

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari reaktor *Aerokarbonbiofilter* dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) serta waktu jenuh (*Clogging*) dari *adsorben* dalam mengadsorpsi bahan pencemar tersebut.

Reaktor *Aerokarbonbiofilter* yang digunakan tersusun dari aerasi, karbon aktif, zeolit, media sheeding dan pasir kuarsa. Pemeriksaan sample dilakukan dua hari sekali, dengan pengambilan sampel pada inlet dan outlet sampai terjadi kejenuhan pada media filter (*Clogging*).

4.1 Proses *Seeding* Pada Reaktor Aerokarbon Biofilter.

Penelitian dengan menggunakan Aerokarbonbiofilter ini dimulai dengan melakukan perendaman media (*seeding*) selama 40 hari dengan menggunakan air limbah domestik dari *septik tank* yang berasal dari FTSP Universitas Islam Indonesia. Proses *seeding* sendiri bertujuan untuk memaksimalkan jumlah bakteri yang berperan dalam proses degradasi zat organik. Sehingga dengan semakin banyaknya jumlah bakteri maka akan semakin banyak zat organik pada air limbah yang akan terdegradasi sehingga diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal dalam penurunan konsentrasi TSS pada air limbah. Untuk mempercepat proses pertumbuhan bakteri pada proses *Seeding* pada reaktor *Aerokarbonbiofilter* maka pada hari ke 30 ditambahkan lumpur (*sludge*) yang berasal dari *aerated pond* IPAL Sewon, sebanyak 5 % dari volume media *seeding*, yakni sekitar 0.9 Lt. hal ini bertujuan untuk mempersingkat pertumbuhan bakteri pada proses *Seeding* yang biasanya memerlukan waktu yang lama. Media *Seeding* yang digunakan yaitu *Styrofom* yang kemudian media tersebut direndam dengan air limbah. Media *styrofom* dipilih karena memiliki pori-pori dan celah yang banyak untuk pertumbuhan bakteri. Karena bentuknya yang berupa butiran-

butiran kecil dengan diameter kira-kira 50 mm. sehingga dengan luas permukaan yang banyak ini akan memberikan kesempatan bagi banyak bakteri tumbuh melekat pada media.

Pada penelitian ini dilakukan pengecekan awal antara inlet dan outlet pada Aerokarbonbiofilter pada hari ke 40 tanpa menggunakan media *adsorpsi* (karbon aktif dan zeolit). Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi peran mikroorganisme pada media *Sheeding* dalam mendegradasi bahan Suspended Solid yang terdapat dalam air limbah.

Hasil Pengujian awal yang dilakukan dilaboratorium maka konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada inlet sebesar 374 mg/l. Dan konsentrasi pada outlet proses biologis ialah sebesar 179 mg/l. Dan efisiensi removal mencapai 52%. Hal ini cukup menggambarkan bahwa kondisi bakteri sudah *steady* dan siap untuk digunakan.

Dimana sesuai dengan Kep MenLH 112/2003 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik menyebutkan batas maksimum untuk TSS sebesar 100 mg/l untuk air limbah yang akan dibuang ke badan air.

Tabel 4.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Minyak dan lemak	mg/L	10

(Sumber : KepMenLH 112/2003)

Maka dapat dipastikan apabila limbah domestik ini dibuang langsung begitu saja ke lingkungan atau badan air tanpa pengolahan lebih dahulu akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan yang akan mengarah pada pencemaran. Untuk meminimalisasi dampak tersebut maka perlunya dilakukan pengelolaan pada limbah domestik sebelum dibuang ke lingkungan, yaitu salah satu alternatifnya dengan menggunakan Reaktor *Aerocarbonbiofilter*.

Dari penelitian tahap awal tersebut maka efisiensi penurunan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) adalah sebesar 52%. Hal ini dapat dibuktikan

dengan melihat secara fisik pada media styrofoam terlihat seperti berlendir, berubah warna agak kecoklatan dan pada air limbah *Seeding* tidak berbau seperti pada sebelum *Sheeding*. Sehingga dengan ini cukup menggambarkan bahwa telah terjadi perkembangan mikroorganisme pada saat proses *Seeding* dan media *Sheeding* pada *Aerokarbonbiofilter* sudah dapat digunakan untuk meremoval air limbah dan telah dapat dilakukannya pengolahan limbah secara kontinyu.

