

	Membran Keramik.....	57
4.2	Parameter <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i>	62
4.2.1	Hasil Pengujian TDS.....	62
4.2.2	Analisa Data TDS.....	66
4.2.2.1	T-Test untuk Analisa TDS pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.....	66
4.2.2.2	T-Test untuk Analisa TDS pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.....	67
4.2.3	Pembahasan Konsentrasi TDS pada Membran Keramik.....	68
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Limbah Domestik.....	12
Tabel 2.2 Komposisi Kontaminan Limbah Domestik.....	14
Tabel 2.3 Cara-Cara Penularan Penyakit Melalui Media Air Buangan.....	17
Tabel 2.4 Macam dan Perkiraan Jumlah Limbah Serbuk Gergaji di Kalimantan Timur.....	33
Tabel 2.5 Jenis Kayu dan Kandungan Kimianya yang Banyak Diolah di Kalimantan Timur.....	33
Tabel 2.6 Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran.....	38
Tabel 4.1 Ukuran Pori pada Membran Keramik.....	51
Tabel 4.2 Data Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 7,5 %.....	52
Tabel 4.3 Data Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 10 %.....	54
Tabel 4.4 Data Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 %.....	63
Tabel 4.5 Data Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 10 %.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengelompokan Bahan yang Terkandung Didalam Air Limbah (Sugiharto, 1987).....	16
Gambar 2.2 Proses Perubahan Bentomit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000).....	37
Gambar 2.3 Skema Zat Padat Total yang terdiri dari Zat Padat Terlarut dan Zat Padat tersuspensi.....	42
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 3.2 Reaktor Membran Keramik.....	47
Gambar 4.1 Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 7,5 %.....	53
Gambar 4.2 Efisiensi <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 7,5 %.....	53
Gambar 4.3 Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 10 %.....	54
Gambar 4.4 Efisiensi <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 10 %.....	55
Gambar 4.5 Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 %	63
Gambar 4.6 Efisiensi TDS pada Membran Keramik 7,5 %.....	63
Gambar 4.7 Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 10 %.....	65
Gambar 4.8 Efisiensi TDS pada Membran Keramik 10 %.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar-Gambar Penelitian
- Lampiran 2. Analisa Data Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t/t-Test)
- Lampiran 3. Tabel *Most Probable Number* (MPN)
- Lampiran 4. SNI M-03-1989-F untuk Parameter TDS
- Lampiran 5. Keputusan Gubernur Kepala Dearah Istimewa Yogyakarta
No. 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk
Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
- Lampiran 6. Data Ukuran Pori Membran Keramik dari Batan

Membran keramik adalah suatu alat yang terbuat dari tanah liat, pasir, dan serbuk gergaji yang dibakar pada suhu tertentu, komposisinya yang sederhana dan bahan baku terutama serbuk gergaji yang mudah didapatkan di alam tentu akan menghemat biaya serta dapat menjadi teknologi yang inovatif di negara kita.

Selain itu, pada dasarnya teknologi membran keramik yang akan digunakan untuk mengolah limbah domestik merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prof. Ir. Wahyono Hadi Msc. PhD, dari provinsi Jawa Timur. Penelitiannya mengenai penggunaan membran keramik untuk mengetahui efisiensi pemisahan optimum dalam memurnikan kadar garam didalam air pada daerah pesisir dan konsentrasi logam berat pada limbah *elektroplating* untuk penggunaan kembali bahan baku dengan tujuan untuk menyediakan air tawar di daerah pesisir yang airnya payau dan menyediakan konsentrat logam berat dari suatu limbah pelapisan logam sejenisnya agar dapat diproses kembali untuk bahan baku.

Dari hasil penelitian didapatkan data sebagai berikut : Efisiensi pemisahan optimum untuk salinitas berkisar antara 32-38% untuk material dengan komposisi keramik Karang Pilang : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 2,5 dengan kecepatan filtrasi 5 liter per jam. Air baku yang dengan kadar klorida 1.000 mg/L, 5.000 mg/L, dan 10.000 mg/ L terpisahkan salinitasnya masing-masing sebesar 33%, 32%, dan 38 % dengan kecepatan filtrasi masing-masing sebesar 5,96 L/jam, 4,32 L/jam, dan 4,7 L/ jam. Efisiensi pemisahan tertinggi untuk logam kromium terjadi pada komposisi material keramik Sidoarjo : pasir : arang yaitu 10 : 5 : 2, keramik Sidoarjo : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 1, keramik Karang Pilang :

pasir : arang yaitu 10 : 5 : 2,5, keramik Karang Pilang : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 1, dan keramik : serbuk gergaji yaitu 10 : 2,5. Dilihat dari hasil penelitian komposisi material keramik Sidoarjo : pasir : arang yaitu 10 : 5 : 1, keramik Sidoarjo : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 2, keramik Karang Pilang : pasir : arang 10 : 5 : 1,5, dan keramik : serbuk gergaji yaitu 10 : 2,5, merupakan komposisi yang mempunyai kemampuan pemisahan terbaik untuk logam tembaga.

