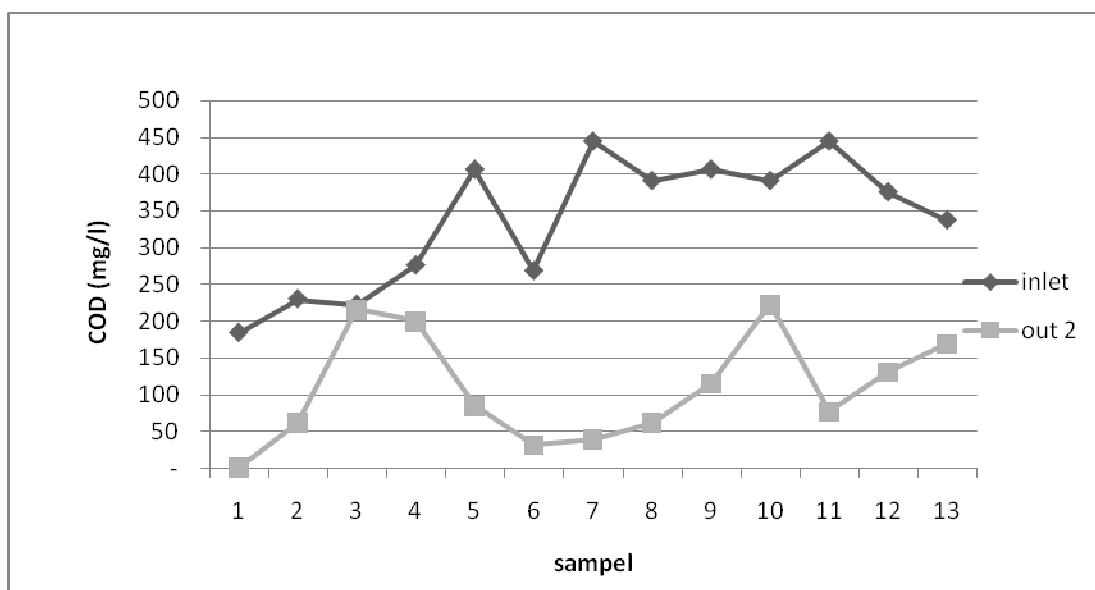
4.3.1 Biosand Filter

4.3.1.1 Hasil Pengujian

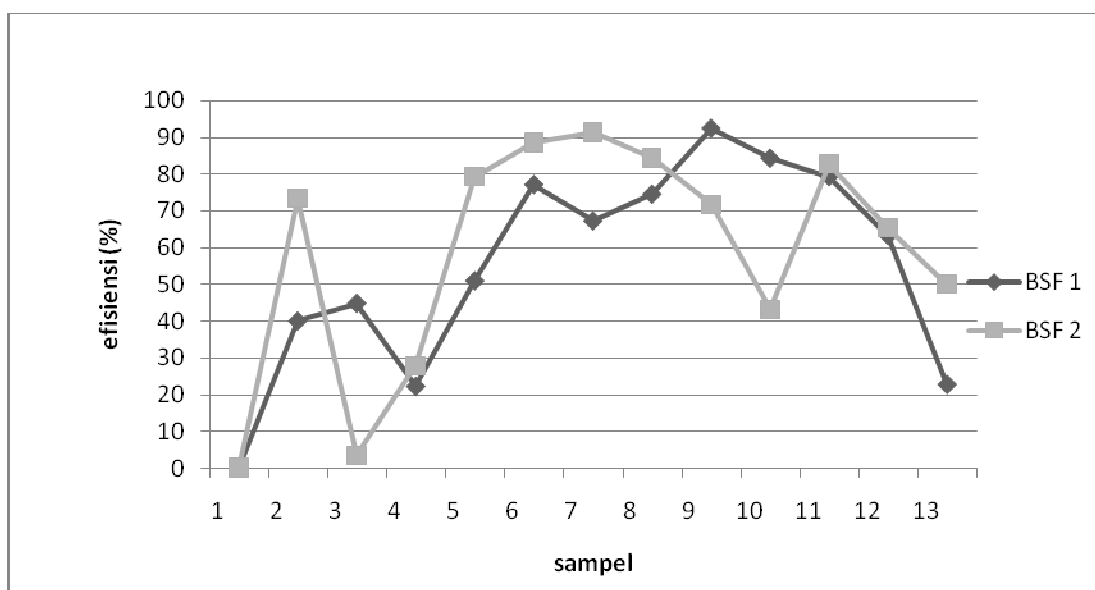
Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi COD dalam air limbah *laundry* mengalami penurunan setelah melalui proses pada unit *biosand filter*. Penurunan COD pada kedua unit *biosand filter* yang memiliki ketinggian media filter yang berbeda relatif hampir sama. Hal ini bisa dilihat Gambar 4.1 sampai 4.3 dimana menunjukkan konsentasi COD sebelum dan sesudah melalui unit *biosand filter*.



Gambar 4.1 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet I (Unit BSF 1 dengan variasi ketinggian 40:15:15)



Gambar 4.2 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet II (Unit BSF 2 dengan variasi ketinggian 30:25:15)



Gambar 4.3 Effisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada Unit BSF 1 (40: 15:15) dan Unit BSF 2 (30: 25: 15)

Dari data penelitian tersebut , tergambar dalam grafik bahwa konsentrasi COD inlet pada kedua unit *biosand filter* selalu berbeda, hal ini menunjukkan bahwa

unit belum stabil. Dikarenakan setiap 2 hari sekali dilakukan pengambilan limbah *laundry* yang kemudian ditampung di reservoir. Konsentrasi COD sangat mudah terpengaruh pada keadaan lingkungan sekitarnya, sehingga ini menyebabkan konsentrasi COD pada kedua outlet pada unit *biosand filter* mengalami hal yang serupa.

Dari grafik terlihat bahwa penurunan konsentrasi COD tertinggi pada reaktor BSF 1 (40:15:15) terjadi pada sampel ke 9 yaitu hari ke 17 yaitu sekitar 92,45%. Sedangkan penurunan konsentrasi COD terendah untuk reaktor BSF 1 (40:15:15) sekitar 22,22% pada sampel ke 4 hari ke 7 dan untuk reaktor BSF 2 (35:25:15) konsentrasi COD tertinggi sekitar 91,38% dan konsentrasi terendah sekitar 3 % pada sampel ke 3 hari ke 5. Penurunan konsentrasi COD pada unit *biosand filter* selalu berubah-ubah hal ini menggambarkan bahwa reaktor dalam keadaan belum stabil. Perlu diketahui dalam pengambilan atau pun pengujian sampel sempat berhenti selama kurang lebih 10 har, tetapi reaktor tetap berjalan

Efisiensi *biosand filter* dalam menurunkan konsentrasi COD pada limbah *laundry* tidak terlalu signifikan, dimana hasil yang didapatkan tidak konstan. Hal ini terlihat pada grafik, yaitu konsentrasi COD pada outlet selalu berubah terkadang terjadi penurunan konsentrasi COD yang signifikan, terkadang pada hari berikutnya penurunan konsentrasi COD tidak optimal. Dalam penelitian ini efisiensi yang mampu dicapai oleh unit BSF 1 (ketinggian 40: 15:15) sekitar 22,22-92,45%. Dan untuk BSF 2 (ketinggian 30: 25: 15) sekitat 27,78-90,57%.

Perbedaan efisiensi yang diperoleh kedua BSF terjadi dikarenakan oleh banyaknya faktor. Sedangkan pada penelitian ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya efisiensi penurunan konsentrasi COD. Seperti halnya pada konsentrasi COD, efisiensi (removal penurunan) konsentrasi COD yang terjadi pada kedua BSF mengalami kondisi yang berbeda.

Nilai konsentrasi COD yang terkandung dalam inlet dan kedua unit BSF serta efisiensi (removal) penurunan konsentrasi COD dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3

Tabel 4.2 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 1 (BSF 1), Efisiensi penurunan pada BSF 1 (40: 15: 15)

tanggal	waktu pengaliran sampel (hari)	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	Effisiensi (%)
14-Feb	1	184.32	-	-
16-Feb	3	230.40	138.24	40.00
18-Feb	5	222.72	122.88	44.83
20-Feb	7	276.48	215.04	22.22
22-Feb	9	407.04	199.68	50.94
24-Feb	11	268.80	61.44	77.14
26-Feb	13	445.44	145.92	67.24
28-Feb	15	391.68	99.84	74.51
01-maret	17	407.04	30.72	92.45
03-maret	19	391.68	61.44	84.31
13-maret	29	445.44	92.16	79.31
15-maret	31	376.32	138.24	63.27
17-maret	33	337.92	261.12	22.73
efisiensi rata-rata				59.91

(Sumber : Data Primer 2008)

Tabel 4.3 Konsentrasi COD pada Inlet (reservoar) dan Outlet 2 (BSF 2) Effisiensi penurunan pada BSF 1 (30: 25: 15)

tanggal	waktu pengaliran sampel (hari)	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	Effisiensi (%)
14-Feb	1	184.32	-	-
16-Feb	3	230.40	61.44	73.33
18-Feb	5	222.72	215.04	3.45
20-Feb	7	276.48	199.68	27.78
22-Feb	9	407.04	84.48	79.25
24-Feb	11	268.80	30.72	88.57
26-Feb	13	445.44	38.40	91.38
28-Feb	15	391.68	61.44	84.31
01-maret	17	407.04	115.20	71.70
03-maret	19	391.68	222.72	43.14
13-maret	29	445.44	76.80	82.76
15-maret	31	376.32	130.56	65.31
17-maret	33	337.92	168.96	50.00
efisiensi rata-rata				63.41

(Sumber : Data Primer 2008)

Dari kedua tabel diatas dapat diketahui bahwa effisiensi yang diperoleh dari kedua unit BSF dengan variasi ketinggian media yang berbeda menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Effisiensi rata-rata penurunan konsentrasi COD dari BSF 1 adalah 59,91% dan untuk BSF 2 adalah 63,79%. Hal ini dapat terlihat bahwa nilai effisiensi BSF 2 lebih baik dibandingkan BSF 1.

4.3.1.2 Pembahasan

Pengujian parameter COD sangat penting hal ini 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 (Alaerts, 1984).

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia, baik yang dapat didegradasi secara biologis (biodegradable) maupun yang sulit didegradasi secara biologis (non biodegradable) menjadi CO₂ dan H₂O (boyd, dalam Effendi, 2003) sedangkan

menurut Metcalf dan Eddy (2003) COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia.

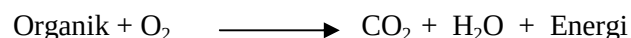
Pada prinsipnya ada beberapa mekanisme proses yang terjadi didalam biosand filter, diantaranya:

1. Proses Aerasi

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 lmbah tersebut.

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

Pada prinsipnya, dengan adanya proses aerasi ini dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut (Disolved Oxygen) pada air limbah meningkat. Disolved Oxygen ini digunakan untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik yang ada pada air limbah dan menguraikannya menjadi CO₂ dan H₂O. Dimana menurut Fardiaz (1976), pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85 % dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam dengan reaksi sebagai berikut :



Dengan adanya proses penambahan kandungan oksigen pada poses aerasi maka nilai konsetrasi COD akan mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena

pada proses aerasi adanya suplai oksigen yang dapat digunakan untuk melakukan oksidasi proses penguraian.

2. Proses Sedimentasi

Proses sedimentasi pada unit *biosand filter* yaitu endapan akan terbentuk pada seluruh permukaan butiran pasir.

3. Adsorpsi

Adsorpsi dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran saringan pasir dan merupakan hasil daya tarik-menarik elektrostatis, yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel bermuatan positif.

4. Proses Pengolahan Biologis

Pengolahan biologis merupakan suatu proses alami. Bahan organik yang ada ada pada air akan terurai secara alami akibat adanya mikroorganisme pada badan air penerima. Pengolahan biologis didesain untuk mempercepat proses penguraian secara alami dan menetralkan limbah sebelum akhirnya dibuang pada badan air penerima. (Droste,1997)

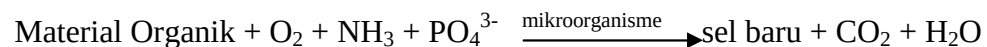
Pada penelitian ini proses pengolahan biologis dimulai dengan penumbuhan bakteri (*seeding*). Proses *seeding* air limbah *laundry* tidak dialirkan secara kontinyu untuk membantu pertumbuhan lapisan *biofilm*, sehingga diharapkan nantinya dapat menurunkan konsentrasi COD dengan optimal. Pengoperasian unit BSF dengan waktu yang cukup lama maka semakin bertambah juga tinggi muka air yang berada diatas permukaan media pasir halus. Selain itu terjadi penumpukan zat-zat organik pada permukaan media pasir sehingga terjadi penyumbatan pada *Biosand filter*. Dan akhirnya *Biosand filter* dianggap telah menunjukkan titik jenuh.