Pada proses *Sheeding* menggunakan bakteri *aerob* sehingga diperlukan suplai oksigen yang cukup, untuk menambah suplai oksigen tersebut maka digunakan *buble aerator* yang terpasang pada bak proses *seeding*. Selain suplai oksigen, diberikan juga suplai nutrisi yang berupa urea yang diberikan setiap 3 hari sekali. Selain itu setiap hari dilakukan pengukuran pH dan Temperatur inlet maupun outlet air limbah tersebut.

4.2 Total Suspended Solid (TSS).

Pada penelitian ini dilakukan pengujian konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) setiap 2 hari sekali sampai media filter mengalami kejenuhan (*Clogging*).

Pada hari pertama penelitian didapatkan konsentrasi inlet pada limbah *septic tank* 373 mg/liter dan konsentrasi outlet dari reaktor *Aerokarbonbiofilter* terdapat 48 mg/liter sehingga persentasi penurunan TSS pada hari pertama penelitian sebesar 87%, dari hari ke hari konsentrasi baik inlet, outlet dan persentase mengalami kenaikan dan penurunan sampai pada hari ke 21 dan setelah itu persentase mengalami penurunan secara terus menerus sampai pada hari ke 29 dan persentasi mencapai 19%.

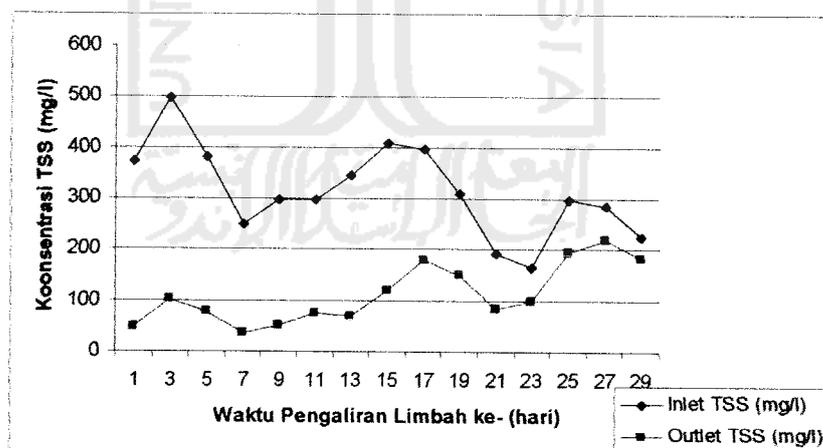
Pada penelitian ini kejenuhan mulai terjadi pada hari ke 24 sampai pada hari terakhir yaitu hari ke 29, dimana efisiensi pada reaktor *Aerokarbonbiofilter* terus-menerus mengalami penurunan yaitu sebesar 40%,34%,23% dan efisiensi pada hari terakhir atau hari ke 29 adalah sebesar 19%. Hal ini disebabkan media filter pada reaktor *Aerokarbonbiofilter* telah mengalami kejenuhan (*Clogging*) sehingga pada akhirnya tidak mampu lagi meremoval limbah tersebut.

Pengujian dilakukan pada dua titik yaitu inlet pada bak penampung dan outlet pada reaktor *Aerokarbonbiofilter*.