Dengan penggunaan membran keramik ini diharapkan akan menghasilkan *effluent* limbah domestik yang berkualitas lebih baik yang sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Disamping itu, diharapkan penggunaan membran keramik ini dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat luas karena pengoperasiannya yang sederhana dan hemat biaya.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

- a) Apakah reaktor *membran keramik* dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS pada air limbah domestik dan berapa besar efisiensinya.
- b) Pada komposisi berapakah serbuk gergaji efektif dalam menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS.
- c) Berapakah waktu yang efektif untuk dapat menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS.

d. Parameter fisika

Yang termasuk di dalam parameter ini antara lain : Radioaktifitas, warna, kekeruhan, suhu, total residu penguapan, daya hantar listrik, kadar zat padat tersuspensi, dan kadar zat padat terlarut.

2.1.2 Sifat-Sifat Air Limbah

Kualitas air merupakan karakteristik air yang dicerminkan oleh parameter kimia organik, kimia anorganik, fisik, biotik, dan radioaktif bagi perlindungan dan pembagian air untuk berbagai peruntukkan tertentu (Anonim, 1990).

Pencemaran air dapat disebabkan karena limbah yang masuk kedalam danau, sungai, estuaria, perairan pantai, laut bebas atau badan air lainnya yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air. Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, perlu diketahui secara mendalam tentang kandungan yang ada didalam air limbah dan juga sifat-sifatnya Soegiharto (1987), membedakan air limbah berdasarkan atas sifatnya, yaitu sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologisnya.

a. Sifat fisik air

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik air limbah tersebut. Termasuk sifat fisik yang penting antara lain adalah kandungan zat padat, kejernihan, suhu, warna dan bau, Mahida (1984), juga menganalisis kekeruhan dalam uji coba terhadap sifat fisik air.

b. Sifat kimia air

Kandungan bahan kimia yang terdapat dalam air limbah dapat merugikan lingkungan dalam berbagai cara. Bahan kimia dan limbah dapat merubah pH, alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia (Dix, 1981). Pemeriksaan kimia air selain meliputi tolak ukur konsentrasi hidrogenion (pH), alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia seperti zat organik, amoniak, nitrogen, nitrat, nitrit, sulfida, khlorida, dan kimia toksis juga menganalisis kandungan oksigen terlarut, BOD, dan COD. Namun demikian Mahida (1984) mengatakan bahwa penentuan konsentrasi hidrogen ion (pH), dan kebutuhan khlor bukan merupakan uji coba baku.

c. Sifat biologi air

Indikator biologis didalam air dan air limbah yang digunakan sebagai indikator adanya pertumbuhan bakteri pathogen.

2.2 Sumber Air Limbah Domestik

Limbah domestik dari rumah tangga/ pemukiman saat ini merupakan sumber pencemaran air yang terbesar di Indonesia karena usaha-usaha pengolahan limbah penduduk masih sangat terbatas. Limbah domestik mengandung bahan-bahan pencemar orgaik, non organik dan bakteri yang sangat potensial untuk mencemari sumber-sumber air.

Sumber air limbah rumah tangga pada lingkungan berasal dari buangan rumah tangga, air buangan industri, air resapan yang masuk kedalam sistem pembuangan air hujan. Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. (Sugiharto, 1987).

2.2.1 Karakteristik Air Buangan Domestik

Air buangan perkotaan mengandung lebih dari 99,9 % cairan, zat-zat yang terdapat di dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberi corak kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi, maupun biologi.

a. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang menjadi parameter di dalam pengolahan meliputi : temperatur, total solid, warna, bau dan kekeruhan.

Sebagian besar penyusun air buangan domestik berupa bahan-bahan organik. Penguraian bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat, zat koloid, dan benda-benda terapung tidak segera mengendap. Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemar. Komponen penyusun bahan-bahan organik seperti protein,

b. Karakteristik Kimiawi

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

Di dalam air buangan domestik dijumpai karbohidrat dalam jumlah yang cukup banyak, baik dalam bentuk gula, kanji, dan selulosa. Gula cenderung mudah terurai sedangkan kanji dan selulosa lebih bersifat stabil dan tahan terhadap pembusukan (Sugiharto, 1987). Lemak dan minyak merupakan komponen bahan makanan dan pembersih yang banyak terdapat di dalam air buangan domestik. Kedua bahan itu berbahaya bagi kehidupan biota air dan keberadaannya tidak diinginkan secara estetika selain dari itu lemak merupakan sumber masalah utama dalam pemeliharaan saluran air buangan. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh kedua bahan ini adalah terbentuknya lapisan tipis yang dapat menghalangi ikatan antara udara dan air, sehingga menyebabkan berkurangnya konsentrasi DO. Kedua senyawa tersebut juga menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen untuk oksidasi sempurna.

Secara umum kontaminan yang terdapat pada air buangan/limbah domestik adalah seperti pada tabel di bawah ini :

lempung kering atau mineral lempung dengan cepat akan menyerap air, dan air yang terserap itu akan mengendap dengan pemanasan 100 -200° C. Flokulasi adalah proses penggumpalan butir-butir lempung menjadi gumpalan yang lebih besar, sedangkan deflokulasi merupakan kebalikannya yaitu proses dispersi gumpalan-gumpalan menjadi bagian-bagian yang kecil.

