Aktivitas kehidupan manusia yang terus meningkat dan beragam, mengakibatkan kasus pencemaran air juga semakin berta. Akibat yang terasa adalah kualitas air semakin jauh dari kualitas yang dibutuhkan. Padahal kebutuhan akan air semakin meningkat dan untuk memenuhi tuntutan tersebut maka perlu dilakukan pengelolaan dan pengolahan terhadap air. Hali ini merupakan konsekuensi untuk kebutuhan air yang terus meningkat (Wuryadi, 1991).

2.2. Sumber-sumber air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu, Sebagai batasnya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas yang meliputi kualitas fisik, biologis, kimia dan radiologis, Sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (ketentuan umum Permenkes No. 416/Menkes/IX/1990). Sumber-sumber air bersih tersebut antara lain:

1. Air Hujan.

   Yaitu air yang didapat dari angkasa, karena terjadinya presipitasi dari awan, atmosfer yang mengandung uap air (Azrul, 1989). Air hujan juga merupakan air yang memiliki kualitas yang cukup baik untuk dikonsumsi. Dari segi kuantitas, air hujan kurang memenuhi kebutuhan dalam suatu kebutuhan dalam suatu sistem jika ditampung dalam tempat yang kecil. Pemanfaatan air hujan dapat dilakukan dengan menggunakan kolam / tambung / danau yang tergantung pada

luasan daerah tangkapan air hujan. Banyaknya kehilangan air terjadi karena penguapan dan rembesan.

2. Air Permukaan

Karakteristik dari air permukaan adalah adanya fluktuasi karena pengaruh sungai. Pada sungai, komponen ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: *base flow* (karena air tanah) dan *run off* (limpasan).

Pemanfatan air sungai harus memperhatikan debit sungai apabila mencukupi kebutuhan rata-rata system. Sungai di hulu umumnya memiliki kualitas air yang cukup baik. Fluktuasinya hanya terjadi sesaat, pada waktu hujan kekeruhan meningkat. Bila debit sungai kurang mencukupi kebutuhan system dimana sungai yang memiliki debit yang fluktuatif, debit minimum kurang dari kebutuhan rata-rata system maka diperlukan reservoir untuk memberi tambahan pada saat debit minimum.

3. Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat didalam ruang-ruang antara butir tanah yang membentuk ikatan itu dan di dalam retakan-retakan batuan. Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada saat air melewati lapisan-lapisan tanah. Dari segi kedalaman maka air tanah dapat dibedakan menjadi:

a. Air tanah dangkal

Yaitu air yang terdapat diatas lapisan kedap air pertama. Air tanah dangkal sngat rentan terhadap pencemaran. Di daerah padat penduduk , biasanya air tanah telah tercemar oleh limbah domestic (septic tank, saluran

drainase/irigasi). Hanya di daerah-daerah yang mempunyai kepadatan penduduk rendah, air tanah dangkal mempunyai kualitas cukup baik.

b. Air tanah dalam

Yaitu air yang terdapat dibawah lapisan kedap air (aquifer) pertama. Air tanah ini mempunyai sifat yang berlawanan dengan air tanah dangkal dimana fluktuasinya relative tidak terjadi (kecil). Kualitas air tidak tergantung pada kegiatan lingkungan diatasnya. Kualitas tergantung pada batuan dimana air tanah tersebut berada misalnya mata air.

2.3. Pencemaran Dalam Air

Air merupakan substrat yang paling parah akibat pencemaran. Berbagai jenis pencemaran yang banyak memasuki badan air berasal dari :

a. Sumber Domestik

Seperti : Rumah tangga, perkampungan, kota, pasar dan jalan.

b. Sumber non domestik

Seperti : Industri, pabrik, pertanian, peternakn dan perikanan.

Pencemaran secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap kualitas air, baik untuk keperluan air bersih maupun untuk keperluan lainnya. Badan air yang banyak mengandung beban pencemaran akan berpengaruh pada sumber air yang ada disekitarnya apalagi dalam pembuatan dan penempatan sarana sumber air aynag kurang diperhatikan secara benar, salah satunya dalam bentuk pencemaran bakteri *Escherichia Coli* (Suriawiria, 1996).