Pengolahan Air buangan secara biologi biasanya merupakan pengolahan sekunder, dimana pengolahan dilakukan dengan memanfaatkan kegiatan mikrobia untuk melakukan degradasi atau transformasi. Proses biologi ini dilakukan untuk menguraikan bahan organik melalui oksidasi biokimia. Pada prinsipnya pengolahan

secara biologi merupakan pengembangan dari penjernihan air secara alami (self purification) (Mangunwijaya,1994)

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

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



Oksigen, amonia dan phospat pada persamaan diatas digunakan untuk menggambarkan nutrient yang dibutuhkan untuk mengubah bahan organik menjadi produk akhir yang sederhana (yaitu CO₂ dan H₂O). Tanda panah pada persamaan diatas digunakan untuk menunjukkan bahwa mikroorganisme dibutuhkan untuk melakukan proses oksidasi. Istilah “sel baru” digunakan untuk menggambarkan biomassa yang diproduksi sebagai hasil dari proses oksidasi bahan organik. Proses penguraian tersebut menyebabkan nilai COD pada limbah turun. (Benefield,1980)

5. Proses Filtrasi

Proses filtrasi pada unit *biosand filter* digunakan untuk menyaring zat-zat organik yang ada didalam air limbah. Pada penelitian ini media yang digunakan adalah pasir dan kerikil. Adanya proses fltrasi pada unit *biosand filter* bertujuan untuk mengurangi konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Filtrasi mampu menyaring zat-zat organik yang melewatinya. Proses penyaringan ini akan menghilangkan partkel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter. Ketika air limbah yang mengandung zat-zat organik ini melewati

media pasir maka zat organik akan tertahan pada pori atau celah-celah pasir. Zat-zat organik yang telah tertahan pada pori atau celah-celah pasir ini akan mengalami proses biologi, yaitu zat organik akan didegradasi oleh mikroorganisme. Adanya mikroorganisme pada media filtrasi ini disebabkan karena media filtrasi ikut digunakan pada waktu *seeding* berlangsung sehingga pada media akan tumbuh mikroorganisme

Biosand filter merupakan kombinasi mekanisme fisik dan proses biologis. Air mengalir diatas filter, zat organik yang terkandung didalamnya akan terperangkap dipermukaan pasir membentuk lapisan biologis atau *schmutzdecke*, lebih dari satu sampai 3 minggu membentuk koloni *schmutzdecke*, dimana makanan organik dan oksigen didapat dari air sepenuhnya.

Terjadinya penurunan konsentrasi COD yang cukup tinggi pada hari pertama juga didukung oleh proses pada media ini. Karena pada media ini terjadi 2 proses secara bersamaan, yaitu mekanisme fisik-biologis. Secara fisik, zat-zat organik yang melewati media akan tersaring dan secara biologis zat-zat organik akan terdegradasi oleh mikroorganisme.

Penyebab tidak optimalnya reaktor *biosand filter* dalam menurunkan konsentrasi COD adalah keadaan reaktor *biosand filter* tersebut. Reaktor *biosand filter* merupakan pengembangan dari *slow sand filter*, dimana proses pertumbuhan bakteri dilakukan secara alami, sehingga lama kelamaan dapat diketahui kapan reaktor harus dicuci melalui pertumbuhan headloss. Ukuran butiran pasir halus yang digunakan yaitu 0.23 mm hal ini juga dapat memicu tidak efektifnya penurunan COD. Karena kecilnya diameter utiran dapat memicu percepatan terjadinya headloss dan clogging. Penyumbatan pada celah-celah media pasir mengakibatkan terjadinya kondisi anaerobik pada lingkungan permukaan pasir, sehingga dapat menyebabkan bakteri-bakteri yang terdapat dalam *biofilm* unit *biosand filter* akan mati. Sebaiknya untuk pengolahan air limbah diperlukan media yang lebih besar struktur porinya.

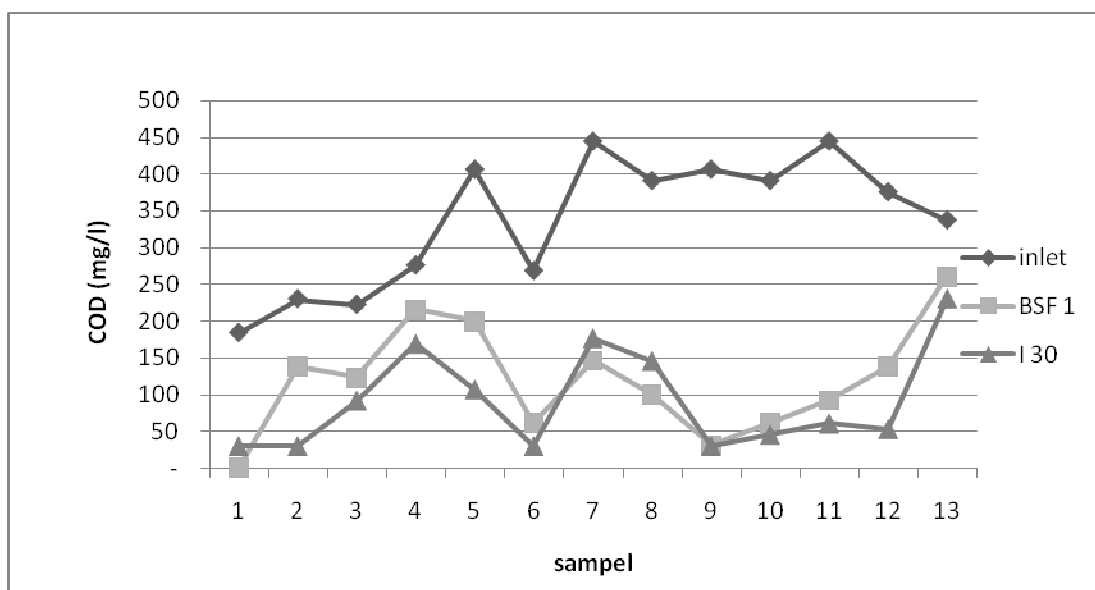
Sedangkan efisiensi yang terlihat pada gambar 4.3 terlihat bahwa unit BSF masih mampu mengolah air limbah *laundry*, meskipun penurunannya tidak stabil. Konsentrasi COD pada air limbah *laundry* berkisar antara 184,32 mg/l sampai dengan 445,44 mg/l dan setelah diolah menggunakan unit *biosand filter* konsentrasi COD mengalami penurunan yang cukup efektif tetapi tidak stabil berkisar antara 30, 72 mg/ sampai dengan 261,12 mg/l hal ini seperti terlihat pada Tabel 4.1 dan 4.2. Menurut PP No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa nilai COD maksimum untuk limbah yang akan dibuang ke badan air berdasarkan kelas II sebesar 25 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa unit BSF belum cukup efektif untuk mencapai standar baku mutu yang diizinkan.

Variasi media yang digunakan pada unit *biosand filter* sangat berpengaruh dalam menurunkan konsentrasi COD meskipun perbedaan efisiensi tidak terlalu besar. Dapat dilihat efisiensi rata-rata yang terlihat pada kedua unit BSF yaitu untuk BSF 1 sebesar 59,91% dan untuk BSF 2 effisiensinya sebesar 63,79%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa BSF 2 dengan variasi ketinggian media 30: 25: 15 lebih baik dalam menurunkan konsentrasi COD pada air limbah *laundry* bila dibandingkan dengan BSF 1 dengan variasi ketinggian media 40: 15: 15.

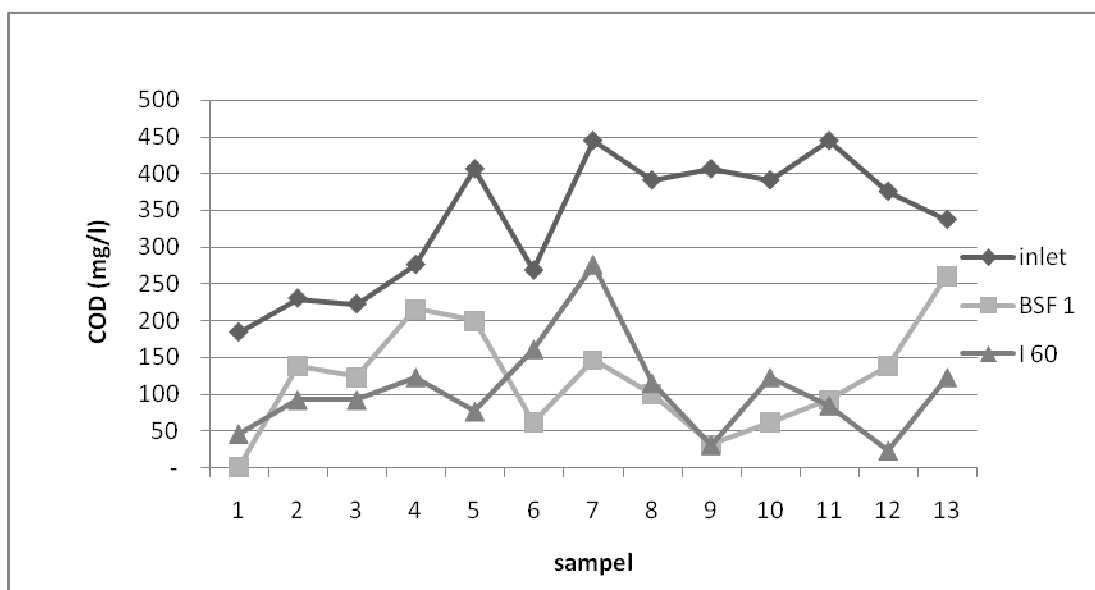
4.3.2 Activated Carbon

4.3.2.1 Hasil Pengujian

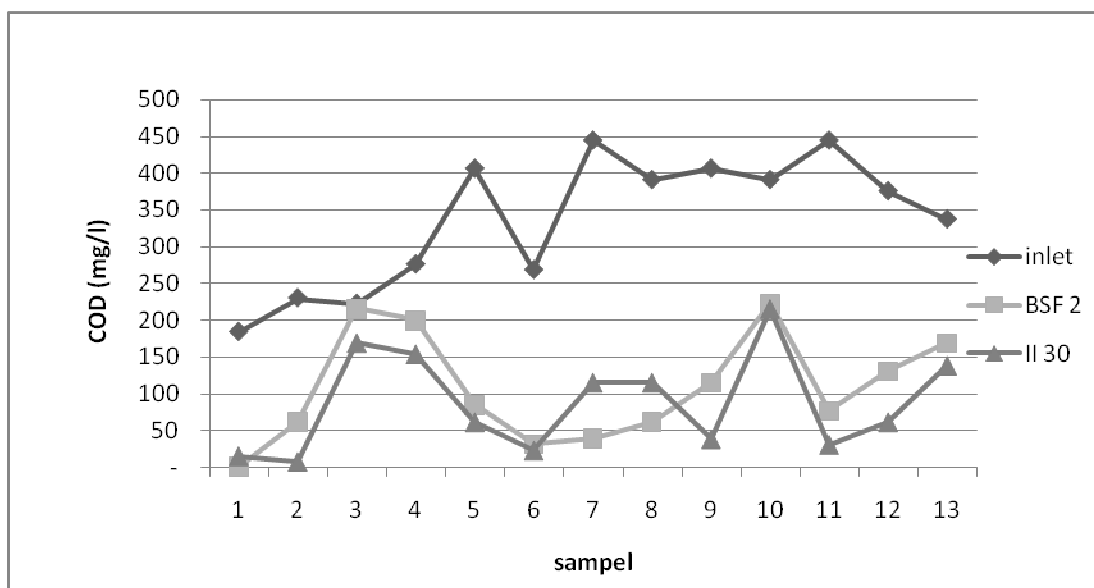
Dari hasil pengujian konsentrasi COD dari limbah *laundry* setelah melalui unit *Activated Carbon* tidak mengalami penurunan yang signifikan dan pada ketinggian 30 cm rata-rata mulai hari ke 13 dan untuk ketinggian 60 cm pmulai hari ke 11 konsentrasi COD setelah di proses pada unit *activated carbon* menunjukkan hasil yang negatif. Dimana outlet dari kedua unit BSF bertindak sebagai inlet untuk unit *activated carbon*. Hasil pengujian konsentrasi COD setelah melalui unit *acivated carbon* dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai 4.7 berikut:



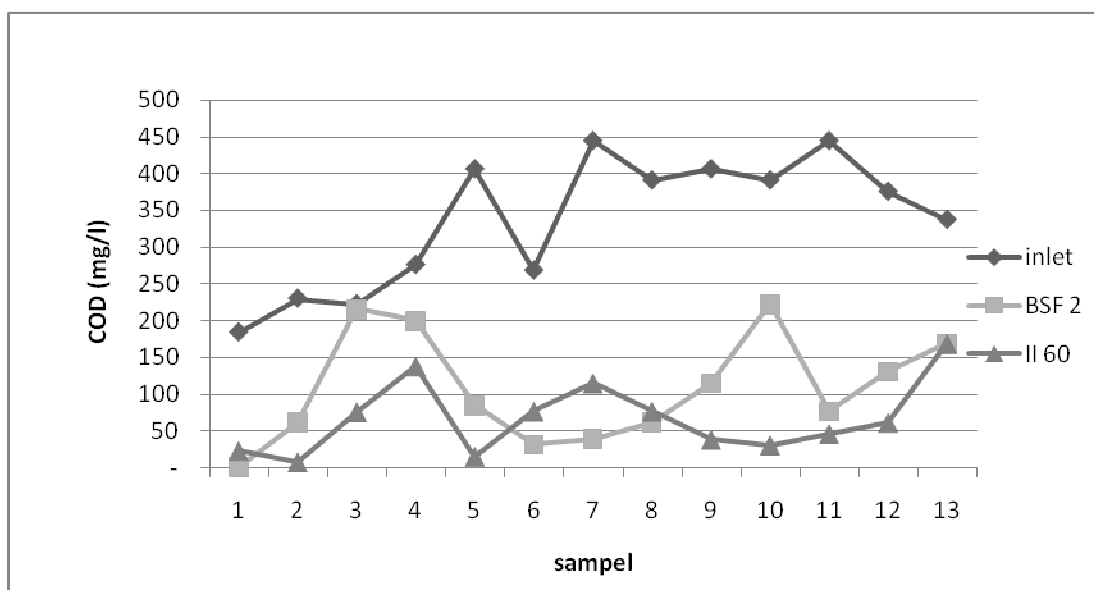
Gambar 4.4 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-30 (Unit *Activated Carbon* 1 dengan ketinggian 30 cm)