2. Plastisitas

Plastisitas adalah sifat yang memungkinkan lempung dapat diberi bentuk tanpa rekahan-rekahan dan bentuk tersebut akan tetap setelah gaya pembentuknya dihilangkan.

3. *Thixoptropy*

Thixoptropy atau daya bersuspensi adalah suatu sifat mineral lempung atau material lempung yang bila bercampur dengan suatu cairan akan membentuk suspensi. Sifat ini berkaitan dengan keplastisan.

4. Tekstur mineral lempung meliputi ukuran dan bentuk partikel lempung yang mempengaruhi keplastisan, kekuatan, mekanis, kemudahan pada pengeringan dan karakter produk setelah dibakar.

5. Warna lempung

Warna lempung ditentukan oleh kandungan senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon, kadang-kadang juga mineral

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangable cation* (ion-ion positif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostik. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermuatan negatif) akan “berenang” diantara partikel-partikel itu. Keadaan seperti ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double Layer*).

5. Permeabilitas Tanah (Lempung)

Permeabilitas didefinisikan sebagai bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang cair atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan energi tinggi ke titik energi yang lebih rendah. (Christady, 2002).

Untuk tanah lempung yang dibuat gerabah mengalami perlakuan seperti pemadatan, pengeringan, pembakaran. Gerabah yang masih mentah pori-porinya lebih kecil, karena pori lempung berisi air dan udara, setelah mengalami pembakaran air dan udara menguap sehingga pori melebar

6. Porositas Tanah (Lempung)

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan

Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C - 1800°C pada gas Nitrogen (N_2). *Hot pressing* dengan bahan dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C - 1800°C dengan tekanan 200 - 500 Kg/cm^2 . *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO_2 dibakar pada suhu 1350°C - 1600°C . *Chemical vapor deposition* (CVD) dengan bahan dasar SiH_4 dan NH_3 dipanaskan pada suhu 800°C - 1400°C . Selain itu masih ada metode-metode lain seperti *Hot Isolatic Press* (HIP), *atmospheric pressure sintering*, *Ultra high pressure sintering*, *Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering* (Ichinose, 1987).

Dalam proses pembakaran, jenis air yang harus dihilangkan adalah air suspensi, air antar partikel, air pori antar partikel setelah pengerutan, air terserap (*adsorpsi*) pada partikel dan air kisi dalam struktur kristalnya (Hartono, 1992).

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500°C . Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organik bahan. Pembakaran harus dilakukan perlahan-lahan sampai semua molekul air hilang, jangan sampai ada molekul air yang terjebak dalam bahan karena akan terjadi letupan yang merusak bahan. Pada suhu 300°C - 400°C zat-zat organik dan unsur karbon akan terbakar habis.

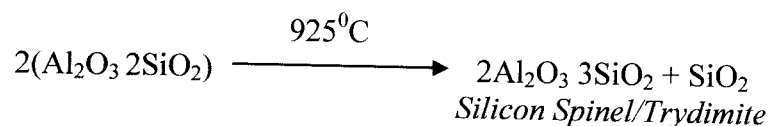
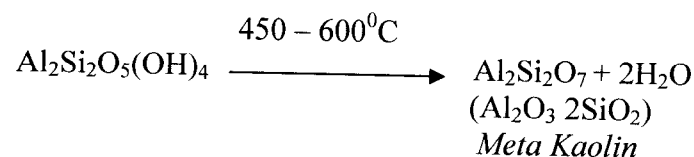
2) Tahap penggelasan

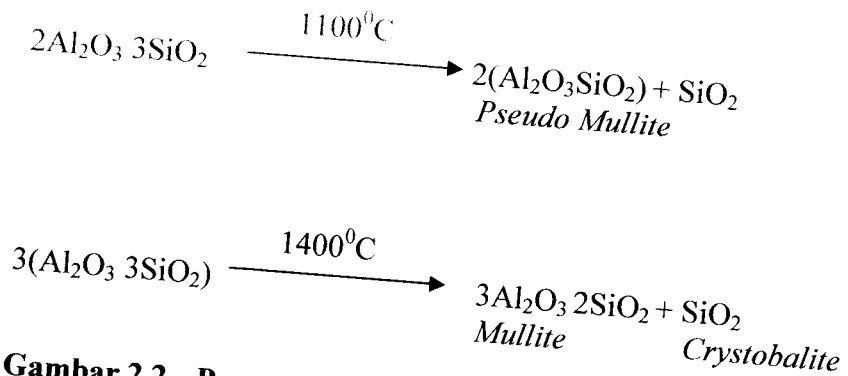
Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. Pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silica. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga sering disebut sebagai *inverse kwarsa*. Setelah suhu mencapai 600°C tingkat bakar dapat dipercepat sampai terbentuk sinter (kilau) dari bahan yaitu terjadi pada suhu 900°C-1200°C.

3) Tahap pendinginan

Pendinginan dilakukan perlahan-lahan, setelah suhu bakar yang dikehendaki tercapai. Jika suhu pembakaran dihentikan maka suhu tungku akan turun sedikit demi sedikit, sampai pada suhu kamar. Penurunan suhu yang demikian bertujuan untuk menghindari terjadinya keretakan pada keramik dan menjaga kondisi tungku bakar (Astuti, 1997). Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara.