Untuk negara berkembang pencemaran domestik merupakan 85% dari pencemaran yang memasuki badan air, sedangkan negara maju pencemaran hanya 15% dari seluruh pencemaran yang memasuki badan air. Akibat semakin tinggi kadar domestik memasuki badan air akan menimbulkan masalah penyakit epidemis maupun endemis. Sedangkan akibat semakin tinggi kadar buangan non domestik masalah yang dihadapi adalah kehadiran berbagai janis logam berat, berbagai jenis residu senyawa lain, residu pestisida, minyak bumi dan sebagainya.

2.4. Membran Keramik

2.4.1. Pengertian Membran Keramik

Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air sungai) dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses yaitu reaktor membran keramik. Dengan bantuan pompa, diberikan tekanan keatas sehingga diharapkan air dapat merembes melewati pori-pori dinding reaktor. Hal ini dipengaruhi oleh kombinasi campuran antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang dapat menurunkan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Mekanisme Proses yang terjadi dalam proses penyaringan adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah antara lain:

a. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-

celah diantara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir.

b. Proses sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.
c. Proses adsorpsi atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif
d. Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
e. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.

Adsorbsi secara umum adalah proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorbsi, baik adsorbsi sebagai sorbsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorbsi. Adapun adsorbsi dapat dikelompokan menjadi dua:

1. Adsorbsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya van der walls dan berlangsung bolak-balik. Ketika gaya tarik-menarik molekul antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorbsi diatas permukaan adsorben.
2. Adsorbsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Mekanisme Adsorbsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982).

Pada proses adsorbsi terhadap air sungai mempunyai empat tahapan antara lain:

1. Transfer molekul-molekul adsorbad menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbad melalui lapisan film (*film diffusin process*).
3. Difusi adsorbad melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorbsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorbsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

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. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap 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 adsorbsi sangat mempengaruhi sorbsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorbsi misalnya: bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorbsi. Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorbsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

   Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, schingga proses adsorbsi 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.

3. Waktu kontak

   Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorbsi. 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.

2.4.2. Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani "Keramos" yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah. Yang dimaksud dengan keramik adalah segala macam benda yang dibuat dari tanah liat, setelah kering kemudian dibakar hingga pijar sampai suhu tertentu, setelah itu didinginkan sehingga menjadi keras. Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)

   Keramik bakaran rendah adalah semua bahan keramik yang dibakar dan dapat mencapai suhu pembakaran antara 900° C sampai 1050° C, misalnya keramik Plered Purwakarta, Kasongan, Keramik Pejaten, Bali dan lain-lain. Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air didalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya. Sering kita jumpai sebuah kendi terbuat dari tanah liat merah setelah diisi air tampak basah bagian dinding luarnya.

2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

   Keramik bakaran tinggi adalah semua barang keramik yang dibakar hingga mencapai suhu pembakaran antara 1250° C dan 1350° C atau lebih. Yang termasuk dalam kelompok gerabah keras diantaranya adalah *stoneware* (lempung batu) dan porselen. Pada umumnya barang-barang keramik hasil dari bakaran tinggi sangat baik untuk tempat menyimpan air, jelasnya air tidak akan merembes keluar dari dinding keramik yang diisi air itu, karena tidak berpori-pori. Bila dipukul-pukul suaranya berdencing nyaring serta tidak akan mudah pecah bila saling bersentuhan dengan benda lainnya. Benda-benda porselen dapat dibuat setipis mungkin, seperti misalnya cangkir porselen yang biasa kita pakai untuk minum tipis sekali sehingga dapat ditembus cahaya lampu.

2.4.3. Bahan Baku Membran Keramik

Bahan baku dari keramik (gerabah) pada penelitian ini adalah bahan alami yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia, yaitu mineral lempung seperti kaolinit ($AL_2(Si_2O_3)(OH)_4$ dan bentonit (Al, Na, Ca, Mg)$(Si_2O_5)(OH)_2$; SiO_2 mengandung mineral seperti pasir silica, dan serbuk gergaji.