Gambar 4.5 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet I-60 (Unit *Activated Carbon* I dengan ketinggian 60 cm)



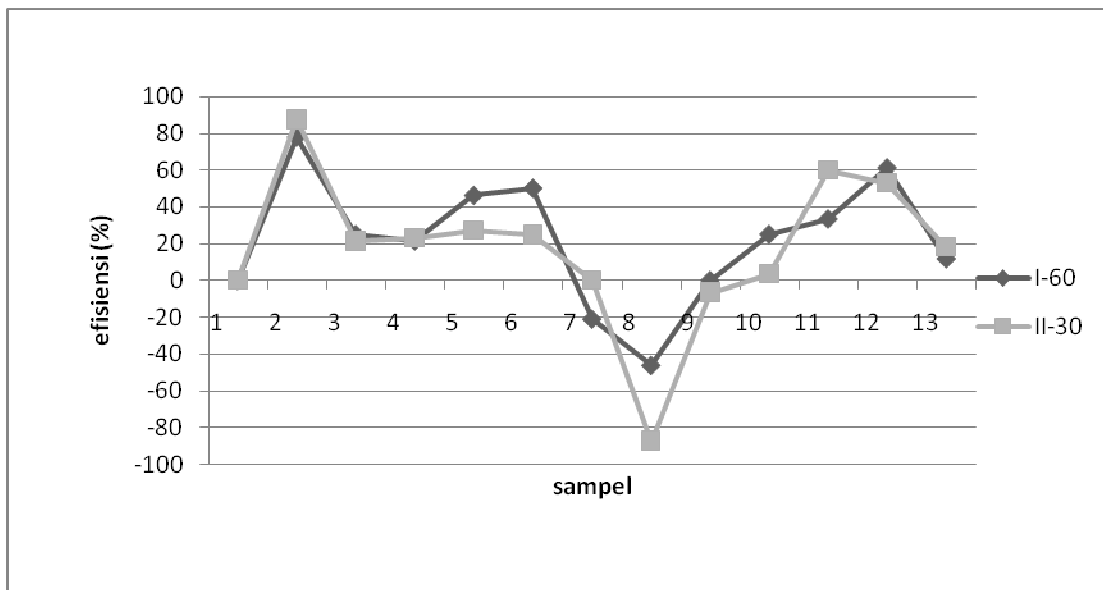
Gambar 4.6 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet I-30 (Unit *Activated Carbon 1* dengan ketinggian 30 cm)



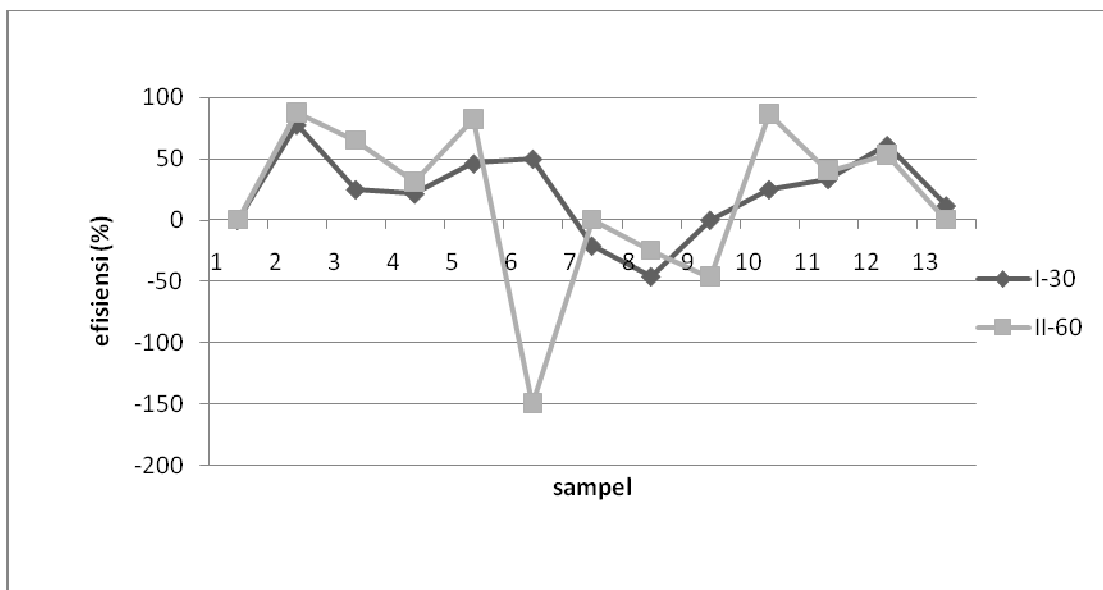
Gambar 4.7 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet II-60 (Unit *Activated Carbon 2* dengan ketinggian 60 cm)

Dari data gambar diatas , terlihat pada grafik bahwa unit *activated carbon* mampu menurunkan konsentrasi COD tetapi tidak terlalu signifikan. Dimana penurunan konsentrasi COD setelah melalui unit *Activated Carbon* (AC) mengalami kondisi yang tidak stabil. Pada outlet dari AC I-30 dan I-60 penurunan konsentrasi COD hanya terjadi pada awal pengoperasian. Tetapi, pada outlet I-30 hari ke 13-17 terjadi peningkatan dimana konsentrasi outlet I-30 lebih besar dibandingkan konsentrasi inlet BSF 1(40:15:15) pada hari berikutnya unit *activated carbon* dapat menurunkan konsentrasi COD. Dan pada outlet *Activated Carbon* (AC) I-60 terjadi penurunan konsentrasi COD juga terjadi diawal saja. Pada hari ke 11-19 terjadi peningkatan seperti pada outlet I-30. Hal serupa juga terjadi pada outlet dari *Activated Carbon* II-30 dan II-60 terhadap inlet BSF 2 (30: 25: 15). Dimana konsentrasi COD outlet AC II-30 lebih besar dibandingkan inlet BSF 2 terjadi pada hari 17-19. Dan untuk unit *Acivated Carbon* II-60, yaitu konsentrasi COD outlet AC II-60 lebih besar dibandingkan inlet BSF 2 (30: 25:15) terjadi pada hari ke 11-17 dan hari ke 33 tidak ada penurunan konsentrasi COD sama sekali.

Pada penelitian ini membandingkan antara hasil dari I-60 dengan II-30 dan hasil dari I-30 dengan II-60 untuk mengetahui apakah unit *activated carbon* berperan dalam menurunkan konsentrasi COD air limbah *laundry*. Grafik efisiensi *Actiated Carbon* pada semua variasi ketinggian dilihat selengkanya pada Gambar 4.8 dan 4.9 dibawah ini.



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



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

Pada Grafik 4.8 dan 4.9 tergambar persamaan perbandingan efisiensi penurunan konsentrasi COD bahwa pada kedua *activated carbon* yang sudah melewati unit *biosand filter* dengan variasi yang berbeda ternyata hasilnya menunjukkan kondisi yang tidak stabil. Pada variasi pertama efisiensi yang dicapai oleh unit AC I-60 sebesar (-162,50%) sampai 83,33%. Untuk AC II-30 effisiennya sebesar (-87,50%) sampai 87,50%. Untuk variasi kedua efisiensi yang dicapai AC I-30 sebesar (-46,45%) sampai 77,78% dan AC II-60 sebesar (-150%) sampai 87,50%. Terjadi kenaikan konsentrasi COD yang melebihi inlet setelah melewati proses adsorpsi pada *activated carbon*, rata-rata antara pada hari ke 11-19.

Nilai konsentrasi COD sebelum dan sesudah melewati keempat unit *activated carbon* dengan variasi berbeda dan efisiensi penurunan konsentrasi COD yang diperoleh tiap unit *activated carbon* disajikan pada Tabel 4.4 sampai 4.7

Tabel 4.4 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-30), Efisiensi penurunan pada AC I-30 (*Activated Carbon* ketinggian 30 cm)

tanggal	waktu pengaliran sampel (hari)	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	Effisiensi (%)
14-Feb	1	-	30.72	-
16-Feb	3	138.24	30.72	77.78
18-Feb	5	122.88	92.26	24.92
20-Feb	7	215.04	168.96	21.43
22-Feb	9	199.68	107.52	46.15
24-Feb	11	61.44	30.72	50.00
26-Feb	13	145.92	176.64	(21.05)
28-Feb	15	99.84	145.92	(46.15)
01-maret	17	30.72	192.00	(525.00)
03-maret	19	61.44	46.08	25.00
13-maret	29	92.16	61.44	33.33
15-maret	31	138.24	53.76	61.11
17-maret	33	261.12	230.40	11.76

Keterangan:*terjadi kenaikan

Tabel 4.5 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-60), Effisiensi penurunan pada AC I-60 (*Activated Carbon* ketinggian 60 cm)

tanggal	waktu pengaliran sampel (hari)	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	Effisiensi (%)
14-Feb	1	-	46.08	-
16-Feb	3	138.24	92.16	33.33
18-Feb	5	122.88	92.16	25.00
20-Feb	7	215.04	122.88	42.86
22-Feb	9	199.68	76.60	61.64
24-Feb	11	61.44	161.28	(162.50)
26-Feb	13	145.92	276.48	(89.47)
28-Feb	15	99.84	115.20	(15.38)
01-maret	17	30.72	176.64	(475.00)
03-maret	19	61.44	122.88	(100.00)
13-maret	29	92.16	84.48	8.33
15-maret	31	138.24	23.04	83.33
17-maret	33	261.12	122.88	52.94

Keterangan: *terjadi kenaikan

Tabel 4.6 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet (II-30), Effisiensi penurunan pada AC II-30 (*Activated Carbon* ketinggian 30 cm)

tanggal	waktu pengaliran sampel (hari)	inlet (mg/l)	outlet (mg/l)	Effisiensi (%)
14-Feb	1	-	15.36	-
16-Feb	3	61.44	7.68	87.50
18-Feb	5	215.04	168.96	21.43
20-Feb	7	199.68	153.60	23.08
22-Feb	9	84.48	61.44	27.27
24-Feb	11	30.72	23.07	24.90
26-Feb	13	38.40	115.20	(200.00)
28-Feb	15	61.44	115.20	(87.50)
01-maret	17	115.20	122.88	(6.67)
03-maret	19	222.72	215.04	3.45
13-maret	29	76.80	30.72	60.00
15-maret	31	130.56	61.44	52.94
17-maret	33	168.96	138.24	18.18

Keterangan: *terjadi kenaikan

Tabel 4.7 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 (mg/l)	outlet (mg/l)	Effisiensi (%)
14-Feb	1	-	23.04	-
16-Feb	3	61.44	7.68	87.50
18-Feb	5	215.04	76.00	64.66
20-Feb	7	199.68	138.24	30.77
22-Feb	9	84.48	15.36	81.82
24-Feb	11	30.72	76.80	(150.00)
26-Feb	13	38.40	115.00	(200.00)
28-Feb	15	61.44	76.80	(25.00)
01-maret	17	115.20	168.96	(46.67)
03-maret	19	222.72	30.72	86.21
13-maret	29	76.80	46.08	40.00
15-maret	31	130.56	61.44	52.94
17-maret	33	168.96	168.96	-

Keterangan: *terjadi kenaikan

Dari Tabel 4.3 sampai l 4.6 dapat dilihat bahwa keempat unit *activated carbon* effisiensi penurunan hampir sama. Dimana diawal pengujian terjadi penurunan konsentrasi COD yang cukup signifikan. Tetapi di pertengahan pengujian selama satu bulan pengujian effisiensi penurunan COD menggunakan unit *activated carbon* mengalami penurunan effisiensi dimana outlet lebih besar dari pada inlet. Hal ini berlangsung selama kurang lebih lima hari pengujian. Pada hari berikutnya *activated carbon* dapat menurunkan konsentrasi COD. Dari keempat unit *activated carbon* unit II-60 menunjukkan effisiensi tertinggi. Sedangkan effisiensi terendah dicapai oleh unit I-60.

4.3.2.2 Pembahasan

Proses yang terjadi pada unit *activated carbon* ini yaitu proses adsorpsi. Pada proses adsorpsi ini terjadi mekanisme fisik-kimia, dimana terjadi proses pemisahan komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang

menyerap (adsorben). Dalam hal ini bahan-bahan kimia pencemar yang terkandung dalam air limbah akan berpindah ke permukaan *activated carbon*. Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dan zat yang diserap sehingga tiak mungkin terjadi proses bolak-balik (Tinsley,1979).

Pori-pori ini yang nantinya akan menyerap bahan kimia yang terkandung dalam air limbah dan mengurangi konsentrasi COD. Dengan semakin banyaknya pori-pori yang ada di dalam *activated carbon* 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 pergantian adsorben. (Cheremisinoff, 1978).

Terjadi penurunan kadar COD disebabkan karena kondisi dari limbah itu sendiri. Pekat atau tidaknya limbah yang digunakan berpengaruh pada kemampuan adsorpsi suatu adsorban. Bila limbah terlalu encer maka jarak antara molekul-molekul semakin besar sehingga kontak antara bahan penyerap dengan bahan yang akan diserap kurang baik. Pada jarak tertentu antara permukaan penyerap dan bahan yang akan diserap, penyerap tidak mampu menarik bahan yang akan diserap , sehingga penyerapan tidak terjadi. Sebaliknya limbah terlalu pekat , maka jarak antara partikel-partikel bahan yang akan diserap cukup besar dan terjadi penarikan serentak terhadap bahan yang akan diserap, sehingga terjadi penarikan secara bersama-sama, hal ini dapat menutupi pori media adsorban, dan menyebabkan efisiensi penyerapan kecil.