Proses perubahan bentonit alam dalam pembakaran :





Gambar 2.2 Proses Perubahan Bentomit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000).

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6 Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran

Temperatur	Peristiwa yang Terjadi
30 -150°C	- Penguapan air mekanis dan air terserap
500 – 600°C	- Penguapan air mineral/ air kimia/ air kristal dari mineral lempung kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksotermal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (disosiasi) membentuk Mullite dan Trydimite $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \rightarrow 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \text{ (amorph)} + 4\text{SiO}_2 \text{ (trydimite)}$
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil (SiO_2)
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur

2.4 Parameter yang Akan Diteliti

Pada penelitian ini parameter yang akan diteliti adalah *Escherichia Coli* dan *Total Dissolved Solid (TDS)*.

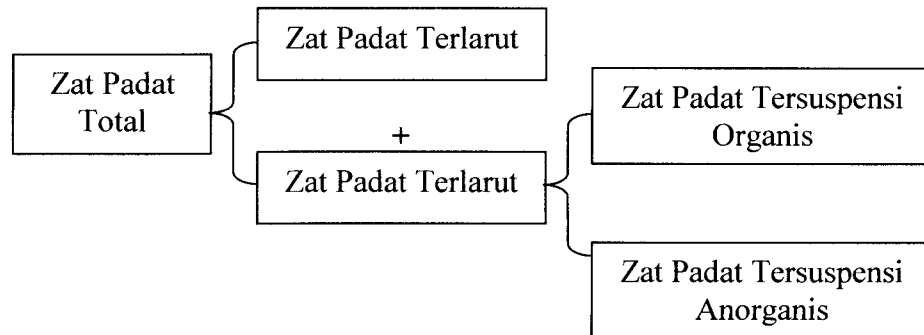
Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

Padatan Terlarut Total ((*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $< 10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter 10^{-6} mm – 10^{-3} mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μ m (Rao, 1992). Padatan terlarut adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada padatan suspensi. Padatan ini terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik yang larut air, mineral dan garam-garamnya. TDS biasanya disebabkan oleh bahan organik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan diperairan.

Jenis partikel koloid adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan yang merupakan komponen kejenuhan dari suatu senyawa kimia.

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air didalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu.

Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut, dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganik seperti pada skema dibawah ini :



Gambar 2.3 Skema Zat Padat Total yang terdiri dari Zat Padat Terlarut dan Zat Padat tersuspensi

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik.

Zat padat terendap adalah zat padat dalam keadaan suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Dimensi dari zat-zat padat tersebut diatas adalah dalam mg/l atau g/l, namun sering pula ditemui : ” % berat ” yaitu kg zat padat/ kg larutan, atau ” % volume ” yaitu dalam dm^3 zat padat /liter larutan.

2.5 Hipotesa

- Terjadi penurunan kandungan *Escherichia Coli* dan TDS setelah melalui proses filtrasi dengan menggunakan membran keramik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field experiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS dari sumber air limbah domestik dengan menggunakan membran keramik

3.2 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan *Escherichia Coli* dan TDS dari sumber air limbah domestik.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air bertempat di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon, Bantul, Yogyakarta di mana untuk tempat pengambilan limbahnya di ambil pada unit *screw pump* dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

3.4 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan April-Juli 2006 yang dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan skripsi.

meliputi buku-buku teks, laporan penelitian terkait, jurnal-jurnal dan penelusuran di internet.

b. Persiapan Penelitian

Bahan-bahan dalam yang digunakan dalam penelitian :

- a. Pasir kuarsa (silika) 10% dari berat tanah lempung 5 kg ;
- b. Tanah lempung
- c. Serbuk gergaji 1 kg
- d. Pipa PVC ukuran inchi
- e. Stop kran $\frac{3}{4}$ “ 2 buah
- f. Pompa
- g. Bak penampung (ember)
- h. Botol sampel air limbah

3.8 Cara Kerja

3.8.1 Desain reaktor

Perencanaan pembuatan reaktor yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Tanah Lempung
2. Pasir Kuarsa

Komposisi pasir kuarsa adalah 10% dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 kg tanah lempung.

3. Serbuk Gergaji

Adapun langkah-langkah dalam mengerjakan Uji t dua variabel adalah sebagai berikut :

Langkah 1. Membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

Langkah 2. Membuat H_a dan H_o model statistik :

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3. Mencari rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (s), dan varians (S).