1. Susunan Tanah Lempung

Mineral lempung adalah mineral yang mempunyai koposisi silikat terhidrat aluminium dan magnesium dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

a. Berukuran lebih kecil dari 0,002 m
b. Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
c. Berdosiasi permukaan.

Beberapa lempung terdiri dari sebuah mineral tunggal, tetapi ada juga yang tersusun dari campuran beberapa mineral lempung. Beberapa bahan lempung mengandung variasi dari sejumlah mineral non lempung seperti kuarsa, kalsit, pirit dan feldspar yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air.

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahedral. Setiap unit tetrahedral (berisi empat) terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu atom silicon. Kombinasi dari unit-unit silica tetrahedral membentuk lembaran silica *(silica sheet)*.

2. Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Amorf, Kelompok alofan
2. Kristalin
   a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan silica tetrahedral dan satu lapisan aluminium oktahedral).

- Ekuidimensional, Kelompok kaolinite : kaolinite, nactrite, dictrite
- Memanjang, Kelompok halloysite

b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silica tentrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau triohedral).

i. Kisi yang mengembang

- Ekuidimensional, Kelompok montmorillonite: Montmoriloni, saukonit, vermikulit.
- Memanjang, Kelompok montmoriloni: Nontronit, saonit, hektrorit

ii. Kisi yang tidak mengembang, Kelompok illite.

c. Tipe lapisan campuran yang teratur (susunan yang teratur pada lapisan yang bergantian dari tipe yang berbeda).

d. Tipe struktur rantai (rantai yang mirip *hornblende* pada silica tetrahedron yang mengandung atom Al dan Mg), Kelompok miselaneous : Atapulgit, sepiolite, poligorskit.

3. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

A. Flokulasi dan Deflokulasi

Flokulasi dan deflokulasi melukiskan keadaan agregasi dari butir-butir lempung bila bercampur dengan air, lempung-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

B. Plastisitas

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

C. *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.

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

D. Warna lempung

Warna lempung ditentukan oleh kandungan senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon, kadang-kadang juga mineral mangan dan titan dalam jumlah yang cukup bisa mempengaruhi warna pada lempung.

E. Kekuatan panas pada mineral lempung

Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan diatas suhu 150°C, sedangkan pemanasan pada suhu 400-

900° C air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau terubah.

4. Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut:

A. Pertukaran ion

Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralisir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion ion lain pada larutan yang encer.

B. Interaksi dengan air

1) Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah

Sifat mineral lempung dalam air adalah kompleks dan penting sekali. Sifat ini mempertimbangkan penyerapan air oleh mineral lempung dari suatu keadaan yang relatif kering, yaitu interaksi terjadi ketika molekul air melekat pada permukaan partikel atau berhubungan dengan kation yang dapat berpindah. Penyerapan air oleh mineral lempung dapat terjadi baik oleh hidrasi permukaan kristal ataupun pertukaran kation.

2) Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

Pengembangan osmosis pada ruang antar lapisan relatif besar diperlihatkan oleh bentuk pertukaran Na^+ dan Li^+ pada

montmorilonit yang dapat dijelaskan dari teori lapisan ganda elektris. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion (Olphen, 1963).

3) Interaksi dengan bahan organik

Beberapa molekul organik yang terdapat di air, dapat dengan mudah diserap oleh mineral lempung. Pada beberapa kejadian terutama untuk molekul organik tak terkutub, kekuatan interaksinya relatif lemah hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui:

1. Ikatan hidrogen
2. Kekuatan ion dwi kutub
3. Pertukaran kation
4. Pertukaran anion

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exhangable cation* (ion-ion posif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektristik. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermutan 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. Runag pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan udara bebas bergerak. Banyaknya air yang bergerak melalui tanah lempung berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah.

Banyaknya ruang kosong di dalam tanah tergantung pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula ruang pori demikan juga sebaliknya. Menurut Sarwo Hardjowigeno udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori ±50% dari volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara berubah-ubah.