Dalam penelitian ini, *activated carbon* hanya dapat melakukan proses adsorpsi pada ketinggian 30 cm rata-rata mulai hari ke 13 dan untuk ketinggian 60 cm pmulai hari ke 11 konsentrasi COD setelah di proses pada unit *activated carbon* menunjukkan hasil yang negatif. Dikarenakan kondisi tersebut sudah tertutup oleh

endapan limbah. Endapan tersebut terakumulasi dan terbawa oleh aliran limbah sehingga konsentrasi limbah tersebut meningkat. Kemungkinan lain yang terjadi karena konsentrasi limbah yang terlalu pekat dan waktu tinggal yang terlalu kecil

Kesalahan dalam menganalisa sampel bisa menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi COD melainkan kenaikan konsentrasi COD. Dimana senyawa nitrit (NO_2), ferro (Fe^{2+}), Sulfida (S^{1-}) dan Mangan (Mn^{2+}) merupakan senyawa-senyawa yang tidak stabil dalam air, sehingga mudah sekali teroksidasi. Teroksidasinya senyawa-senyawa anorganik ini menyebabkan hasil analisis akan lebih tinggi dari nilai yang sebenarnya. (Horas P. H., dan Abdul R.). Dimana dalam air limbah laundry terkandung deterjen. Jenis deterjen yang biasa digunakan antara lain jenis deterjen sintesis anionik terdiri dari garam-garam natrium dan teroksidasi membentuk ion Na^+ dan sebuah ion $\text{Na}^+ \text{ } ^d$ dan sebuah ion surfaktan yang bermuatan negatif. Jenis ini sering digunakan dalam industri pembuatan deterjen sintesis. Sedang bentuk yang paling banyak digunakan adalah yang berasal dari sulfonat dan sulfat. Pada air limbah laundry ini juga mengandung campuran urea (Nitrogen 46%).

Berdasarkan dasar teori pengukuran COD didasarkan pada ada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat (kalium dikromat/ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) dalam suasana asam. Dengan menggunakan dikromat sebagai oksidator, diperkirakan sekitar 95%-100% bahan organik dapat dioksidasi. Meskipun demikian, terdapat juga bahan organik yang tidak dapat dioksidasi dengan metode ini, misalnya piridin dan bahan organik yang bersifat sangat menguap (*volatile*). Glukosa dan lignin dapat dioksidasi secara sempurna. Asam amino dioksidasi menjadi amonia nitrogen. Nitrogen organik dioksidasi menjadi nitrat. Nitrogen yang berada dalam air limbah mula-mula berasal dari nitrogen organik dalam bentuk protein. Dengan bertambahnya waktu, kadar nitrogen organik berkurang karena dikonversi menjadi amonia. Apabila keberadaan oksigen mencukupi, amonia dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat. Akibatnya kadar amonia berkurang, sedangkan kadar nitrit dan nitrat berkurang. (Effendi, 2003)

Setelah hari ke 19 reaktor tidak dilakukan pengambilan sampel selama 10 hari. Pada hari ke 29 dilakukan kembali pengujian dimana *activated carbon* dapat berfungsi kembali. Kembali berfungsinya *activated carbon*, hal ini dimungkinkan oleh pada hari tersebut menggunakan limbah baru dan tanpa adanya proses pengawetan sampel (H_2SO_4 pekat) sebelum dilakukan pengujian. Telah dijelaskan diatas bahwa proses adsorpsi juga dipengaruhi oleh pH (derajat keasaman). pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Kemungkinan lain yang terjadi *activated carbon* kembali berfungsi, karena pada saat itu limbah dapat mengalir secara merata pada permukaan *activated carbon*. Sehingga *activated carbon* yang jarang dilewati (dialiri) limbah mampu mengadsorpsi senyawa organik dalam jumlah yang lebih banyak dari sebelumnya.

Faktor lain yang menyebabkan tidak terjadinya penurunan konsentrasi COD melainkan peningkatan konsentrasi pada unit *activated carbon* yaitu pH. Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat apabila pH diturunkan yaitu dengan menambahkan asam-asam mineral, ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali adsorpsi akan berkurang sebagai terbentuknya garam. (Effendy, 2004).

Adsorpsi akan lebih tinggi apabila pH rendah dari hasil muatan negatif pada permukaan adsorben dengan meningkatkan konsentrasi ion hydronium. Hal ini mengurangi tingkat difusi dan melindungi permukaan aktif untuk zat-zat pencemaran organik pada COD. Sebaliknya pada pH tinggi (>6), adsorpsi COD dikurangi dalam kaitan menyebabkan difusi organik meningkat. (Mohan, 2008)

Umumnya beberapa senyawa organik semakin baik diadsorpsi apabila pH semakin rendah. Ini bisa terjadi akibat adanya netralisasi muatan negatif dan non organik. Adanya fenomena penurunan efisiensi COD yang terjadi pada penelitian ini, dimungkinkan karena terdapatnya unsur-unsur partikel koloid yang menghambat proses adsorpsi, dan dimungkinkan adanya unsur klorida yang terdapat dalam

buangan organik. Dan dapat juga disebabkan oleh *activated carbon* sebagai adsorban akan terlebih dahulu menyerap senyawa logam yang terdapat dalam limbah tersebut, karena proses adsorpsi fisik yang terjadi. Sehingga dalam mengadsorpsi konsentrasi COD terjadi penurunan kemampuan *activated carbon*, karena pori-pori *activated carbon* telah mengadsorpsi senyawa logam tersebut.

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. Dengan ketinggian II-60 pada *activated carbon* lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi COD, demikian juga terjadi pada ketinggian II-30. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada AC II unit sebelumnya yaitu BSF 2 lebih berperan dalam menurunkan konsentrasi COD yang terdapat dalam air.

Perbandingan yang dilakukan pada Grafik 4.8 dan 4.9 menunjukkan bahwa telah terjadi proses adsorpsi pada *activated carbon* sehingga konsentrasi COD yang terkandung didalam inlet menunjukkan penurunan. Dari grafik perbandingan pertama antara I-60 dan II-30 dan perbandingan kedua antara I-30 dan II-60 menunjukkan kondisi yang hampir sama. Hal tersebut juga ditunjukkan pada efisiensi dalam Tabel 4.3 sampai 4.6. Pada perbandingan pertama efisiensi penurunan konsentrasi COD rata-rata yang dicapai II-30 lebih tinggi dibandingkan dengan I-60. Sedangkan pada perbandingan antara I-30 dengan II-60, yang menunjukkan efisiensi lebih baik adalah II-60.

Pada penelitian sebelumnya dengan reaktor yang sama tetapi ketinggian media *biosand filter* yang berbeda menggunakan air Selokan Mataram Yogyakarta dengan konsentrasi awal COD 30,336 ppm didapatkan efisiensi untuk penurunan COD dengan menggunakan *biosand filter* berkisar antara 56,81-56,96%, sedangkan untuk *activated carbon* berkisar antara 40,47-50,04%. (Puspitaningrum, 2007)

Hal ini sungguh berbeda pada penurunan konsentrasi COD dengan *biosand filter-activated carbon* pada air limbah *laundry*. Air limbah *laundry* mengandung

konsentrasi COD antara 184,32 mg/l sampai dengan 445,44 mg/l. Setelah diolah dengan menggunakan unit *biosand filter* konsentrasi COD mengalami penurunan yang signifikan, dimana efisiensi yang didapat berkisar antara 59,91-63,41% . Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan menggunakan unit *activated carbon* nilai konsentrasi COD turun antara (-167,50%) sampai dengan 87,59%. Dimana dalam penurunan konsentrasi COD pada limbah laundry menggunakan *activated carbon* tidak menunjukkan hasil yang maksimal. Penurunan konsentrasi yang tidak maksimal dengan menggunakan *activated carbon* juga terjadi pada parameter minyak lemak, TSS dan BOD. Kurang efisiennya *activated carbon* dalam menurunkan konsentrasi COD sehingga diharapkan penelitian tentang efektifitas *activated carbon*.

Menurut PP no 82 Tahun 2001 tentang Penelolaan Kualitas air dan Pengendalian pencemaran Air menyebutkan bahwa nilai COD maksimum untuk limbah yang akan dibuang ke badan air sebesar 25 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa reaktor *biosand filter-activated carbon* belum cukup efektif dalam menurunkan konsentrasi COD yang terkandung dalam limbah *laundry* untuk mencapai standar baku mutu yang diinginkan.

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

COD (mg/l)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	Minimum	Maximum	
	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound
Inlet	13	337.33	89.863	24.923	283.03	391.63	184	445
BSF1	13	120.52	74.749	20.732	75.35	165.69	0	261
BSF2	13	108.11	73.961	20.513	63.42	152.80	0	223
BSF1 – I.30	13	105.16	70.064	19.432	62.83	147.50	31	230
BSF1 – I.60	13	116.37	63.793	17.693	77.82	154.92	23	276
BSF2 – II.30	13	94.53	66.017	18.310	54.63	134.42	8	215
BSF2 – II.60	13	77.33	55.512	15.396	43.78	110.87	8	169
Total	91	137.05	108.072	11.329	114.54	159.56	0	445

Tabel 4.9 Test of Homogeneity of Variances

COD (mg/l)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.273	6	84	.279

Tabel 4.10 ANOVA

COD (mg/l)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups (Combined)	624546.057	6	104091.010	20.495	.000
Linear Term	315030.537	1	315030.537	62.029	.000
Contrast Deviation	309515.520	5	61903.104	12.189	.000
Within Groups	426616.615	84	5078.769		
Total	1051162.672	90			

Hipotesis :

$H_0 : \mu_{\text{Inlet}} = \mu_{\text{BSF-1}} = \mu_{\text{BSF-2}} = \mu_{1\ 60} = \mu_{130} = \mu_{2\ 60} = \mu_{2\ 30}$ (identik)

$H_1 : \mu_{\text{Inlet}} \neq \mu_{\text{BSF-1}} \neq \mu_{\text{BSF-2}} \neq \mu_{1\ 60} \neq \mu_{1\ 30} \neq \mu_{2\ 60} \neq \mu_{2\ 30}$ (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 $F_{(6;84;0,05)} = 2,19$ (dari tabel distribusi F)

Keputusan:

Terlihat dari tabel ANOVA bahwa nilai F hitung = 20,495 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 Tests

Tabel 4.11 Multiple Comparisons

Dependent Variable: COD (mg/l)

(I) Titik Sampling (J) Titik Sampling			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
Tukey HSD	Inlet	BSF1	216.812(*)	27.953	.000	132.37	301.26
		BSF2	229.218(*)	27.953	.000	144.77	313.66
		BSF1- I.30	232.165(*)	27.953	.000	147.72	316.61
		BSF1- I.60	220.963(*)	27.953	.000	136.52	305.41
		BSF2-II.30	242.804(*)	27.953	.000	158.36	327.25
		BSF2-II.60	260.000(*)	27.953	.000	175.56	344.44
	BSF1	Inlet	-216.812(*)	27.953	.000	-301.26	-132.37
		BSF2	12.406	27.953	.999	-72.04	96.85
		BSF2-II.30	15.352	27.953	.998	-69.09	99.80
		BSF2-II.60	4.151	27.953	1.000	-80.29	88.59
		BSF1-I.30	25.992	27.953	.967	-58.45	110.44
		BSF1-I.60	43.188	27.953	.717	-41.26	127.63
	BSF2	Inlet	-229.218(*)	27.953	.000	-313.66	-144.77
		BSF1	-12.406	27.953	.999	-96.85	72.04
		BSF1-I.30)	2.946	27.953	1.000	-81.50	87.39
		BSF1 – I.60Aktif	-8.255	27.953	1.000	-92.70	76.19
		BSF2-II.30	13.585	27.953	.999	-70.86	98.03