Langkah 4. Mencari t_{hitung} dengan rumus :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

r = nilai korelasi X_1 dengan X_2

n = jumlah sampel

\bar{x}_1 = rata-rata sampel ke-1

\bar{x}_2 = rata-rata sampel ke-2

s_1 = standar deviasi sampel ke-1

s_2 = standar deviasi sampel ke-2

10 % dengan variasi waktu per 30 menit selama 3 jam. Pada pengujian ini titik sampling yang diukur yaitu inlet dan outlet. Berikut adalah hasil pengukuran dan grafik konsentrasi bakteri *E. Coli* didalam reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji.

a. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 5 %

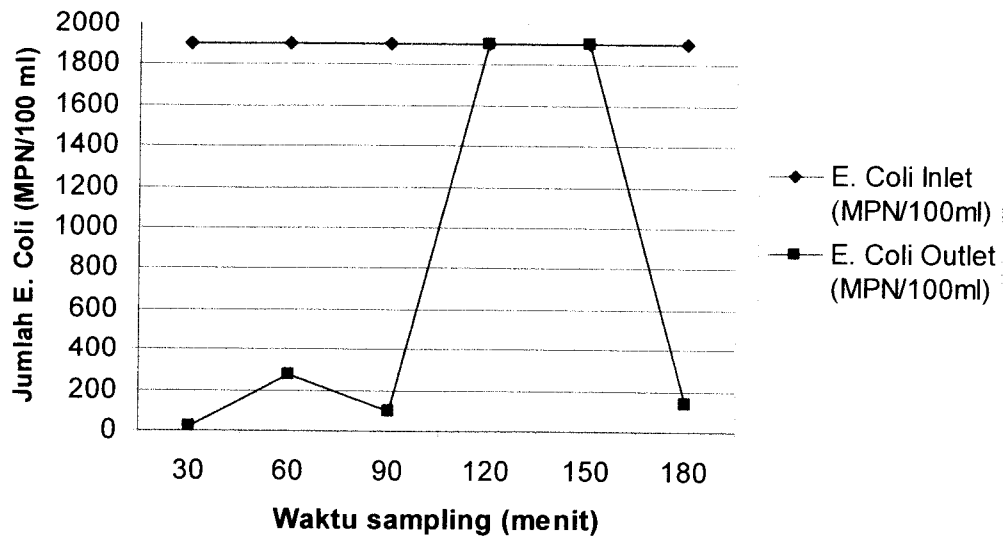
Dari proses *running* yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 % tidak mampu mengolah air limbah domestik. Hal ini disebabkan karena pada membran keramik memiliki pori yang berukuran lebih kecil yaitu $35,0415 \times 10^{-4}$ mikron, dari pada partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah domestik sehingga menyebabkan air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran keramik.

b. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

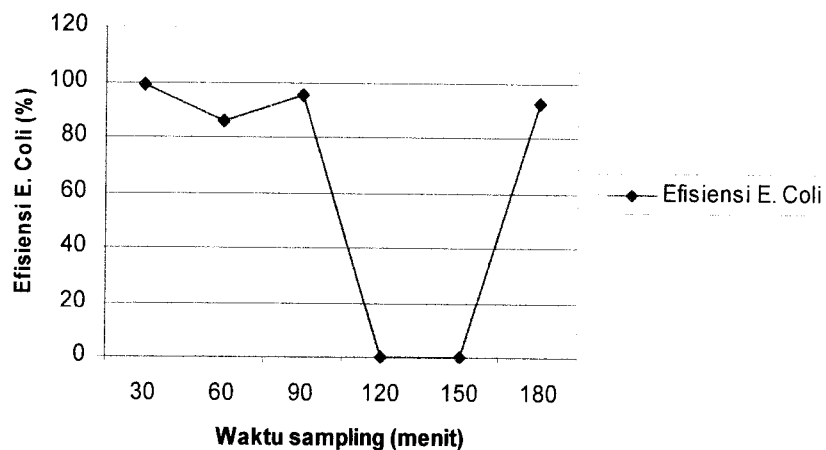
Adapun data hasil pengujian *E. Coli* dan efisiensinya dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %, dapat dilihat pada Tabel 4.2, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

Tabel 4.2 Data Konsentrasi Bakteri *E. Coli* pada Membran Keramik 7,5 %

Waktu (menit)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100 ml)	Efisiensi (%)
30	1898	20	98,9463
60	1898	271	85,7218
90	1898	95	94,9947
120	1898	1898	0,0000
150	1898	1898	0,0000
180	1898	139	92,6765



Gambar 4.1 Konsentrasi Bakteri *E. Coli* pada Membran Keramik 7,5 %



Gambar 4.2 Efisiensi *E. Coli* pada Membran Keramik 7,5 %

Pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2 efisiensi dari penggunaan membran keramik 7,5 % dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* berturut-turut per 30 menit dalam waktu 3 jam yaitu : 98,9463 %, 85,7218 %, 94,9947 %, 0 %, 0 %, 92,6765 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi *E. Coli* efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu ke 30 menit yaitu sebesar 98,9463 %.

E. Coli yang terkandung dalam 100 ml air digunakan tabel MPN (*Most Probable Number*).

Hasil pengujian pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % (dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.3) menunjukkan bahwa tidak terjadi penurunan konsentrasi *E. Coli* pada inlet yaitu sebesar 1898 MPN/100 ml. Hal ini disebabkan karena bakteri *E. Coli* berkembang biak sangat cepat hanya dalam beberapa menit saja bakteri telah memperbanyak diri sehingga konsentrasi *E. Coli* yang terkandung pada limbah domestik ini menjadi sangat tinggi. Pemiakan terjadi setiap 15-30 menit pada lingkungan yang ideal, yakni cukup pakan, oksigen dan nutrisi lain.