7. Pasir Kwarsa

Dalam penelitian ini pasir kuarsa digunakan sebagai komposisi campuran dalam pembuatan reaktor membran keramik. Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat-sifatnya. Sifat-sifat tersebut antara lain :

a. Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu : membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.

b. Ukuran butiran pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.

c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :

   1. Sebaran ukuran butir sempit. yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja
   2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.
   3. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.

4. Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga (tiga) macam.

d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah SiO_2, Na_2O, CaO, Fe_2O_3. Kandungan SiO_2 dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan SiO2 makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi:

a. SiO_2: 35.50 - 99.85 %

b. Fe_2O_3 : 0.01 – 9.14 %

c. $Al2O_3$: 0.01 – 18.00 %

d. CaO : 0.01 – 0.29 %

8. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji digunakan sebagai campuran dalam pembuatan reaktor membran keramik. Serbuk gergaji merupakan limbah yang selalu ada pada tiap industri pengolahan kayu. Pada industri penggergajian, serbuk gergaji yang dihasilkan berkisar 11-15%, sedang pada industri kayu lapis dan molding biasanya lebih kecil. Besarnya persentase limbah serbuk gergaji yang dihasilkan pada proses pengolahan kayu seperti penggergajian, tergantung dari beberapa faktor seperti jenis kayu, tipe gergaji, tebal bilah gergaji (*kerf*), diameter log, kualitas yang ingin dihasilkan dan lain-lain.

Serbuk gergaji umumnya banyak dimanfaatkan untuk bahan baku tungku pemanas atau bila diperkirakan akan menguntungkan, dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan papan partikel. Juga dapat ada yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan di persemaian. Selain itu, serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang.

2.5. Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, penyusunan dalam tungku pembakaran.

1. Pengolahan bahan baku.

   Bahan pembuat keramik harus diolah terlebih dahulu sebelum bahan siap dibentuk karena hampir semua bahan alami murni mengandung banyak *grit*. Pemisahan dapat dilakukan secara manual atau secara mekanis. Bahan-bahan keramik alam dihancurkan, disaring dan diambil ukuran butir bahan yang dikehendaki. Penyaringan dapat dilakukan dengan cara basah atau kering.

2. Pembentukan badan keramik

   Pembentukan badan keramik ada beberapa cara antara lain *die pressing, rubbermuld pressing, extrusion molding, slip testing* dan *injection molding*. *Die Pressing (*tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10-20% dan cukup menjadi padat

dengan tekanan. Produknya antara lain jubin lantai dan jubin dinding. *Rubber mold pressing* digunakan pada bubuk padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan hidrostatik dalam ruang.

Ektrusion molding merupakan pembentukan bahan dengan menggunakan menggeser campuran bahan plastis kaku pada lubang mati, contoh produknya adalah pipa selokan dan ubin lekuk. *Slip casting* dipakai jika larutan bahan cukup encer dan dimanfaatkan untuk membuat barang-barang yang cukup banyak. *Injection molding* merupakan teknik pembuatan badan keramik dengan cara menekan bahan keramik pada cetakan.

3. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menghilangkan apa yang disebut dengan plastisnya saja, sedang air yang terikat dalam molekul tanah liat (air kimia) hanya bisa dihilangkan melalui pembakaran. Tujuan dari pembakaran adalah untuk memberikan kekuatan kepada barang-barang mentah sehingga dapat disusun dalam tungku dan menghilangkan air yang berlebihan, yang menimbulkan kesukaran-kesukaran dalam proses pembakaran. Kerusakan yang dapat terjadi antara lain perubahan bentuk dan retak-retak.

Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain diangin-anginkan, dipanaskan dalam alat khusus dan membungkus benda

dengan kain yang agak basah. Pada pembuatan keramik dengan teknologi maju, proses pengeringan ini dilakukan langsung dengan proses pembakaran.