LSD	BSF1-I.30	BSF2-II.60	30.782	27.953	.926	-53.66	115.23
		Inlet	-232.165(*)	27.953	.000	-316.61	-147.72
		BSF1	-15.352	27.953	.998	-99.80	69.09
		BSF2	-2.946	27.953	1.000	-87.39	81.50
	BSF1-I.60	BSF1-I.60	-11.202	27.953	1.000	-95.65	73.24
		BSF2-II.30	10.639	27.953	1.000	-73.80	95.08
		BSF2-II.60	27.835	27.953	.954	-56.61	112.28
		Inlet	-220.963(*)	27.953	.000	-305.41	-136.52
	BSF2-II.30	BSF1	-4.151	27.953	1.000	-88.59	80.29
		BSF2	8.255	27.953	1.000	-76.19	92.70
		BSF1-i.30	11.202	27.953	1.000	-73.24	95.65
		BSF2-II.30	21.841	27.953	.986	-62.60	106.28
	BSF2-II.60	BSF2-II.60	39.037	27.953	.802	-45.41	123.48
		Inlet	-242.804(*)	27.953	.000	-327.25	-158.36
		BSF1	-25.992	27.953	.967	-110.44	58.45
		BSF2	-13.585	27.953	.999	-98.03	70.86
	BSF1-I.30	BSF1-I.30	-10.639	27.953	1.000	-95.08	73.80
		BSF1-I.60	-21.841	27.953	.986	-106.28	62.60
		BSF2-II.30	17.196	27.953	.996	-67.25	101.64
		Inlet	-260.000(*)	27.953	.000	-344.44	-175.56
	BSF2-II.60	BSF1	-43.188	27.953	.717	-127.63	41.26
		BSF2	-30.782	27.953	.926	-115.23	53.66
		BSF1-I.30	-27.835	27.953	.954	-112.28	56.61
		BSF1-I.60	-39.037	27.953	.802	-123.48	45.41
	Inlet	BSF2-II.30	-17.196	27.953	.996	-101.64	67.25
		BSF1	216.812(*)	27.953	.000	161.23	272.40
		BSF2	229.218(*)	27.953	.000	173.63	284.81
		BSF1-I.30	232.165(*)	27.953	.000	176.58	287.75
	BSF1	BSF1-I.60	220.963(*)	27.953	.000	165.38	276.55
		BSF2-II.30	242.804(*)	27.953	.000	187.22	298.39
		BSF2-II.60	260.000(*)	27.953	.000	204.41	315.59
		Inlet	-216.812(*)	27.953	.000	-272.40	-161.23
	BSF2	BSF2	12.406	27.953	.658	-43.18	67.99
		BSF1-I.30	15.352	27.953	.584	-40.23	70.94
		BSF1-I.60	4.151	27.953	.882	-51.44	59.74
		BSF2-II.30	25.992	27.953	.355	-29.60	81.58
	BSF1-I.30	BSF2-II.60	43.188	27.953	.126	-12.40	98.77
		Inlet	-229.218(*)	27.953	.000	-284.81	-173.63
		BSF1	-12.406	27.953	.658	-67.99	43.18
		BSF1-I.30	2.946	27.953	.916	-52.64	58.53
	BSF2	BSF1-I.60	-8.255	27.953	.768	-63.84	47.33
		BSF2-II.30	13.585	27.953	.628	-42.00	69.17
		BSF2-II.60)	30.782	27.953	.274	-24.81	86.37
		Inlet	-232.165(*)	27.953	.000	-287.75	-176.58
	BSF1-I.60	BSF1	-15.352	27.953	.584	-70.94	40.23
		BSF2	-2.946	27.953	.916	-58.53	52.64
		BSF1-I.60	-11.202	27.953	.690	-66.79	44.39
		BSF2-II.30	10.639	27.953	.704	-44.95	66.23

Bonferroni	BSF1-I.60	BSF2-II.60	27.835	27.953	.322	-27.75	83.42
		Inlet	-220.963(*)	27.953	.000	-276.55	-165.38
		BSF1	-4.151	27.953	.882	-59.74	51.44
		BSF2	8.255	27.953	.768	-47.33	63.84
	BSF2-II.30	BSF1-I.30	11.202	27.953	.690	-44.39	66.79
		BSF2-II.30	21.841	27.953	.437	-33.75	77.43
		BSF2-II.60	39.037	27.953	.166	-16.55	94.62
		Inlet	-242.804(*)	27.953	.000	-298.39	-187.22
		BSF1	-25.992	27.953	.355	-81.58	29.60
		BSF2	-13.585	27.953	.628	-69.17	42.00
		BSF1-I.30	-10.639	27.953	.704	-66.23	44.95
		BSF1-I.60	-21.841	27.953	.437	-77.43	33.75
	BSF2-II.60	BSF2-II.60	17.196	27.953	.540	-38.39	72.78
		Inlet	-260.000(*)	27.953	.000	-315.59	-204.41
		BSF1	-43.188	27.953	.126	-98.77	12.40
		BSF2	-30.782	27.953	.274	-86.37	24.81
	Inlet	BSF1-I.30	-27.835	27.953	.322	-83.42	27.75
		BSF1-I.60	-39.037	27.953	.166	-94.62	16.55
		BSF2-II.30	-17.196	27.953	.540	-72.78	38.39
		BSF1	216.812(*)	27.953	.000	129.23	304.39
	BSF1	BSF2	229.218(*)	27.953	.000	141.64	316.80
		BSF1-I.30	232.165(*)	27.953	.000	144.58	319.75
		BSF1-II.60	220.963(*)	27.953	.000	133.38	308.54
		BSF2-II.30	242.804(*)	27.953	.000	155.22	330.39
		BSF2-II.60	260.000(*)	27.953	.000	172.42	347.58
		Inlet	-216.812(*)	27.953	.000	-304.39	-129.23
		BSF2	12.406	27.953	1.000	-75.18	99.99
		BSF1-I.30	15.352	27.953	1.000	-72.23	102.93
	BSF2	BSF1-I.60	4.151	27.953	1.000	-83.43	91.73
		BSF2-II.30	25.992	27.953	1.000	-61.59	113.57
		BSF2-II.60	43.188	27.953	1.000	-44.39	130.77
		Inlet	-229.218(*)	27.953	.000	-316.80	-141.64
	BSF1-I.30	BSF1	-12.406	27.953	1.000	-99.99	75.18
		BSF1-I.30	2.946	27.953	1.000	-84.64	90.53
		BSF1-I.60	-8.255	27.953	1.000	-95.84	79.33
		BSF2-II.30	13.585	27.953	1.000	-74.00	101.17
		BSF2-II.60	30.782	27.953	1.000	-56.80	118.36
		Inlet	-232.165(*)	27.953	.000	-319.75	-144.58
	BSF1-I.60	BSF1	-15.352	27.953	1.000	-102.93	72.23
		BSF2	-2.946	27.953	1.000	-90.53	84.64
		BSF1-I.60	-11.202	27.953	1.000	-98.78	76.38
		BSF2-II.30	10.639	27.953	1.000	-76.94	98.22
		BSF2-II.60	27.835	27.953	1.000	-59.75	115.42
		Inlet	-220.963(*)	27.953	.000	-308.54	-133.38
		BSF1	-4.151	27.953	1.000	-91.73	83.43
		BSF2	8.255	27.953	1.000	-79.33	95.84
	BSF2-II.30	BSF1-I.30	11.202	27.953	1.000	-76.38	98.78
		BSF2-II.30	21.841	27.953	1.000	-65.74	109.42

BSF2-II.30	BSF2-II.60	39.037	27.953	1.000	-48.54	126.62
	Inlet	-242.804(*)	27.953	.000	-330.39	-155.22
	BSF1	-25.992	27.953	1.000	-113.57	61.59
	BSF2	-13.585	27.953	1.000	-101.17	74.00
	BSF1-I.30	-10.639	27.953	1.000	-98.22	76.94
BSF2-II.60	BSF1-I.60	-21.841	27.953	1.000	-109.42	65.74
	BSF2-II.60	17.196	27.953	1.000	-70.39	104.78
	Inlet	-260.000(*)	27.953	.000	-347.58	-172.42
	BSF1	-43.188	27.953	1.000	-130.77	44.39
	BSF2	-30.782	27.953	1.000	-118.36	56.80
	BSF1-I.30	-27.835	27.953	1.000	-115.42	59.75
	BSF1-II.60	-39.037	27.953	1.000	-126.62	48.54
	BSF2-II.60	-17.196	27.953	1.000	-104.78	70.39

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

- Mean dari AC I 60 berbeda secara nyata dengan inlet
- Mean dari AC II 30 berbeda secara nyata dengan inlet
- Mean dari AC II 60 berbeda secara nyata dengan inlet

4.4.3 Homogeneous Subset

Tabel 4.12 Homogeneous Subsets

COD (mg/l)				
		N	Subset for alpha = .05	
Titik Sampling		1	2	1
Tukey HSD(a)	BSF2-II.60	13	77.33	
	BSF2-II.30	13	94.53	
	BSF1-I.30	13	105.16	
	BSF2	13	108.11	
	BSF1-I.60	13	116.37	
	BSF1	13	120.52	
	Inlet	13		337.33
	Sig.		.717	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13.000.

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 30, AC I 60, AC II 30 dan AC II 60. Dengan kata lain dapat dikatakan BSF 1, BSF 2, AC I 30, AC I 60, AC II 30 dan AC II 60 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* 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. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh bahwa *Biosand Filter* mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 59,91-63,41%, sedangkan *activated carbon* tingkat penurunan tertinggi sebesar 87,50% dan terkecil -162,50%.
2. Berdasarkan hasil penelitian variasi ketinggian yang digunakan yaitu variasi ketinggian media *Biosand Filter* 2 (30:25:15) – *Activated Carbon* II.60 menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi COD paling efektif jika dibandingkan dengan variasi ketinggian media yang lainnya.
3. Berdasarkan hasil penelitian perbedaan ketinggian media kurang begitu signifikan mempengaruhi penurunan *Chemical Oxygen Demand (COD)* dalam air limbah *laundry* dan hal tersebut didukung pula dengan hasil uji ANOVA.

5.2 Saran.

1. Perlu adanya persiapan desain reaktor dan persiapan media yang lebih baik, sehingga unit tersebut siap digunakan dan dapat berfungsi lebih optimal.
2. Disarankan pula sebaiknya melakukan percobaan variasi dengan diameter butiran yang berbeda dan variasi ketinggian media dengan interval yang

cukup jauh berbeda. Hal tersebut untuk mendapatkan *Biosand Filter-Carbon Active* yang mampu menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) paling efektif.

3. Untuk penelitian berikutnya, kondisi alat penelitian diteliti dengan cermat apakah siap untuk digunakan atau belum sehingga tidak terjadi kerusakan alat saat penelitian sedang berlangsung yang dapat mempengaruhi hasil analisa.
4. Disarankan pula pada penelitian selanjutnya, dilakukan penghitungan HL (*headloss*) sehingga diketahui kapan waktu pencucian media filter (*backwash*).
5. Untuk penggunaan Activated Carbon lebih diperhatikan spesifikasi dan aktivasi dari Activated Carbon tersebut.
6. Pemakaian bakteri saat proses *seeding* tidak dilakukan dengan penambahan mikroba dari sumber lain, disarankan menggunakan mikroba asli limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., dan S.S., Santika, 1984, **Metode Penelitian Air**, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.
- Benefield, D.L and Judkins, Jr., 1982, *Process Chemistry For Water and Wastewater Treatment*, Journal Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey
- Boyd, C.E.,1988, **Water Quality in Warmwater Fish Pond**,Forth Printing.Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA.359P
- Cheremision, 1978,**Carbon Adsorption Hand Book**, Ann Orbon Science
- Culp, R.L dan Culp, G.L., 1986, **Hand Book of Public Water System**, Mc Graw-Hall, New York
- Darmono, 2001, **Lingkungan Hidup dan Pencemaran** , UI Press. Jakarta
- Droste, R. L., 1997, **Theory and Practice Of Water and Wastewater Treatment**,John Wiley & Sons, Inc, United State Of America.
- Effendi, H., 2003, **Telaah Kualitas Air** , Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Effendy,S.,2004, *Kajian Pembuatan Karbon Aktif dari Batu Bara Antrasit Lcid Asam Menggunakan Metode Kombinasi Teknik Aktivasi Kimia dan Fisika*, *Jurnal Departemen Teknik Pertambangan, ITB, Bandung*
- Fardiaz, S., 1992, **Polusi Air dan Udara**, Kanisius, Yogyakarta
- Horas, P.H. dan Abdul, R., **Penentuan Kebutuhan Oksigen Kimiawi**.
- Mangunwidjaja, D. dan Suryani, A., 1994, **Teknologi Bioproses**, Swadaya, Jakarta.
- Mara, Duncan, 1976, **Law-cost Urban Sanitation** : University of Dundee, Skotlandia.

Marsh, H. dan Rodriguez, A., 2006, **Activated Carbon**, Elsevier Science & Technology Books.

Metcalf & Eddy, 2003, **Wastewater Engineering Treatment and Reuse**, 4th Edition, McGraw-Hill, New York, Amerika

Mohan, D., dkk., 2007, Wastewater Treatment Using Low Cost Activated Carbons Derived from Agricultural by products – A case study, Journal of Hazardous Materials 152 (2008) 1045-1053, www.sciencedirect.com. Di download tanggal 18 April 2008.

Ngai, T. and Sophie, 2003, **The Arsenic Biosand Filter (ABF) Design of An Appropriate Household Drinking Water Filter for Rural Nepal**, Nepal.

Palmateer, G.; Manz, D.; Jurkovic, A.; McInnis, R.; Unger, S.; Kwan, K.K. and Dutka, B.J. 1999. *Toxicant and Parasite Challenge of Manz Intermittent Slow Sand Filter*. Environmental Toxicology, vol. 14, pp. 217- 225.

Puspitaningrum, W., 2007, **Penurunan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) pada air Selokan Mataram, Yogyakarta dengan menggunakan unit Biosand Filter-Activated Carbon**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta

PP No.82 Tahun 2001 tentang **Pengendalian Kualitas Air dan Pengendalian Penemuan Air**.

Reynolds, Tom D., 1982, **Unit Operations and Process in Environmental Engineering**, Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division,

Sugiharto, 1987, **Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah**, UI Press, Jakarta

Sumarwoto, O.,1993, **Pencemaran Air dan Pemanfaatan Air Limbah Industri**, PT

Raja Grafindo Persada, Jakarta

Tinsley, 1979, **Chemical Concepts in Pollutan Behavior**, Oregon State University,

Carvallis

Tjokrokusumo, 1998, **Pengantar Teknik Lingkungan**, STTL, Yogyakarta.

UNESCO/WHO/UNEP, 1992, **Water Quality Assessment**, Edited by Chapman, D.

Chapman and Hall Ltd., London.

Weber, 1972, **Adsorption in Heterogeneous Aqueous Systems**, JAWWA.

Yung, Kathleen.,2003, **Biosand Filtration: Application in the Developing World**,

Civil Engineering, University of Waterloo.