Pada outlet yang dihasilkan dari pengolahan dengan menggunakan membran keramik pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % menunjukkan hasil yang tidak stabil, dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 terjadi penurunan konsentrasi *E. Coli* pada menit ke-30 yaitu sebesar 20 MPN/100 ml dan ke-90 yaitu sebesar 95 MPN/100 ml sedangkan terjadi peningkatan konsentrasi kembali pada menit ke-60 yaitu sebesar 271 MPN/100 ml dan menit ke-120 sampai menit ke-150 sebesar 1898 MPN/100 ml dan terjadi penurunan kembali pada menit ke-180 sebesar 139 MPN/100 ml.

Sedangkan pada membran keramik dengan komposisi 10 % terjadi penurunan hanya pada menit ke-30 yaitu sebesar 139 MPN/100 ml sedangkan untuk menit ke-60 sampai menit ke-180 mengalami peningkatan dan berada pada kondisi stabil yaitu sebesar 1898 MPN/100 ml, dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3.

adsorpsi sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan mikroorganisme yang mengakibatkan bakteri mengalami kematian.

Peningkatan konsentrasi yang terjadi pada outlet pada membran keramik 7,5 % dan 10 % disebabkan karena faktor pertumbuhan bakteri yang sangat cepat karena adanya bahan-bahan organik mengandung nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan mikroorganisme sehingga mampu memenuhi kebutuhan mikroorganisme akan menyebabkan jumlah bakteri yang terkandung semakin banyak yang pada akhirnya akan mendesak keluar melalui pori-pori sehingga lolos dari membran keramik. Hal inilah yang menyebabkan konsentrasi *E. Coli* di dalam limbah tidak mengalami penurunan setelah melalui membran keramik.

Dalam penanganan bakteri *E. Coli* faktor yang paling penting dan harus dijaga adalah kesterilan seluruh peralatan yang digunakan. Dari hasil penelitian, pada membran keramik 7,5 % dan 10 % waktu yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* adalah pada menit ke-30. Hal ini disebabkan karena pada waktu ke 30 menit merupakan menit pertama pengambilan sampel dimana membran keramik masih berada dalam kondisi steril sehingga bakteri dapat mengalami penurunan karena adanya bakteri yang tertinggal dan mati pada saat proses penyaringan dan menghasilkan outlet dengan penurunan konsentrasi *E. Coli* cukup baik.

Pada penelitian membran keramik ini, penggunaan komposisi serbuk gergaji yang semakin tinggi akan mempengaruhi pembentukan pori, semakin tinggi komposisi serbuk gergaji yang digunakan maka pori yang terbentuk akan semakin besar. Hal ini terjadi karena pada saat pembakaran (pada suhu 900⁰C-1050⁰C)

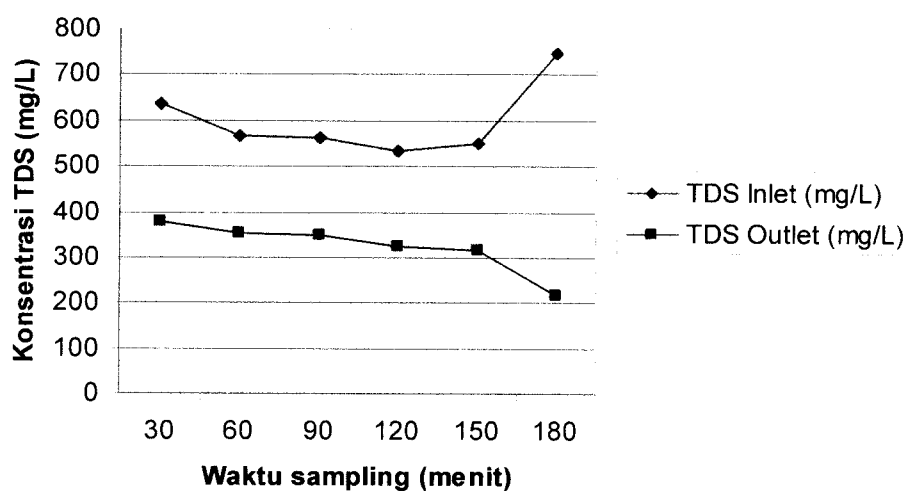
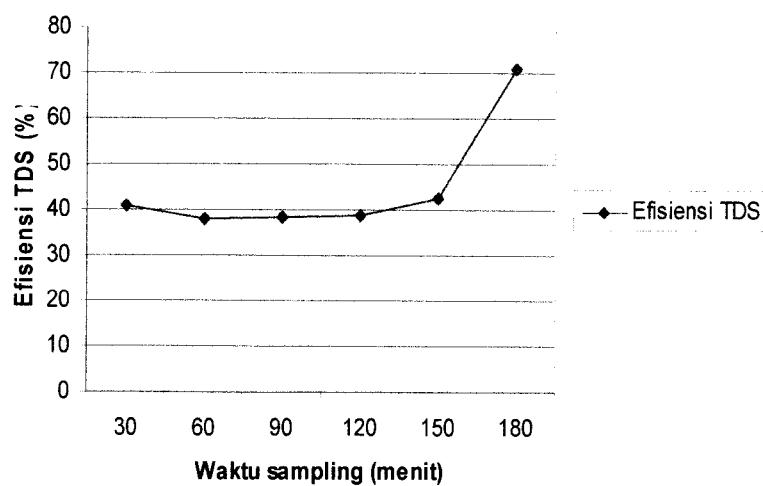
serbuk gergaji akan ikut terbakar menjadi abu yang menyebabkan terbentuknya celah (pori) pada dinding membran keramik.