4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *Sinering processes.* Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh pada metode standar *Pressure sintering* dengan materi dasar 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 seprti *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 (*adsorbsi*) pda 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 organis 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 organis 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 silika. 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 dapat dilihat pada gambar berikut ini :

$$Al_2Si_2O_5(OH)_4 \xrightarrow{450 - 600^0C} Al_2Si_2O_7 + 2H_2O$$

$(Al_2O_3\ 2SiO_2)$

Meta Kaolin

$$2(Al_2O_3\ 2SiO_2) \xrightarrow{925^0C} 2Al_2O_3\ 3SiO_2 + SiO_2$$

Silicon Spinel/Trydimite

$$2Al_2O_3\ 3SiO_2 \xrightarrow{1100^0C} 2(Al_2O_3SiO_2) + SiO_2$$

Pseudo Mullite

$$3(Al_2O_3\ 3SiO_2) \xrightarrow{1400^0C} 3Al_2O_3\ 2SiO_2 + SiO_2$$

Mullite *Crystobalite*

Gambar 2.1. Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000)

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran dapat dilihat pada tabel beriku ini:

Tabel 2.1. 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 $Al_2O_3\ 2SiO_2\ 2H_2O \rightarrow Al2O_3\ 2SiO_2 + 2H_2O$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksoternal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (disosias) membentuk Mullite dan Trydimite $3Al_2O_32SiO_2 \rightarrow 3AlO_32SiO_2$ (amorph) + $4SiO_2$ (trydimate)
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ($3Al_2O_32SiO_2$)
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil (SiO_2)
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur

2.6. Parameter Yang Diteliti

2.6.1. *Escherichia Coli* (E-Coli)

Escherichia Coli (E-Coli) adalah salah satu bakteri yan tergolong *Colliform.* Air minum tidak boleh terlalau banyak mengandung bakteri, karena akan menggagu kesehatan, oleh karena itu diperlukan pemeriksaan kualitas air dengan menggunakan *Escherichia Coli (E-Coli)* sebagai indikator dan bakteri

Streptococcus untuk mengetahui sumber pencemarnya (Suriawiria U, 1996). Untuk mengetahui keberadaan bakteri dalam air sampel dilakukan dengan:

1. Analisa Kuantitatif

   Bakteri tidak dapat dihitung secara tepat dengan pemeriksaan mikroskopik kecuali bila sekurang-kurangnya ada 100 juta sel untuk tiap ml air. Air di alam jarang menendung 10^5 sel untuk tiap ml air.

2. Analisa kualitatif

   Metode pembiakkan lempeng dan biakkan yang diperkaya digunakan untuk mendapatkan gambaran populasi bakteri dalam air. Analisa ini meliputi penemuan-penemuan bakteri fecal dalam air, karena adanya bakteri fecal menandakan adanya populasi tinja dan timbulnya bahaya penyebaran penyakit entirik.

Bakteri *Escherichia Coli (E-coli)* pada uji mikroskopis ada perbesaran 1000 kali menampakan diri sebagai individu berakar pendek. Bakteri *E-coli* digunakan sebagai indikator bakteriologis kualitas air. Air yang terkontaminasi dengan populasi tinja diidentifikasikan menjadi potensial berbahaya dengan adanya fisik bakteri *Coliform* (Mark J. Hammer, 1986).

Bakteri *Escherichia Coli (E-coli)* adalah penghuni normal saluran pencerenaan manusia dan hewan berdarah panas. *Coliform* sebagai suatu kelompok bakteri dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi lactose, dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 37^0C. Fermentasi laktose merupakan reaksi kunci didalam prosedur

laboratorium untuk menentukan potabilitas air (aman tidaknya air tersebut untuk diminum).

Beberapa species atau kelompok bakteri dapat digunakan sebagai organisme indikator (Michael J. Peleczhar, 1998). Beberapa ciri penting suatu organisme indikator adalah:

1. Terdapat dalam air tercemar dan tidak ada dalam air tidak tercemar.
2. Terdapat dalam air bila ada patogen.
3. Jumlah organisme indikator berkolerasi dengan kadar polusi.
4. Mempunyai kemempuan bertahan hidup yang lebih besar daripada patogen.
5. Mempunyai sifat seragam dan mantap.
6. Tidak berbahaya bagi manusia dan hewan.
7. Terdapat dalam jumlah yang lebih banyak daripada patogen
8. Mudah dideteksi dengan teknik-teknik laboratorium sederhana.