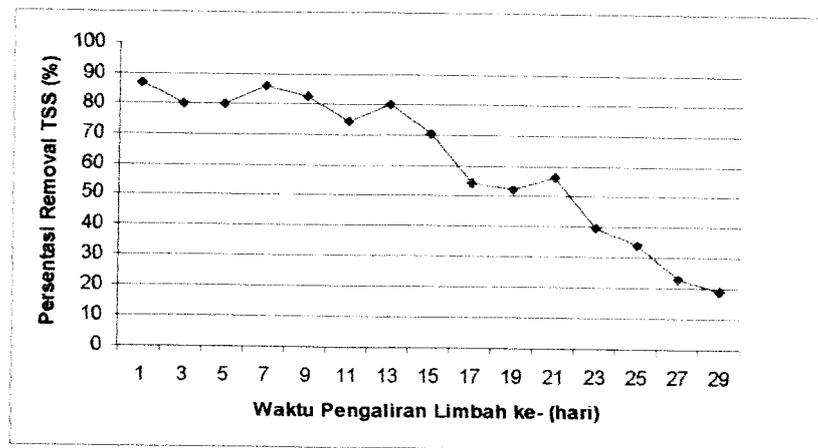
Dan dari hasil penelitian diperoleh hasil penelitian terhadap konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Pengukuran Konsentrasi TSS.

Sampel Ke-	Konsentrasi inlet	Konsentrasi outlet	Persen(%) Removal
1	373	48	87
2	499	101	80
3	381	77	80
4	250	35	86
5	296	52	82
6	297	75	75
7	345	69	80
8	408	121	70
9	395	181	54
10	310	149	52
11	191	84	56
12	165	99	40
13	296	195	34
14	286	220	23
15	226	183	19
rata-rata	289	113	61



Gambar 4.1 Penurunan Konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.



**Gambar 4.2 Persentasi Efisiensi
Penurunan TSS.**

Berdasarkan grafik diatas reaktor Aerocarbonbiofilter sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS). Dari data hasil penelitian diatas yang terdapat pada Grafik bahwa efisiensi penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada reaktor *Aerocarbonbiofilter* cenderung fluktuatif dan mengalami trend penurunan yang signifikan dari hari ke hari. Hal ini dapat dibuktikan dengan melakukan Analisa Statistik dengan metode Uji T- Test Berpasangan (*Paired Sample T-Test*). Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan penurunan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi TSS pada titik inlet dan outlet (sebelum dan sesudah mengalami pengolahan).

➤ **Hipotesis**

H_0 = Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah sama/tidak berbeda secara nyata).

H_1 = Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah tidak sama/berbeda secara nyata).

Dengan tingkat keyakinan atau *Confidence Interval* ($\alpha = 0.05$), berikut disajikan tabel output dari uji *T-paired*. Pada output bagian pertama terlihat ringkasan statistik dari kedua sampel. Untuk konsentrasi TSS sebelum mengalami

pengolahan (pada titik inlet), konsentrasi rata-ratanya 88.4210 mg/L dan setelah mengalami pengolahan konsentrasi rata-ratanya 59.1255 mg/L. Sedangkan pada output bagian kedua merupakan hasil korelasi antara kedua variabel, yang menghasilkan angka 0.27 dengan nilai probabilitas jauh dibawah 0.05 (lihat nilai signifikansi output yang 0.925). Hal ini menyatakan bahwa korelasi antara konsentrasi TSS sebelum dan sesudah mengalami pengolahan adalah sangat erat dan benar-banar berhubungan secara nyata.

➤ Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan pada uji statistik ini diambil berdasarkan nilai probabilitasnya,

- Jika probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak

Dengan melihat output bagian ketiga, dapat diketahui bahwa nilai t hitung yang diperoleh ialah sebesar 7.264 dengan probabilitas 0.000. Oleh karena probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak, atau konsentrasi TSS sebelum dan sesudah pengolahan tidak sama/berbeda secara nyata. Dengan kata lain, reaktor *Aerokarbinbiofilter* efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS secara nyata.

Dari hasil penelitian konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada inlet di setiap pengambilan sampel tergolong kecil dibandingkan dengan limbah-limbah lain pada umumnya, hal ini dikarenakan pada septik tank kandungan bahan padat secara langsung dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis didalam tangki. Dan fungsi dari septik tank itu sendiri adalah mereduksi kandungan bahan padat terlarut TSS pada limbah cair domestik. Sehingga kandungan TSS yang terdapat pada limbah domestik yang berasal dari *septik tank* secara tidak langsung sudah mereduksi kandungan TSS dan konsentrasi yang akan diolah oleh Reaktor *Aerocarbo biofilter* lebih kecil.