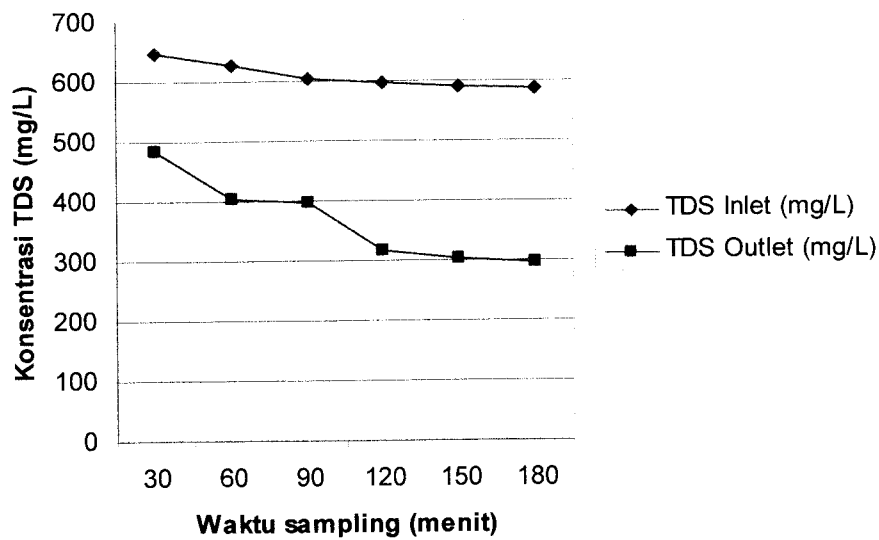
Dari hasil pengujian penggunaan membran keramik dengan kombinasi tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang berfungsi sebagai alat penyaring, efektif dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* pada limbah domestik. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa konsentrasi *E. Coli* berada di bawah standar baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No: 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair yaitu sebesar 100 MPN/100 ml untuk golongan II.

Adanya bakteri *E. Coli* di dalam air yang tidak memenuhi persyaratan dapat menyebabkan penyakit pada manusia seperti diare, disentri, kolera, dan demam tifus selain itu juga dapat menyebabkan infeksi pada luka yang terbuka. Disamping itu, material fecal yang mengandung *coliforms* yang tidak mengalami perlakuan akan menyebabkan kelebihan material organik di dalam air. Pembusukan material ini akan menghabiskan oksigen di dalam air sehingga akan membunuh ikan dan kehidupan aquatic lainnya. Air yang masih mengandung bakteri *E. Coli* tetapi terdapat dalam jumlah yang masih berada di bawah standar baku mutu dapat dihilangkan dengan cara pemanasan (dimasak) pada suhu $105^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$ selama ± 15 menit.

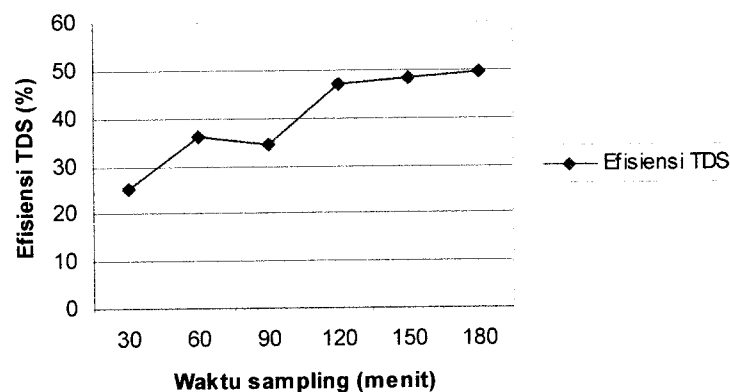
Tabel 4.4 Data Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 %

Waktu (menit)	Berat Cawan Kosong		Berat Cawan Isi		TDS		Efisiensi (%)
	Inlet (gr)	Outlet (gr)	Inlet (gr)	Outlet (gr)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	
30	38,1628	40,8397	38,1787	40,8491	636	376	40,8805
60	32,7882	28,3390	32,8024	28,3478	568	352	38,0282
90	29,2455	22,3613	29,2596	22,37	564	348	38,2979
120	27,2062	37,1426	27,2195	37,1507	532	325	38,9098
150	38,0841	38,9780	38,0978	38,9859	551	316	42,6150
180	31,8997	20,8651	31,9184	20,8706	747	219	70,7143

**Gambar 4.5 Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 %****Gambar 4.6 Efisiensi TDS pada Membran Keramik 7,5 %**



Gambar 4.7 Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 10 %



Gambar 4.8 Efisiensi TDS pada Membran Keramik 10 %

Pada Tabel 4.5 efisiensi dari penggunaan membran keramik 10 % dalam menurunkan konsentrasi TDS berturut-turut per 30 menit dalam waktu 3 jam yaitu : 25,3086 %, 35,9873 %, 34,4371 %, 46,9799 %, 48,4163 %, 49,6599 %. Dari hasil yang didapatkan dalam penurunan konsentrasi TDS efisiensinya mengalami kenaikan secara signifikan (dapat dilihat pada Gambar 4.8) sehingga dapat dikatakan bahwa

konsentrasi TDS pada inlet dan outlet pada limbah domestik karena nilai t hitung yang lebih besar dari pada nilai t tabel ($6,826021487 > 1,812$).