Mengingat bahwa organisme patogen kebanyakan berasal dari tinja, maka untuk mengetahui kemungkinan kontaminasi air oleh mikroorganisme patogen, perlu dilakukan analisis mikroorganisme berdasarkan organisme petunjuk yang berasal dari tinja.

Organisme petunjuk ini disebut juga indikator yaitu bakteri yang terdapat pada manusia ataupun hewan. Bakteri-bakteri ini apabila ditemukan di dalam sampel air maka air tersebut mengandung bakteri patogen, sebaliknya bila sampel air tidak mengandung bakteri-bakteri ini berarti tidak ada pencemaran oleh tinja manusia dan hewan, ini menunjukkan bahwa iar bebas dari bakteri patogen.

Adapun bakteri yang digunakan sebagai Indikator polusi kotoran adalah bakteri yang tergolong *Escherichia Coli*, *Streptococcus faecalis* dan *Clostridium perifringen.* Sebagai bakteri indikator, bila menggunakan *Streptococcus faecalis* dan *Clostridium perifringen* mempunyai beberapa kelemahan yaitu waktu inkubasi untuk bakteri ini relatif lama, yakni 48 jam atau lebih. Selain itu beberapa species bakteri ini tidak ditemukan dalm kotoran manusia. Dengan beberapa kelemahan diatas, bakteri *Streptococcus faecalis* dan *Clostridium perifringen* jarang digunakan sebagai bakteri indikator.

Kehadiran bakteri *Colliform* dalam air, makanan, dan lain sebagainya yang berhubungan dengan kepentingan manusia sangat tidak diharapkan karena adanya kelompok bakteri ini pada suatu benda menandakan bahwa bakteri tersebut telah tercemar oleh fecal yaitu bakteri yang berada bersama tinja.

Dengan adanya *Colliform* pada sumber air maka dapat dipastikan bahwa dalam perairan tersebut terdapat bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia.

Menghilangkan atau menurunkan konsentrasi bakteri *Colliform* berarti menghilangkan bakteri patogen yang ada dalam air, sehingga kualitas air tetap terjamin bagi kesehatan manusia.

Berdasarkan asal dan sifatnya kelompok bakteri *Colliform* dibagi menjadi dua golongan yaitu:

1. *Coli – Fecal*, Seperti *E - Coli* yang berasal dari tinja manusia.

2. Coli – non Fecal, seperti *aerobakteri* dan *klebsiele* yang lebih banyak didapatkan di dalam habitat tanah dan air daripada di dalam usus, umumnya tidak patogen.

Perbedaan antara kedua kelompok ini terletak pada temperatur inkubasi selama fermentasi kaldu laktosa, kandungan bakteri *Colliform* serta sifat-sifat biokimia lainnya. Faeses atau tinja sering disebut najis artinya kehadiran didalam subtrat atau benda yang berhubungan dengan kepentingan manusia, sangat tidak diharapkan kartena adanya hubungan antara tinja dan bakteri *colliform,* kehadiran materi fecal berarti jika suatu subtrat didapatkan bakteri ini langsung maupun tidak langsung subtrst tersebut tercemar oleh tinja (Suriawiria,1996).

Pemeriksaan kehadiran bakteri *Colliform* di dalam air dilakukan berdasarkan penggunaan medium kaldu laktosa yang ditempatkan dalam tabung reaksi berisi tabung durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menengkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas)

Adanya bakteri fecal (tinja) di dalam air ditentukan berdasarkan tes tertentu dengan perhitunga tabel hopkins, yang lebih dikenal dengan tabel MPN *(Most Probable Number)* atau tabel JPT (Jumlah Perkiraan Terdekat). Tabel tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri *Colliform* dalam 100 ml air.

E-Coli jika masuk kedalam saluran pencernaan dalam jumlah banyak dapat membahayakan kesehatan. Walaupun E-Coli merupakan bagian

dari mikroba normal saluran pencernaan, tapi saat ini telah terbukti bahwa galur-galur tertentu mampu menyebabkan gastroeritris taraf sedang hingga parah pada manusia dan hewan. E-Coli dapat menyebabkan diare dengan metode (Pelczar & Chan, 1988):

1. Produksi enterotoksin yang secara tidak langsung dapat menyebabkan kehilangan cairan.
2. Invasi yang sebenarnya lapisan epitelium dinding usus yang menyebabkan peradangan dan kehilangan cairan.