Pada inlet konsentrasi limbah berbeda dan mengalami fluktuatif, Hal ini disebabkan karena perbedaan waktu pengambilan sampel air limbah yang digunakan dan kondisi limbah yang tersebut berkaitan erat dengan besarnya beban pencemar yang diterima oleh sumber limbah (*septik tank*). Hal ini terjadi dikarenakan perbedaan waktu pengambilan pada sampel limbah karena

keterbatasan bak penampung sehingga kondisi limbah pada bak penampung berbeda pada setiap harinya.

Konsentrasi yang paling tinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 449 mg/l sedangkan konsentrasi inlet terendah pada hari ke 23 sebesar 165 mg/l. Dan Konsentrasi rata-rata TSS pada inlet sebesar 289 mg/l. Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada outlet juga mengalami fluktuatif. Konsentrasi outlet yang paling tinggi terjadi pada hari ke 27 sebesar 220 mg/l sedangkan konsentrasi outlet terendah pada hari ke 7 sebesar 35 mg/l. Dan konsentrasi rata-rata TSS pada outlet sebesar 113 mg/l.

Terjadi kenaikan konsentrasi outlet dari hari 1 sampai pada hari ke 29 hal ini disebabkan dari hari ke hari kondisi reaktor mengalami kejenuhan terutama pada pengolahan fisik yaitu media *filtrasi* (pasir) proses kerja pada media kurang maksimal yang dimungkinkan pada media ini terjadi *clogging*, mengingat media ini terdapat lumpur (*sludge*) dari *aerated pond* IPAL Sewon dan media *filtrasi* ini bekerja lebih awal dibandingkan dengan media lainnya.

Pada hasil penelitian diperoleh rata-rata persentasi dari penurunan parameter *Total Suspended Solid* (TSS) yaitu sebesar 61 %. Persentasi penurunan TSS ini mengalami variasi yang berbeda-beda pada setiap harinya dan mengalami kenaikan dan penurunan akan tetapi cenderung mengalami penurunan.

Pada hari pertama persentasi penurunan TSS sebesar 87%, dari hari ke hari persentase mengalami kenaikan dan penurunan sampai pada hari ke 21 dan setelah itu persentase mengalami penurunan secara terus menerus sampai pada hari ke 29 persentasi mencapai 19%. Penurunan persentasi ini disebabkan karena media filter pada *Aerokarbonbiofilter* mengalami kejenuhan (*Clogging*). Cepatnya kejenuhan (*Clogging*) pada media filter ini disebabkan karena sifat fisik dari limbah yang terdapat banyak faktor pengganggu seperti sampah-sampah dari sekitar *septic tank* dan uget-uget atau jentik-jentik nyamuk yang terdapat pada limbah *septic tank* tersebut.

4.2.1 Pembahasan

Proses penurunan konsentrasi TSS pada reaktor Aerokarbonbiofilter ini melalui 4 tahap mekanisme. Dibawah ini dijelaskan mekanisme ataupun proses yang terjadi pada setiap tahapan dari reaktor terhadap penurunan konsentrasi TSS.

4.2.1.1 Proses Aerasi

Aerasi didefinisikan sebagai perpindahan gas dari fase gas ke fase cair. Aerasi melibatkan adanya kontak antara udara atau gas lain dengan air yang menyebabkan berpindahnya suatu senyawa dari fase gas ke fase cair. Perpindahan massa zat dari fase gas ke fase cair atau sebaliknya (absorpsi-desorpsi), terjadi bila ada kontak antar permukaan cairan dengan gas atau udara. Mekanisme ini terjadi secara difusi. Gaya penggerak perpindahan massa dari udara ke dalam air atau sebaliknya dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi zat dalam larutan dan keluaran gas pada kondisi tertentu (Masduqi, A dan Agus S, 2002).