INLET DAN OUTLET BIOSAND FILTER 1



INLET DAN OUTLET BIOSAND FILTER 2

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 refluk terbuka dengan kisaran kadar KOK antara 50 mg/L O_2 sampai dengan 900 mg/L O_2 .

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, $HOOC_6H_4COOK$ (KHP)

larutan yang dibuat dari kristal KHP, dan mempunyai kadar KOK 500 mg/L O_2

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 refluk 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 $K_2Cr_2O_7$ (yang telah dikeringkan pada 150°C selama 2 jam) dengan air suling dan tepatkan sampai 1000 mL.

- b) larutan asam sulfat – perak sulfat.

Tambahkan 5,5 g Ag_2SO_4 kedalam 1 kg asam sulfat pekat atau 10,12 g Ag_2SO_4 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 refluks, 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 refluks); 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

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

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



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 : 01/V/08/TL.UII

Hal : 1 dari 2

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR LIMBAH

Jenis Contoh Uji : Sampel Air Limbah Laundry
Pengambil Contoh Uji : TRI ANNA SUKAWATI
Tanggal Pengujian Contoh : Februari s/d Maret
Parameter yang diuji : Chemical Oxygen Demand (COD)
Kode Lab. : 03 LKL FTSP
Analisis : TRI ANNA SUKAWATI

Uraian : Inlet : Sampel yang masuk sebelum perlakuan
: BSF : Biosand Filter 1
: BSF : Biosand Filter 2

No	Tgl Pengambilan sampel	Pengambilan sampel (Hari)	Satuan	Hasil Pengujian			Metode Uji
				Inlet	BSF 1	BSF 2	
1	14 Feb	1	mg/L	184.32	-	-	SNI 06 - 6989.15 - 2004
2	16 Feb	3	mg/L	230.40	138.24	61.44	SNI 06 - 6989.15 - 2004
3	18 Feb	5	mg/L	222.72	122.88	215.04	SNI 06 - 6989.15 - 2004
4	20 Feb	7	mg/L	276.48	215.04	199.68	SNI 06 - 6989.15 - 2004
5	22 Feb	9	mg/L	407.04	199.68	84.48	SNI 06 - 6989.15 - 2004
6	24 Feb	11	mg/L	268.80	61.44	30.72	SNI 06 - 6989.15 - 2004
7	26 Feb	13	mg/L	445.44	145.92	38.40	SNI 06 - 6989.15 - 2004
8	28 Feb	15	mg/L	391.68	99.84	61.44	SNI 06 - 6989.15 - 2004
9	1 Mar	17	mg/L	407.04	30.72	115.20	SNI 06 - 6989.15 - 2004
10	3 Mar	19	mg/L	391.68	61.44	222.72	SNI 06 - 6989.15 - 2004
11	13 Mar	29	mg/L	445.44	92.16	76.80	SNI 06 - 6989.15 - 2004
12	15 Mar	31	mg/L	376.32	138.24	130.56	SNI 06 - 6989.15 - 2004
13	17 Mar	33	mg/L	337.92	261.12	168.96	SNI 06 - 6989.15 - 2004

Catatan :

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

Yogyakarta, 17 Juni 2008
Kepala Laboratorium

Ir. H. Kusam, 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

02/VI/08/TL.UII

2 dari 2

SERTIFIKAT HASIL UJI KUALITAS AIR LIMBAH

Contoh Uji : Sampel Air Limbah Laundry
 Ambil Contoh Uji : TRI ANNA SUKAWATI
 Tanggal Pengujian Contoh : Februari s/d Maret
 Parameter yang diuji : Chemical Oxygen Demand (COD)
 No Lab. : 03 LKL FTSP
 Lokasi : TRI ANNA SUKAWATI

Analisa : I - 30 : Ketinggian karbon aktif 30 cm BSF I
 : I - 60 : Ketinggian karbon aktif 60 cm BSF I
 : II - 30 : Ketinggian karbon aktif 30 cm BSF II
 : II - 60 : Ketinggian karbon aktif 60cm BSF II

No	Tgl Pengambilan sampel	Pengambilan sampel (Hari)	Satuan	Hasil Pengujian				Metode Uji
				I - 30	I - 60	II - 30	II - 60	
1	14 Feb	1	mg/L	30.72	46.08	15.36	23.04	SNI 06 - 6989.15 - 2
2	16 Feb	3	mg/L	30.72	92.16	7.68	7.68	SNI 06 - 6989.15 - 2
3	18 Feb	5	mg/L	92.26	92.16	168.96	76.00	SNI 06 - 6989.15 - 2
4	20 Feb	7	mg/L	168.96	122.88	153.60	138.24	SNI 06 - 6989.15 - 2
5	22 Feb	9	mg/L	107.52	76.60	61.44	15.36	SNI 06 - 6989.15 - 2
6	24 Feb	11	mg/L	30.72	161.28	23.07	76.80	SNI 06 - 6989.15 - 2
7	26 Feb	13	mg/L	176.64	276.48	115.20	115.20	SNI 06 - 6989.15 - 2
8	28 Feb	15	mg/L	145.92	115.20	115.20	76.80	SNI 06 - 6989.15 - 2
9	1 Mar	17	mg/L	192.00	176.64	122.88	168.96	SNI 06 - 6989.15 - 2
10	3 Mar	19	mg/L	46.08	122.88	215.04	30.72	SNI 06 - 6989.15 - 2
11	13 Mar	29	mg/L	61.44	84.48	30.72	46.08	SNI 06 - 6989.15 - 2
12	15 Mar	31	mg/L	53.76	23.04	61.44	64.44	SNI 06 - 6989.15 - 2
13	17 Mar	33	mg/L	230.40	122.08	138.24	168.96	SNI 06 - 6989.15 - 2

Keterangan :

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



Yogyakarta, 17 Juni 2008
 Kepala Laboratorium

Mr. H. Kasim, MT ✓

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PENURUNAN KONSENTRASI *CHEMICAL OXYGEN*
***DEMAND* (COD) PADA AIR LIMBAH *LAUNDRY* DENGAN**
MENGGUNAKAN REAKTOR
***BIOSAND FILTER* DIKUTI DENGAN REAKTOR**
ACTIVATED CARBON



Dosen pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Eko Siswoyo, ST

Any Juliani, ST, MSc

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**

Luqman Hakim, ST, Msi

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 ≤ 5000 mg /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 $\leq 0.0.2$ 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	

Kadmium	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	
Khrom (VI)	mg/L	0.05	0.05	0.05	1	
Tembaga	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Cu \leq 1$ mg/L
Besi	mg/L	0.3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Fe \leq 5$ mg/L
Timbal	mg/L	0.03	0.03	0.03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Pb \leq 0.1$ mg/L
Mangan	mg/L	0.1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.005	
Seng	mg/L	0.05	0.05	0.05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Zn \leq 0.5$ mg/L
Khlorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0.02	0.02	0.02	(-)	
Flourida	mg/L	0.5	1.5	1.5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0.06	0.06	0.06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $NO_2-N \leq 1$ mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0.03	0.03	0.03	(-)	Bagi ABAM tida dipersyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0.002	0.002	0.002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S ≤ 0.1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
Fecal Coliform	Jml/100mL	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal Coliform ≤ 2000 jml/100mL dan Total Coliform ≤ 10000 jml/100mL
Total Coliform	Jml/100mL	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
Gross – A	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	

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

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



Gambar: Thermoreaktor



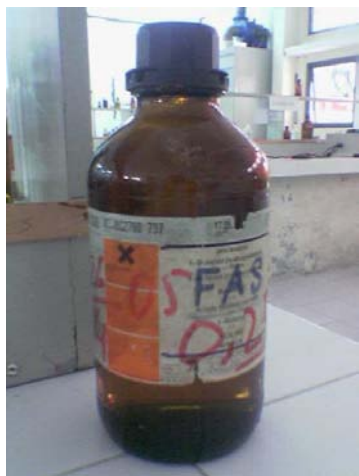
Gambar: Tabung Refluks



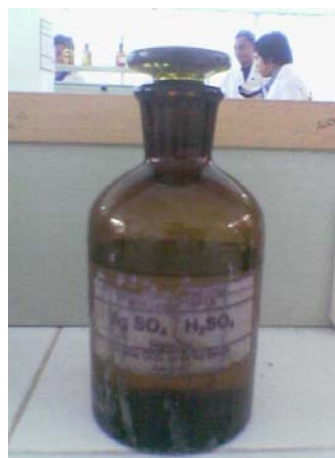
Gambar: Erlenmeyer



Gambar: Pipet Volume



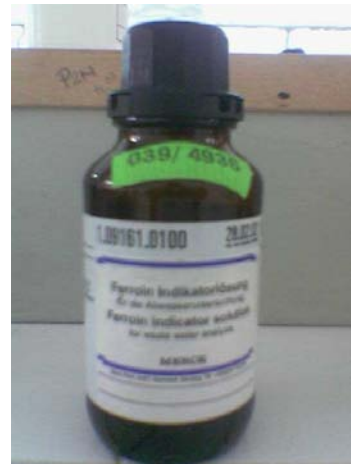
Gambar: Larutan FAS 0,024 N



Gambar: Larutan Asam sulfat-perak sulfat



Gambar : Larutan kalium dikromat 0,25 N



Gambar: Larutan indikator ferroin



Gambar: Larutan H₂SO₄ 20%

MOTTO

Hanya satu motivasi yang ada, yaitu Allah. Adapun motivasi lainnya harus dalam rangka “karena dan/ atau untuk” Allah.

” Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. ” (Q.S. Asy Syarh : 6)

Ketika satu pintu tertutup, pintu lain terbuka, namun terkadang kita melihat dan menyesali pintu tertutup tersebut terlalu lama sehingga kita tidak melihat pintu lain yang terbuka .

(Allexander Graham Bell)

Aku persembahkan dengan setulus hati kepada....

Kedua Orangtua Ku Tercinta

H. Agijono & Hj. Hernani Samsi W

Yang telah memberikan kasih sayang dan cinta yang tulus....

Yang selalu sabar menghadapi aku.....

Yang selalu mengingatkan aku untuk selalu berdo`a, sabar dan berusaha...

Yang memberikan semangat dan motivasi yang tiada hentinya....

Kakakku Tersayang (Heru)

Terimakasih telah menjadi kakak yang baik untuk aku

yang selalu memberiku semangat dan motivasi disaat-saat aku lemah

Kedua Keponakanku (Asfa & Ghazy)

Yang menjadi motivasi ku untuk cepat-cepat bermain bersama kalian,

yang lucu-lucu..... ☺

Smoga kalian menjadi anak yang sholeh dan sholehah. Amien..

Sahabat-sahabatku....

Terimakasih selalu memberiku dorongan, semangat, cinta dan ketulusan,

sehingga aku tidak merasa sendirian

**PENURUNAN KONSENTRASI CHEMICAL OXYGEN DEMAND
(COD) PADA AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN MENGGUNAKAN
REAKTOR BIOSAND FILTER DIKUTI DENGAN REAKTOR
ACTIVATED CARBON**

ABSTRAKSI

Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh dunia saat ini adalah bertambahnya populasi penduduk yang sangat signifikan. Akibatnya terjadi perubahan pola hidup dan hal tersebut tentu berdampak bagi lingkungan sekitarnya, salah satu contohnya adalah pencemaran air dari proses laundry. Pada dasarnya jasa laundry tidak memiliki sistem pengolahan limbah untuk menanganakan limbah cair yang dihasilkan dari proses laundry.

Reaktor Biosand Filter-Activated Carbon merupakan suatu teknologi pengolahan air limbah yang terdiri dari aktivasi bakteri, filtrasi, sedimentasi, dan adsorpsi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dengan menggunakan teknologi Biosand Filter-Activated Carbon. Pengambilan sampel dilakukan pada ketujuh titik setiap 2 hari sekali selama 33 hari.

Dari hasil penelitian maka didapat konsentrasi awal COD sebesar 334,08 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan dengan biosand filter-activated carbon dengan proses seeding selama kurang lebih sekitar enam minggu penurunan konsentrasi COD rata-rata untuk biosand filter berkisar antara 59,91% - 63,41%, sedangkan untuk activated carbon konsentrasi COD mengalami penurunan antara (-162,50%) – 87,59%. Hal ini dikarenakan adanya proses biokimia, aerasi dan adsorpsi pada biosand filter-activated carbon.

Kata Kunci: Chemical Oxygen Demand (COD), Biosand Filter -Activated Carbon, Filtrasi, Adsorpsi, Efisiensi

**DECREASING OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)
CONCENTRATION IN WASTEWATER LAUNRY USING BIOSAND FILTER
THAT FOLLOW ACTIVATED CARBON REAKTOR**

ABSTARCT

One of recent problems faced by the world is the nigh growth of human population. The growth is both change the pattern of life and causing a negative effect for environment, such as water contamination from laundry process. As we know, laundry system doesn't have any wastewater treatment plant to reduce liquid waste resulted by laundry process.

Biosand filter-Activated Carbon technology is a wastewater treatment technology consisted of bacterial activation, filtration, sedimentation, and adsorption.

The objective of this research is to know the removal concentration of Chemical Oxygen Demand (COD) by using Biosand Filter-Activated Carbon technology. Sampling was taken in 7 sample point, once in two days during 33 days.

Based on the research, first COD concentration was 334,08 mg/l. After seeding process by Biosand Filter-Activated Carbon during 6 week, COD concentration in in Biosand Filter remove 59,91%-63,41% in average, as COD concentration in Activated Carbon remove (-162,50%) – 87,59% in average. The removal is caused by biochemical, aeration, and adsorpstion precess in Biosand Filter-Activated Carbon.

Key Word: *Chemical Oxygen Demand (COD), Biosand Filter-Activated Carbon,*

Filtration, Adsorpsi, , Efficiency.