4.2.2.2 T-Test untuk Analisa TDS pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad : \bar{x}_1 = 608,8333333$$

$$\bar{x}_2 = 333$$

$$\text{Standar deviasi} \quad : s_1 = 24,15298463$$

$$s_2 = 32,58834147$$

$$\text{Varians} \quad : S_1 = 583,3666667$$

$$S_2 = 1062$$

$$\text{Korelasi} \quad : r_1 = 0,953112129$$

$$t_{\text{hitung}} = 16,82612166$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

$$\text{Sehingga diperoleh } t \text{ tabel} = 1,812$$

Dari data diatas didapat perbandingan t tabel dengan t hitung ternyata $-t$ tabel $\leq t$ hitung $\geq +t$ tabel $= -1,812 < 16,82612166 > 1,812$.

Sehingga dapat disimpulkan :

Dari analisis data menunjukkan bahwa pada membran keramik 10 % terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet air limbah domestik, karena nilai t hitung yang lebih besar dari pada nilai t tabel ($16,82612166 > 1,812$).

Daya adsorpsi molekul dari suatu adsorbat akan meningkat apabila waktu kontakannya dengan membran keramik lama. Makin lama waktu kontakannya akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik sehingga dapat menyebabkan penurunan pada TDS. Disamping itu, proses adsorpsi yang terjadi dipengaruhi oleh bahan penyerap (adsorben). Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorben, semakin luas permukaannya dan daya serap semakin besar. Kesetimbangan adsorpsi akan tercapai bilamana jumlah molekul yang meninggalkan permukaan adsorban sama dengan jumlah molekul yang diadsorpsi pada permukaan adsorban. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap (adsorban), yaitu:

1. Mempunyai luas permukaan yang besar.
2. Berpori-pori
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Pemilihan adsorben pada proses adsorpsi sangat mempengaruhi proses adsorpsi dan juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif.

Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorbsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (Tchobanoglous, 1991).

3. Waktu kontak

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 kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (Reynolds, 1982).

4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben.

Konsentrasi TDS yang tinggi dapat mengakibatkan tingginya daya hantar listrik, dimana daya hantar listrik yang tinggi akan meningkatkan ionisasi yang dapat menyebabkan korosi pada pipa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisa dan pembahasan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terjadi penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli* pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % sebesar 98,9463 % dari konsentrasi 1898 MPN/100 ml menjadi 20 MPN/100 ml pada menit ke 30 sedangkan pada komposisi serbuk gergaji 10 % terjadi pengurangan sebesar 92,6765 % dari konsentrasi 1898 MPN/100 ml menjadi 139 MPN/100 ml.
2. Pada membran keramik 7,5 % konsentrasi TDS mengalami penurunan sebesar 70,7143 % dari 636 mg/L menjadi 219 mg/L sedangkan pada membran keramik 10 % terjadi penurunan sebesar 49,6599 % dari 648 mg/L menjadi 296 mg/L.
3. Membran keramik yang paling efektif dalam menurunkan bakteri *E. Coli* dan TDS adalah membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5 %.
4. Untuk penggunaan membran keramik 7,5 % dan 10 % waktu yang paling efektif untuk menurunkan *E. Coli* adalah pada menit ke-30 sedangkan untuk TDS menit ke-180 merupakan waktu yang efektif dalam menurunkan konsentrasi TDS pada air limbah domestik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. 1984. *Metodologi Penelitian Air*. Usaha Nasional Indonesia: Surabaya.
- Alimuddin. *Optimasi Pengolahan Secara Konvensional air Sungai Karang Mumus Dan Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website <http://www.chemeng.com>. Update 2002. Download 4 April 2006.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Saringan Air Keramik Penjernih Air Minum Bebas Bakteri*. Diambil dari website <http://www.bplh.go.id>. Update. Download 5 Agustus 2006
- Cristady, H. H. 2002. *Mekanika Tanah I, Edisi kedua*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Darmawan, Taufiq. 2002. *Skripsi Efisiensi Penutupan Pistia Stratiotes Pada Bak Pengolahan Bertingkat Untuk Menurunkan BOD dan COD Air Limbah Rumah Tangga*. STTL YLH: Yogyakarta
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fitriani, Rima. 2006. *Skripsi Penurunan COD, Pemeriksaan Bakteri E.Coli, dan pH Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Reaktor Anaerobik Roughing Filter Aliran Horizontal*. JTL UII: Yogyakarta
- Grim, R.E. 1953. *Clay Mineralogy, Second Edition*. Mc Graw Hill Book Company: Newyork.

Utomo, Mulyadi Agus. *Keramik Bali Kuno*. Diambil dari website
. Update 2003. Download 6 September 2006

Wardana, Wisnu Arya. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi
Offset: Yogyakarta.