Pada penelitian ini jenis aerasi yang digunakan adalah Tray Aerasi yang tersusun atas empat tray. Pada tiap-tiap tray terdapat lubang-lubang untuk memperluas permukaan air sehingga oksigen yang terlarut diharapkan akan lebih banyak. Pada proses aerasi ini TSS juga dapat tersaring dan mengendap pada permukaan tray aerasi tetapi pada proses ini tidak terlalu berpengaruh pada penurunan konsentrasi TSS atau proses fisik pada air limbah.

Namun dengan adanya pengendapan TSS pada tray aerasi akan menurunkan efektifitas alat tray aerasi dalam menurunkan konsentrasi parameter zat organik yang lainnya. Karena apabila endapan tersebut dibiarkan terus-menerus akan menyumbat lubang tray aerasi dan mengurangi pemerataan aliran air keseluruhan permukaan dan hanya sebagian permukaan yang terlewati air limbah, serta mengurangi debit aliran dan memperlama waktu detensi saat proses aerasi dan membuat cepat jenuh media pada karbon aktif dan zeolit yang teraliri air terus-menerus.

4.2.1.2 Proses Kimia (Adsorbsi).

Pada reaktor Aerokarbonbiofilter ini menggunakan proses adsorbsi dengan 2 media, yaitu media karbon aktif dan zeolit. dimana TSS terserap pada permukaan karbon aktif dan zeolit. karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya. Proses adsorpsi oleh karbon aktif terjadi karena terjebaknya molekul adsorbat dalam rongga karbon aktif, sedangkan pada sisi aktifnya terjadi karena interaksi antara sisi tersebut dengan molekul adsorbat.

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).

Fungsi utama adsorbsi karbon ialah untuk menghilangkan senyawa organik, senyawa anorganik seperti nitrogen, sulfida, dan logam berat. Aplikasi lainnya ialah untuk menghilangkan senyawa yang dapat menyebabkan rasa dan bau pada air limbah. (Metcif & Eddy, 2003).

Proses adsorpsi pada media karbon aktif dan zeolit ini merupakan mekanisme removal yang paling efektif dalam penurunan TSS, Menurut Ahmad Nur (2006) Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa zeolit efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dengan Angka efisiensi penurunannya dapat mencapai 91,67 % sedangkan jika menggunakan karbon aktif angka efisiensi penurunannya hanya mencapai 77,78%. Hal ini cukup membuktikan bahwa absoepsi dengan menggunakan media karbon aktif dan zeolit sangat efektif.

Terjadinya penurunan efisiensi removal limbah secara terus-menerus mulai pada hari ke 24 disebabkan karena penyebaran limbah yang tidak merata sehingga menyebabkan *clogging* pada spray aerasi dan menyebabkan cepat jenuhnya media karbon aktif yang secara kontinyu yang dialiri air limbah sehingga tidak mengenyanya sebagian karbon aktif dan menyebabkan kejenuhan terjadi pada sebagian karbon aktif. Hal ini menyebabkan terjadinya penyempitan pori pada permukaan adsorben akibat *fouling* atau dapat dikatakan diameter pori

adsorban semakin mengecil. Hal inilah yang menyebabkan penurunan efisiensi removal secara terus menerus pada dari hari-kehari. *Clogging* terjadi ketika jumlah molekul terlarut pada limbah sama dengan molekul terlarut yang terserap pada adsorban (karbon aktif). Banyaknya molekul yang terakumulasi pada partikel karbon membuat pori karbon tersumbat serta tidak mampu lagi menyerap molekul lain yang terus terbawa bersama aliran limbah. Penurunan tingkat adsorpsi molekul disebabkan karena terjadinya penyempitan pori pada permukaan adsorben atau dapat dikatakan diameter pori adsorban semakin kecil. Semakin kecilnya diameter pori, akan mengakibatkan molekul-molekul yang lebih kecil dari pori tersebut akan lolos. Molekul-molekul yang lolos ini akan teradsorpsi pada media zeolit. Semakin banyak molekul yang lolos dari proses adsorpsi karbon aktif menyebabkan beban zeolit dalam mengadsorpsi molekul-molekul tersebut semakin besar. Selanjutnya hal ini akan menyebabkan media zeolit juga cepat jenuh.