KATA PENGANTAR



السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, Pencipta Alam semesta berserta 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 LIMBAH LAUNDRY DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR *BIOSAND FILTER* DIKUTI DENGAN REAKTOR *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 selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, terimakasih atas masukan yang pernah diberikan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Andik Yulianto, ST, MT selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, terima kasih atas masukan yang pernah diberikan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
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. Keluargaku tercinta kedua orang tuaku , kakak dan kedua keponakanku atas doa dan dukungannya selama ini.
9. “Omah Laundry” terimakasih atas bantuan dan pemberian izin pengambilan limbah.
10. Sahabat-sahabat seperjuangan *Biosand filter-Activated carbon* : Gris (akhirnya 60 & 61 bareng) , Astri (semangat Tri...!!!), Diana, Yudis dan Arif, akhirnya selesai juga. Maaf klo aq ada salah selama TA....!!*_-
11. Enviro '03, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu memberi semangat, dan selalu kompak. Aku senang berada ditengah-tengah kalian.
12. Ria Prawita Sari, ST yang selalu menjadi sahabat yang baik untukku selama di TL, di Kos, di Jogja, makasih bantuan dan dukungannya selama ini.
13. My best friend, Andin (Ane) `n Nita (Ceper) makasih telah menjadi sahabat terbaikku.
14. Anak-anak kost Ita,Cici, Eli, Sari, Nadia, Mimi, Dini, Ajeng yang telah banyak membantu.

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

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَرَحْمَتُهُ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Juni 2008

Penulis

Tri Anna Sukawati

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAKSI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
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	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Air Limbah.....	5
2.2 Sumber Air Limbah.....	5
2.3 Karakteristik Air Limbah.....	6
2.4 Penanggulangan Masalah Limbah.....	9
2.4.1 Pengendalian Bahaya Limbah.....	9
2.4.2 Sistem Pengolahan Limbah Cair.....	10
2.4.3 Pengolahan Limbah Cair secara Biologi.....	10
2.5 Proses Laundry.....	11
2.6 Parameter Penelitian.....	12
2.7 Fungsi reaktor Biosand Filter-Activated Carbon untuk Menurunkan COD dari Limbah Laundry.....	14
2.8 Biosand Filter (BSF).....	17
2.8.1 Pertumbuhan Mikroorganisme/ Seeding.....	20
2.8.2 Lapisan Biofilm.....	22
2.8.3 Pematangan Lapisan Biofilm.....	22

2.8.4	Pasir.....	23
2.8.5	Pembersihan Biosand Filter.....	25
2.8.6	Keuntungan dan Kerugian.....	26
2.9	Activated Carbon.....	27
2.9.1	Syarat Mutu Activated Carbon.....	28
2.9.2	Struktur Activated Carbon.....	30
2.9.3	Karakteristik Activated Carbon sebagai Adsorben.....	31
2.9.4	Proses Pembuatan Activated Carbon.....	32
2.9.5	Penggunaan Activated Carbon.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Umum.....	35
3.2	Jenis Penelitian.....	35
3.3	Lokasi Penelitian.....	36
3.4	Variabel Penelitian.....	36
3.5	Bahan dan Alat Penelitian.....	39
3.5.1	Penyediaan Media Pasir Halus, Pasir Kasar, Kerikil dan Activated Carbon.....	39
3.5.2	Alat Penelitian.....	39
3.5.2.1	Biosand Filter.....	39
3.5.2.2	Activated Carbon.....	40
3.5.2.3	Reservoar.....	41
3.6	Pelaksanaan Penelitian.....	42
3.6.1	Persiapan Media.....	42
3.6.2	Persiapan Alat.....	42
3.6.2.1	Biosand Filter.....	42
3.6.2.2	Activated Carbon.....	43
3.6.2.3	Pengujian Sampel Awal.....	44
3.7	Pengukuran Chemical Oxygen Demand (COD).....	44
3.7.1	Prinsip.....	44
3.7.2	Alat dan Bahan.....	44
3.7.3	Prosedur.....	45
3.7.4	Perhitungan.....	45
3.7.4.1	Normalitas FAS.....	45

3.7.4.2	Konsentrasi COD.....	46
3.8	Analisa Data.....	46
3.9	Kerangka Penelitian Tugas Akhir.....	48
BAB IV	HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1	Konsentrasi COD pada Limbah Laundry.....	49
4.2	Proses Seeding pada reaktor Biosand Filter.....	50
4.3	Hasil Pengujian COD.....	51
4.3.1	Biosand Filter.....	52
4.3.1.1	Hasil Pengujian.....	52
4.3.1.2	Pembahasan.....	56
4.3.2	Activated Carbon.....	61
4.3.2.1	Hasil Pengujian.....	61
4.3.2.2	Pembahasan	68
4.4	Uji Statistik.....	73
4.4.1	Analisa ANOVA.....	74
4.4.2	<i>Post Hoc Tests</i>	75
4.4.3	<i>Homogeneous Subset</i>	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat-syarat Kualitas Air pada Slow Sand Filter.....	18
Tabel 2.2 Effisiensi Pengolahan dengan Slow Sand Filter.....	19
Tabel 2.3 Syarat Mutu Arang Aktif.....	28
Tabel 2.4 Manfaat Arang Aktif untuk zat cair.....	34
Tabel 3.1 Ketinggian Media Biosand Filte.....	37
Tabel 3.2 Ketinggian Media Activated Carbon.....	37
Tabel 4.1 Hasil Pengujian awal konsentrasi COD sebelum seeding.....	49
Tabel 4.2 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 1 (BSF 1), Effisiensi penurunan pada BSF 1 (40: 15: 15).....	55
Tabel 4.3 Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet 2 (BSF 2), Effisiensi penurunan pada BSF 2 (30: 25: 15).....	56
Tabel 4.4 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-30), Effisiensi penurunan pada AC I-30.....	66
Tabel 4.5 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 1) dan Outlet (I-60), Effisiensi penurunan pada AC I-60.....	67
Tabel 4.6 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet (II-30), Effisiensi penurunan pada AC II-30.....	67
Tabel 4.7 Konsentrasi COD pada Inlet (BSF 2) dan Outlet (II-60), Effisiensi penurunan pada AC II-60	68
Tabel 4.8 <i>Descriptives</i>	74
Tabel 4.9 <i>Test of Homogeneity of Variances</i>	74
Tabel 4.10 ANOVA.....	74
Tabel 4.11 <i>Multiple Comparisons</i>	75
Tabel 4.12 <i>Homogeneous Subsets</i>	79

PENURUNAN KONSENTRASI CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) PADA AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR BIOSAND FILTER DIKUTI REAKTOR ACTIVATED CARBON

Tri Anna Sukawati, Eko Siswoyo**, Any Juliani***

***Dosen pembimbing jurusan teknik lingkungan, UII YOGYAKARTA*

**Penyusun, jurusan teknik lingkungan UII YOGYAKARTA*

ABSTRAKSI

Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh dunia saat ini adalah bertambahnya populasi penduduk yang sangat signifikan. Akibatnya terjadi perubahan pola hidup dan hal tersebut tentu berdampak bagi lingkungan sekitarnya, salah satu contohnya adalah pencemaran air dari proses laundry. Pada dasarnya jasa laundry tidak memiliki sistem pengolahan limbah untuk penanganan limbah cair yang dihasilkan dari proses laundry.

Teknologi Biosand Filter-Activated Carbon merupakan suatu teknologi pengolahan air limbah yang terdiri dari aktivasi bakteri, filtrasi, sedimentasi, dan adsorpsi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dengan menggunakan teknologi Biosand Filter-Activated Carbon. Pengambilan sampel dilakukan pada ketujuh titik setiap 2 hari sekali selama 33 hari.

Dari hasil penelitian maka didapat konsentrasi awal COD sebesar 334,08 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan dengan biosand filter-activated carbon dengan proses seeding selama kurang lebih sekitar enam minggu penurunan konsentrasi COD rata-rata untuk biosand filter berkisar antara 59,91% - 63,41%, sedangkan untuk activated carbon konsentrasi COD mengalami penurunan antara (-162,50%) - 87,59%. Hal ini dikarenakan adanya proses biokimia, aerasi dan adsorpsi pada biosand filter-activated carbon.

Kata Kunci: *Chemical Oxygen Demand (COD), Biosand Filter -Activated Carbon, filtrasi, adsorpsi dan Efisiensi*

PENDAHULUAN

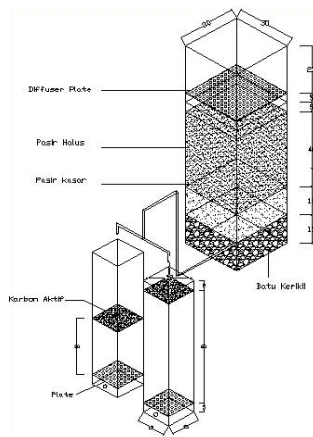
Dewasa ini terkenal istilah *laundry* yaitu suatu jasa yang menawarkan fasilitas dalam kegiatan pencucian pakaian, karpet, boneka secara lengkap. Dimana jasa *laundry* ini sangat membantu sebagian besar mahasiswa yang berada di kota Yogyakarta ini. Dengan mempertimbangkan permasalahan yang ada, maka sekiranya perlu dipikirkan suatu pengolahan atau teknologi yang sesuai agar dapat menurunkan tingkat bahaya yang ditimbulkan oleh kegiatan *laundry* tersebut. Sehingga pada penelitian

ini akan dibahas masalah penurunan parameter COD dengan menggunakan alat atau teknologi “*Biosand Filter-Activated Carbon*”.

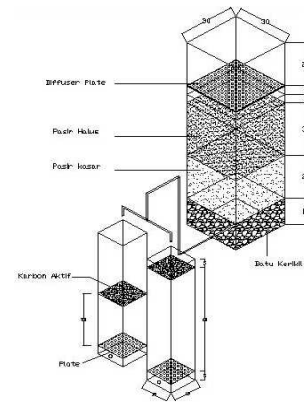
Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi COD dari limbah cair sisa proses laundry dengan menggunakan teknologi “*Biosand Filter-Activated Carbon*”. Untuk mencari variasi media yang paling efektif sehingga mendapatkan penurunan kadar COD (*Chemical Oksigen Demand*) yang paling optimal. Manfaatnya yaitu memberikan data informasi tentang kemampuan reaktor “*Biosand Filter-Activated Carbon*” untuk menurunkan konsentrasi COD dari limbah cair sisa proses laundry. Selain itu manfaatnya adalah menjadikan stimulasi atau pendorong untuk peneliti lain guna mempelajari alternatif-alternatif pengolahan limbah cair dari sisa poses pencucian kegiatan laundry dalam menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)*.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengukuran parameter COD dari limbah laundry dengan menggunakan teknologi *biosand filter-activated carbon* dilakukan pengambilan sampel 7 titik setiap dua hari sekali. Dimana air limbah laundry ditampung pada bak *reservoir* yang berada diatas tower dan keluar melalui pipa dengan pengaturan debit, sehingga air mengalir pada kedua reaktor *biosand filter* dengan variasi media berbeda. Penambahan jumlah oksigen dilakukan suplai udara dengan menggunakan *buble aerator* pada unit *biosand filter*. Adapun proses yang terjadi pada unit *biosand filter* yaitu, aerasi, biologis dan filtrasi. Setelah melalui unit *biosand filter* air dialirkan menuju unit *activated carbon* dengan ketinggian 30 cm dan 60 cm, dimana pada *activated carbon* terjadi proses adsorpsi.



Gambar: BSF 1 (40:15:15)-I.30 dan I.60



Gambar: BSF2 (35:25:15)- II.30 dan II.60

Analisis Laboratorium COD

Air limbah laundry setelah melalui proses pada biosand filter-activated carbon kemudian dilakukan analisa di laboratorium. Metode uji yang digunakan yaitu metode Refluk Terbuka Secara Filtrasi SNI 06-6989.15-2004

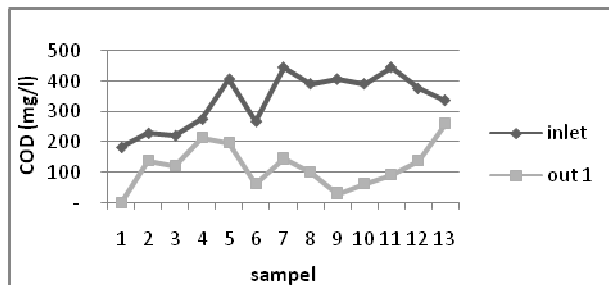
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi COD Awal

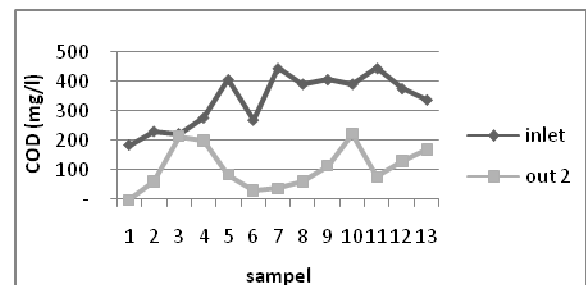
No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	COD	mg/l	334,08
2	pH		8

1. Biosand Filter

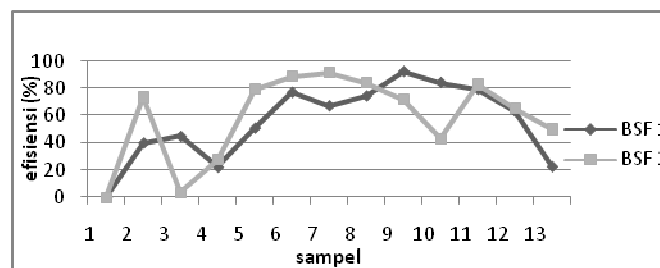
Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi COD dalam air limbah *laundry* mengalami penurunan setelah melalui proses pada reaktor *biosand filter* selama kurang lebih 1 bulan. Penurunan COD pada kedua unit *biosand filter* yang memiliki ketinggian media filter yang berbeda relatif hampir sama



Gambar: Grafik Konsentrasi COD inlet dan Outlet BSF 1



Gambar: Grafik Konsentrasi COD dan Outlet BSF2



Gambar: Grafik Efisiensi Biosand Filter

Pembahasan

Pengujian parameter COD sangat penting hal ini 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 (Alaerts, 1984).