Selain itu, juga disebabkan karena waktu kontak yang dibutuhkan oleh karbon aktif tidak memenuhi persyaratan yang sesuai dengan waktu kontak ideal bagi karbon aktif untuk melakukan proses adsorpsi. Pada unit karbon aktif waktu tinggal yang terjadi hanya ± 4 menit sedangkan waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontak cukup dan waktu kontak berkisar 10-15 menit (Reynolds, 1982) dan juga disebabkan karena semakin kecilnya konsentrasi TSS pada inlet. Dimana pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan yang terserap akan sedikit, sedangkan pada konsentrasi yang tinggi bahan yang terserap juga semakin banyak. Hal ini dikarenakan kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar. (Droste 1997).

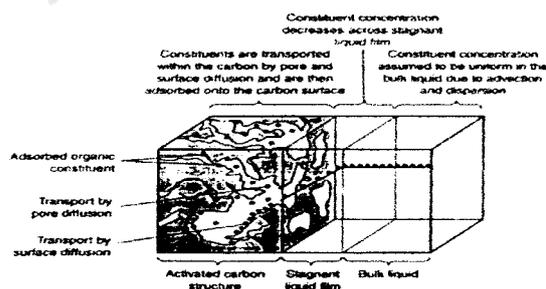
Karbon aktif adalah adsorben zat organik yang baik, dimana dapat meremoval zat organik dalam air dan partikulat yang menyebabkan rasa dan bau bila karbon aktif menyerap molekul yang lebih besar terlebih dahulu maka akan menutupi pori sehingga menyulitkan molekul yang ukuran lebih kecil untuk masuk dalam pori sehingga mempengaruhi proses adsorpsi (Cheremisinoff, 1978).

Zeolit kadang juga disebut dengan penyaring molekuler sehingga mampu memisahkan /menyaring molekul dengan ukuran tertentu.

Pada proses adsorpsi dengan media adsorban berupa karbon, terdiri dari 2 proses, yaitu proses adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika ialah suatu mekanisme dimana kontaminan organik akan terremoval dari suatu aliran udara. Melalui gaya Van Der Waal's suatu kontaminan akan terjebak didalam, dan tertahan oleh struktur pori media adsorben. Mekanisme ini sangat efektif untuk menghilangkan kontaminan organik. Sedangkan adsorpsi kimia ialah suatu mekanisme dimana kontaminan yang lebih kecil dan lebih ringan (yang sukar teradsorpsi secara fisik) dapat dihilangkan dari suatu aliran udara. Media adsorban terisi secara kimia, maksudnya ialah media diberi bahan-bahan pengisi kimia tertentu (*Chemical Impregnant*) yang terendapkan pada permukaan dan struktur pori media. *Chemical Impregnant* ini bereaksi dengan kontaminan pada fase gas dan mengikatnya pada permukaan media. Contohnya ialah penggunaan bahan pengisi berupa asam (*Acid Impregnant*) untuk menghilangkan amonia dan basa lainnya dari suatu aliran udara (Donaldson Chemical Engineering, 2005).

Secara umum konsep adsorpsi pada permukaan pori dapat ditunjukkan seperti gambar berikut :

Gambar 4.3 Konsep adsorpsi pada permukaan pori (Cheremisinoff, 1978)



Gambar 4.4 Konsep adsorpsi pada unsur anorganik (Crittenden, 1999).

4.2.1.3 Proses Biologi

Ketika kontaminan yang mengandung senyawa organik kontak dengan Penurunan konsentrasi TSS ini disebabkan karena pada reaktor Aerokarbonbiofilter terjadi proses biologi yaitu ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media styrofoam dan *biofilter* maka TSS akan tertahan pada pori atau celah-celah media styrofoam dan *biofilter* tersebut. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah-celah media tersebut akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh mikroorganisme yang melekat pada media tersebut (*attached growth microorganism*). Hal ini terjadi karena TSS atau zat padat tersuspensi terdiri dari zat padat tersuspensi organik dan zat padat tersuspensi inorganik. Dimana zat padat tersuspensi organik ini dan juga bahan-bahan organik lainnya diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya, bahan-bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam volatile, alkohol, H₂, dan CO₂ (pranoto,2002).