Proses aerasi juga membantu dalam proses penurunan beban pencemar dalam air limbah sehingga secara tidak langsung dapat menurunkan konsentrasi COD dalam air limbah. Dimana menurut Fardiaz (1976), pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85 % dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam dengan reaksi sebagai berikut :



Penurunan COD sangat dipengaruhi proses biologis yang terjadi dalam unit BSF. Penurunan konsentrasi COD juga dipengaruhi oleh ketebalan dari lapisan *biofilm* yang melekat pada permukaan pasir dan lamanya BSF tersebut beroperasi. Lapisan *biofilm* yang melekat pada pasir berfungsi sebagai oksidator yang akan menyebabkan bahan organik terlarut dalam air mengalami reaksi oksidasi reduksi dengan bantuan mikroorganisme. Pada prinsipnya pengolahan secara biologi merupakan pengembangan dari penjernihan air secara alami (self purification) (Mangunwijaya, 1994)

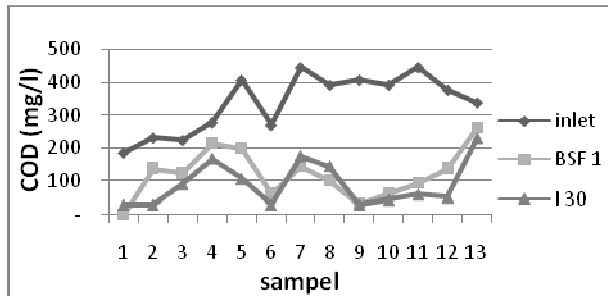
Proses filtrasi pada unit *biosand filter* digunakan untuk menyaring zat-zat organik yang ada didalam air limbah. Pada penelitian ini media yang digunakan adalah pasir dan kerikil. Adanya proses filtrasi pada unit *biosand filter* bertujuan untuk mengurangi konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD). Zat-zat organik yang telah tertahan pada pori atau celah-celah pasir ini akan mengalami proses biologi, yaitu zat organik akan didegradasi oleh mikroorganisme. Adanya mikroorganisme pada media filtrasi ini disebabkan karena media filtrasi ikut digunakan pada waktu *seeding* berlangsung sehingga pada media akan tumbuh mikroorganisme

Biosand filter merupakan kombinasi mekanisme fisik dan proses biologis. Air mengalir diatas filter, zat organik yang terkandung didalamnya akan terperangkap dipermukaan pasir membentuk lapisan biologis atau *schmutzdecke*, lebih dari satu sampai 3 minggu membentuk koloni *schmutzdecke*, dimana makanan organik dan oksigen didapat dari air sepenuhnya.

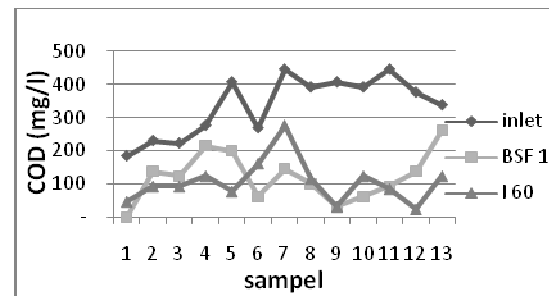
Variasi media yang digunakan pada unit *biosand filter* sangat berpengaruh dalam menurunkan konsentrasi COD meskipun perbedaan efisiensi tidak terlalu besar. Dapat dilihat efisiensi rata-rata yang terlihat pada kedua unit BSF yaitu untuk BSF 1 sebesar 59,91% dan untuk BSF 2 effisiensinya sebesar 63,79%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa BSF 2 dengan variasi ketinggian media 30: 25: 15 lebih baik dalam menurunkan konsentrasi COD pada air limbah *laundry* bila dibandingkan dengan BSF 1 dengan variasi ketinggian media 40: 15: 15.

Activated Carbon

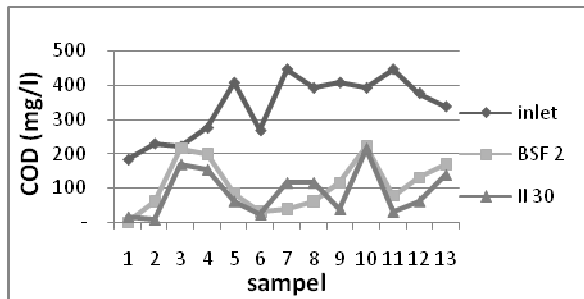
Pada unit activated carbon dimana outlet dari kedua unit BSF bertindak sebagai inlet untuk unit *activated carbon*. Hasil pengujian konsentrasi COD setelah melalui unit *activated carbon* dapat dilihat pada Gambar berikut:



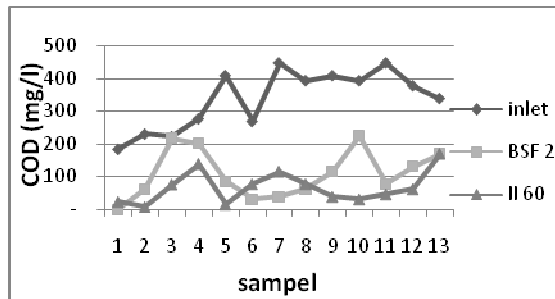
Gambar: Grafik konsentrasi COD pada inlet BSF1 Terhadap Activated Carbon 30 cm



Gambar: Grafik konsentrasi COD pada inlet BSF1 terhadap Activated Carbon 60 cm



Gambar: Grafik konsentrasi COD pada inlet BSF2 terhadap Activated Carbon 30 cm



Gambar: Grafik konsentrasi COD pada inlet BSF2 terhadap Activated Carbon 30 cm

Pembahasan

Proses yang terjadi pada unit *activated carbon* ini yaitu proses adsorpsi. Pada proses adsorpsi ini terjadi mekanisme fisik-kimia, dimana terjadi proses pemisahan komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Dalam hal ini bahan-bahan kimia pencemar yang terkandung dalam air limbah akan berpindah ke permukaan *activated carbon*. Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses bolak-balik (Tinsley,1979).

Dalam penelitian ini, *activated carbon* hanya dapat melakukan proses adsorpsi pada ketinggian 30 cm rata-rata mulai hari ke 13 dan untuk ketinggian 60 cm pmulai hari ke 11 konsentrasi COD setelah di proses pada unit *activated carbon* menunjukkan hasil yang negatif.. Dikarenakan kondisi tersebut sudah tertutup oleh endapan limbah. Endapan tersebut terakumulasi dan terbawa oleh aliran limbah sehingga konsentrasi limbah tersebut meningkat. Kemungkinan lain yang terjadi karena konsentrasi limbah yang terlalu pekat dan waktu tinggal yang terlalu kecil

Faktor lain yang menyebabkan tidak terjadinya penurunan konsentrasi COD melainkan peningkatan konsentrasi pada unit *activated carbon* yaitu pH. Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat apabila pH diturunkan yaitu dengan menambahkan asam-asam mineral, ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam

organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali adsorpsi akan berkurang sebagai terbentuknya garam. (Efendy,2004). Kemungkinan lain yang terjadi *activated carbon* kembali berfungsi, karena pada saat itu limbah dapat mengalir secara merata pada permukaan *activated carbon*. Sehingga *activated carbon* yang jarang dilewati (dialiri) limbah mampu mengadsorpsi senyawa organik dalam jumlah yang lebih banyak dari sebelumnya.

Kesalahan dalam menganalisa sampel bisa menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi COD melainkan kenaikan konsentrasi COD. Dimana senyawa nitrit (NO_2), ferro (Fe^{2+}), Sulfida (S^{1-}) dan Mangan (Mn^{2+}) merupakan senyawa-senyawa yang tidak stabil dalam air, sehingga mudah sekali teroksidasi. Teroksidasinya senyawa-senyawa anorganik ini menyebabkan hasil analisis akan lebih tinggi dari nilai yang sebenarnya. (Horas P. H., dan Abdul R.).

Dimana dalam air limbah laundry terkandung deterjen. Jenis deterjen yang biasa digunakan antara lain jenis deterjen sintesis anionik terdiri dari garam-garam natrium dan teroksidasi membentuk ion Na^+ dan sebuah ion Na^{+d} dan sebuah on surfaktan yang bermuatan negatif. Jenis ini sering digunakan dalam industri pembuatan deterjen sintesis. Sedang bentuk yang paling banyak digunakan adalah yang berasal dari sulfonat dan sulfat. Pada air limbah laundry ini juga mengandung campuran urea (Nitrogen 46%). . Nitrogen yang berada dalam air limbah mula-mula berasal dari nitrogen organik dalam bentuk protein. Dengan bertambahnya waktu, kadar nitrogen organik berkurang karena dikonversi menjadi amonia. Apabila keberadaan oksigen mencukupi, amonia dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat. Akibatnya kadar amonia berkurang, sedangkan kadar nitrit dan nitrat berkurang. (Effendi ,2003)

Air imbah *laundry* mengandung konsentrasi COD antara 184,32 mg/l sampai dengan 445,44 mg/l. Setelah diolah dengan menggunakan unit *biosand filter* konsentrasi COD mengalami penurunan yang signifikan, dimana efisiensi yang didapat berkisar antara 59,91-63,41% . Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan menggunakan unit *activated carbon* nilai konsentrasi COD turun antara (167,50%) sampai dengan 87,59%. Dimana dalam penurunan konsntrasi COD pada limbah laundry menggunakan *activated carbon* tidak menunjukkan hasil yang maksimal. Penurunan konsntrasi yang tidak maksimal dengan menggunakan *activated carbon* juga terjadi pada parameter minyak lemak, TSS dan BOD.

Menurut PP no 82 Tahun 2001 tentang Penelolaan Kualitas air dan Pengendalian pencemaran Air menyebutkan bahwa nilai COD maksimum untuk limbah yang akan dibuang ke badan air sebesar 25 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa reaktor *biosand filter-activated carbon* belum cukup efektif dalam menurunkan konsentrasi COD yang terkandung dalam limbah *laundry* untuk mencapai stándar baku mutu yang diinginkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh bahwa *Biosand Filter* mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 59,91-63,41%, sedangkan *activated carbon* tingkat penurunan tertinggi sebesar 87,50% dan terkecil -162,50%.
2. Berdasarkan hasil penelitian variasi ketinggian yang digunakan yaitu variasi ketinggian media *Biosand Filter* 2 (30:25:15) – *Activated Carbon* II.60 menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi COD paling efektif jika dibandingkan dengan variasi ketinggian media yang lainnya.

3. Berdasarkan hasil penelitian perbedaan ketinggian media kurang begitu signifikan mempengaruhi penurunan *Chemical Oxygen Demand (COD)* dalam air limbah *laundry* dan hal tersebut didukung pula dengan hasil uji ANOVA.

Saran

1. Perlu adanya persiapan desain reaktor dan persiapan media yang lebih baik, sehingga unit tersebut siap digunakan dan dapat berfungsi lebih optimal.
2. Disarankan pula sebaiknya melakukan percobaan variasi dengan diameter butiran yang berbeda dan variasi ketinggian media dengan interval yang cukup jauh berbeda. Hal tersebut untuk mendapatkan *Biosand Filter-Carbon Active* yang mampu menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* paling efektif.
3. Untuk penelitian berikutnya, kondisi alat penelitian diteliti dengan cermat apakah siap untuk digunakan atau belum sehingga tidak terjadi kerusakan alat saat penelitian sedang berlangsung yang dapat mempengaruhi hasil analisa.
4. Disarankan pula pada penelitian selanjutnya, dilakukan penghitungan HL (*headloss*) sehingga diketahui kapan waktu pencucian media filter (*backwash*).
5. Untuk penggunaan Activated Carbon lebih diperhatikan spesifikasi dan aktivasi dari Activated Carbon tersebut.
6. Pemakaian bakteri saat proses *seeding* tidak dilakukan dengan penambahan mikroba dari sumber lain, disarankan menggunakan mikroba asli limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., dan S.S., Santika, 1984, ***Metode Penelitian Air, Usaha Nasional***, Surabaya, Indonesia.
- Effendi, H., 2003, *Telaah Kualitas Air* , Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Effendy,S.,2004, *Kajian Pembuatan Karbon Aktif dari Batu Bara Antrasit Ligid Asam Menggunakan Metode Kombinasi Teknik Aktifasi Kimia dan Fisika*, Jurnal Departemen Teknik Pertambangan, ITB, Bandung
- Horas, P.H. dan Abdul, R.,2000, **Penentuan Kebutuhan Oksigen Kimiawi**.
- Mangunwidjaja, D. dan Suryani, A., 1994, ***Teknologi Bioproses***, Swadaya, Jakarta.
- PP No.82 Tahun 2001 tentang ***Pengendalian Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air***.
- Tinsley, 1979, ***Chemical Concepts in Pollutan Behavior***, Oregon State University, Carvallis

LAMPYRAN