Organisme, material organik akan dihilangkan / didegradasi oleh mikroorganisme melalui proses metabolik. Senyawa organik dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk membentuk sel baru atau menghasilkan energi yang dibutuhkan organisme untuk sistem kehidupannya. Menurut Tabak et. Al (1981); Kincannon dan Stover (1981); Kincannon, Stover dan Chung (1981); dan Kincannon et. Al (1981;1982), banyak senyawa organik toksik dapat didegradasi oleh organisme jika lingkungannya sesuai (Canter, W and R. C. Knox, 1985).

Pada penelitian ini, proses pengolahan secara biologis dilakukan pada kondisi lingkungan secara aerob dengan pertumbuhan melekat (*attached growth*). Dimulai dengan melakukan proses *Sheeding* (pembibitan bakteri pada media styrofom) selama 10 hari dengan penambahan sluge dari *aerated pond* IPAL Sewon yang bertujuan untuk mepersingkat waktu *sheeding* yang biasanya memakan waktu yang lama. Suplai oksigen pada proses ini menggunakan *buble Aerator*.

Sheeding ini sendiri bertujuan untuk menumbuhkan mikroorganisme dalam mendegradasi kandungan zat organik pada air limbah, karena dengan

Sheeding akan memperbanyak jumlah mikroorganisme sehingga dengan semakin banyaknya jumlah mikroorganisme maka akan semakin banyak zat organik pada air limbah yang akan terdegradasi sehingga memberikan hasil yang maksimal dalam penurunan konsentrasi TSS pada air limbah.

Adanya proses ini dibuktikan dari hasil pengujian konsentrasi TSS mengalami penurunan. Pada hari pertama diperoleh efisiensi tertinggi yaitu sebesar 87%. Hal ini dikarenakan pada hari pertama terjadi pertumbuhan mikroba dari sebuah kultur media sesuai dengan kurva pertumbuhan yaitu adanya log phase, eksponensial phase, stationary phase dilanjutkan dengan dead phase yang menyebabkan nilai efisiensi penurunan pada konsentrasi TSS mengalami penurunan sehingga pada hari ke 29 diperoleh efisiensi terendah sebesar 19%. (Prescott, 1999).

4.2.1.4 Proses Fisik

Dari rata – rata data hasil penelitian terjadi penurunan konsentrasi TSS yaitu rata-rata sebesar 61%. Penurunan konsentrasi TSS dapat terjadi karena di dalam reaktor Aerokarbonbiofilter terjadi mekanisme fisik yaitu proses screening (penyaringan) dengan media pasir kuarsa. Selain adsorpsi pada media karbon aktif dan zeolit, proses filtrasi ini merupakan mekanisme removal yang paling efektif dalam penurunan TSS, karena proses screening ini akan meremoval partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter. Ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media styrofoam, maka TSS akan tertahan pada pori atau celah-celah media pasir. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah-celah media pasir ini akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh bakteri. Suspended Solid tertahan dibukaan media filtrasi atau terendapkan dipermukaan media penyaring, sehingga tidak terbawa aliran Partikel tersebut terakumulasi dalam filter sampai pada suatu waktu dimana keberadaanya menyebabkan *headloss* yang tinggi dalam filter, sehingga filter harus di *backwash*.

TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad renik yang terutama disebabkan oleh kikisan yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah oleh erosi

tanah yang terbawa ke badan air. *Suspended solid* dapat dihasilkan oleh bahan organik maupun bahan anorganik (Alaert dan Santika 1987). Efisiensi penyisihan zat organik yang terjadi sampai dengan proses pengolahan difilter mencapai 85,41%, proses pengolahan dengan filter dapat menyingkirkan beberapa kontaminan dalam air baku seperti zat padat terlarut (TDS), zat padat tersuspensi (TSS), besi, mangan, kalsium, MBAS CO₂ agresif, CO₂ total, bikarbonat dan zat organik. (ITB Sains,2004)

Biosand filter adalah kombinasi proses biologis dan mekanisme. Air mengalir diatas filter, zat organik yang dibawa terperangkap di permukaan pasir halus membentuk lapisan biologis atau *scmutzdecke*, lebih dari satu sampai 3 minggu membentuk koloni *scmutzdecke*, dimana makanan organik dan oksigen didapat dari air sepenuhnya.

4 proses dalam menghilangkan pathogen dan kontaminan lain dalam filter :

- *Predation* yaitu mikroorganisme *scmutzdecke* mengkonsumsi bakteri dan pathogen lain yang ditemukan dalam air dengan cara menyediakan pengolahan air memiliki efektifitas tinggi.
- *Natural death* yaitu pathogen dihilangkan karena kekurangan makanan dan kurang dari temperatur optimal.
- *Adsorption* yaitu virus yang teradsorp (menempel) pada butiran pasir sekali menempel maka akan termetabolisme oleh sel atau tidak diaktifkan oleh antivirus kimia yang diproduksi oleh organisme dalam filter. Beberapa kandungan organik teradsorp pada pasir dan hilang dari air.
- *Mechanical trapping* yaitu sedimen, *cysts worms* dihilangkan dari air dengan terperangkap dalam ruang butiran pasir. Dimana pengendapan filter dapat terhilangkan beberapa kandungan anorganik dan logam dari air.

Biosand filter dapat menghilangkan lebih dari 90% *fecal coliform*, 100% protozoa dan helminths, 50-90% toksik organik dan anorganik, 95-99% *zinc*, *cadmium* dan *timah*, < 67% besi dan *manganase*, <47% *arsenic*, seluruh sedimen tersuspensi (CAWST,2007).

4.3 Penelitian Yang Telah Dilakukan Sebelumnya

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah ada penelitian serupa yang menggunakan reaktor “Aerokarbonfilter”, yaitu penyisihan TSS, dan pada limbah industri batik Nakula, Sleman yang dilakukan oleh Ahmad Nur (2006). Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui perbandingan efektifitas karbon aktif dan zeolit yang digunakan sebagai media adsorben dalam menurunkan parameter uji. Pemeriksaan parameter uji dilakukan pada inlet, outlet aerasi, outlet karbon aktif, dan outlet reaktor yang dilakukan pada menit ke 0, 30, 60, 90, dan 120.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa zeolit lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS dibandingkan dengan karbon aktif. Angka efisiensi penurunannya dapat mencapai 91,67 %. Sedangkan jika menggunakan karbon aktif, angka efisiensi penurunannya hanya mencapai 77,78%. Kedua nilai tersebut didapat pada saat pengambilan sampel pada menit ke 0. Selanjutnya pada menit ke 30 nilai tersebut mengalami penurunan, dan pada menit-menit berikutnya media adsorben sudah tidak dapat menurunkan konsentrasi parameter tersebut, bahkan cenderung terjadi kenaikan konsentrasi pada parameter yang diuji.

Untuk parameter TSS penggunaan media karbon aktif justru lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi parameter tersebut, angka efisiensi penurunan terbesar terjadi pada menit ke 0 dan mengalami penurunan yang tidak stabil pada menit-menit berikutnya.

Pada penelitian kali ini dengan *Aerokarbonbiofilter* dilakukan sedikit modifikasi, yaitu dengan cara menumbuhkan mikroorganisme didalam reaktor. Keterlibatan mikroorganisme tersebut diharapkan mampu meningkatkan efisiensi removal parameter uji, mengingat air baku yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah domestik, yang komponen utamanya berupa bahan organik dan fungsi dari mikroorganisme itu sendiri ialah untuk menguraikan bahan organik yang ada didalam air limbah.