2.6.2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical oxygen demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO_2 dan H_2O. Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak sama semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri (Fardiaz, 1976)

COD ini secara khusus bernilai apabila BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga lebih singkat dibandingkan pengukuran BOD. Namun demikian bahwa BOD dan COD tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung COD tidak dapat dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD tidak dapat

membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. COD tidak dapat menjadi petunjuk tentang tingkat dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang peraktis COD dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat arang yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia (Mahida, 1984).

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

Perbedaan COD dan BOD (Benefield, 1980)

1. Angka BOD adalah jumlah komponen organik biodegradable dalam air buangan, sedangkan tes COD menentukan total organik yang dapat teroksidasi, tetapi tidak dapat membedakan komponen biodegradable / non biodegradable.
2. Beberapa substansi inorganic seperti sulfat dan tiosulfat, nitrit dan besi ferrous yang tidak akan terukur dalam tes BOD akan teroksidasi aleh kalium dikromat, membuat nilai COD - inorganic yang menyebabkan kesalahan dalam penetapankomposisi organik dalam laboratorium.
3. Hasil COD tidak tergantung pada aklimasi bakteri, sedangkan hasil tes BOD sangat dipengaruhi aklimasi seeding bakteri.

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat -zat organis yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. (G. Alaerts, 1984).

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 menetukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan *oksidan* seperti *kalium bikhromat* yang digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat didalam air.

COD atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada didalam air dapat *teroksidasi* melalui reaksi kimia. Air sampel yang mengandung limbah organik akan dioksidasi oleh *kalium bichromat* ($K_2Cr_2O_2$) sebagai sumber oksigen menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion chro. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik.

Air yang telah tercemar limbah organik sebelum reaksi oksidasi berwarna *kuning*, dan setelah reaksi oksidasi berubah menjadi warna *hijau*. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap limbah organik seimbang dengan jumlah kalium bichromat yang digunakan pada reaksi oksidasi. Makin tinggi kalium bicharbonat yang digunakan pada reaksi oksidasi, berarti semakin banyak oksigen yang diperlukan.

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. (Pramudya Sunu, 2001).

Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam ataupun dari aktivitas rumah tangga dan industri, misalnya pabrik bubur kertas (*pulp*), pabrik kertas dan industri makanan. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan manusia dan juga bagi perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L (UNESCO/WHO/UNEP,1992).

2.7. Hipotesa

Dari teori-teori tersebut hipotesa yang dikemukakan, yaitu:

1. Terjadi penurunan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dan *Chemical oxygen demand* (COD) setelah melalui proses filtrasi dengan menggunakan membran keramik.
2. Membran keramik yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dan *Chemical oxygen demand* (COD) adalah membran kramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field eksperiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dan *Chemical oxygen demand* (COD) dari sumber air baku air sungai dengan menggunakan Reaktor Membran Keramik.

3.2. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dan *Chemical oxygen demand* (COD) dari sumber air baku air sungai Code.

3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi pengembilan sampel air bertempat di sungai code (Jl. Jagalan Yogyakarta) dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, dan Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL), Yogyakarta.

3.4. Waktu Penelitian

Penelitian Dilakukan pada bulan Mei 2006 sampai dengan Agustus 2006, meliputi pembuatan alat, Pengolahan air, dan pemeriksaan hasil pengolahan.

3.5. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan, yaitu:

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)
   - Variasi konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5% dalam menurunkan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dan *Chemical oxygen demand* (COD).
   - Tinggi membran 12.5 cm.
   - Diameter keramik 3.5 cm.
   - Diameter bagian bawah keramik 9 cm.
   - Variasi waktu untuk menghitung laju penurunan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli)

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

   Parameter yang diteliti adalah konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dan *Chemical oxygen demand* (COD).

3.6. Desain dan Dimensi Reaktor Membran Keramik

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

1. Tanah lempung
2. Pasir kwarsa

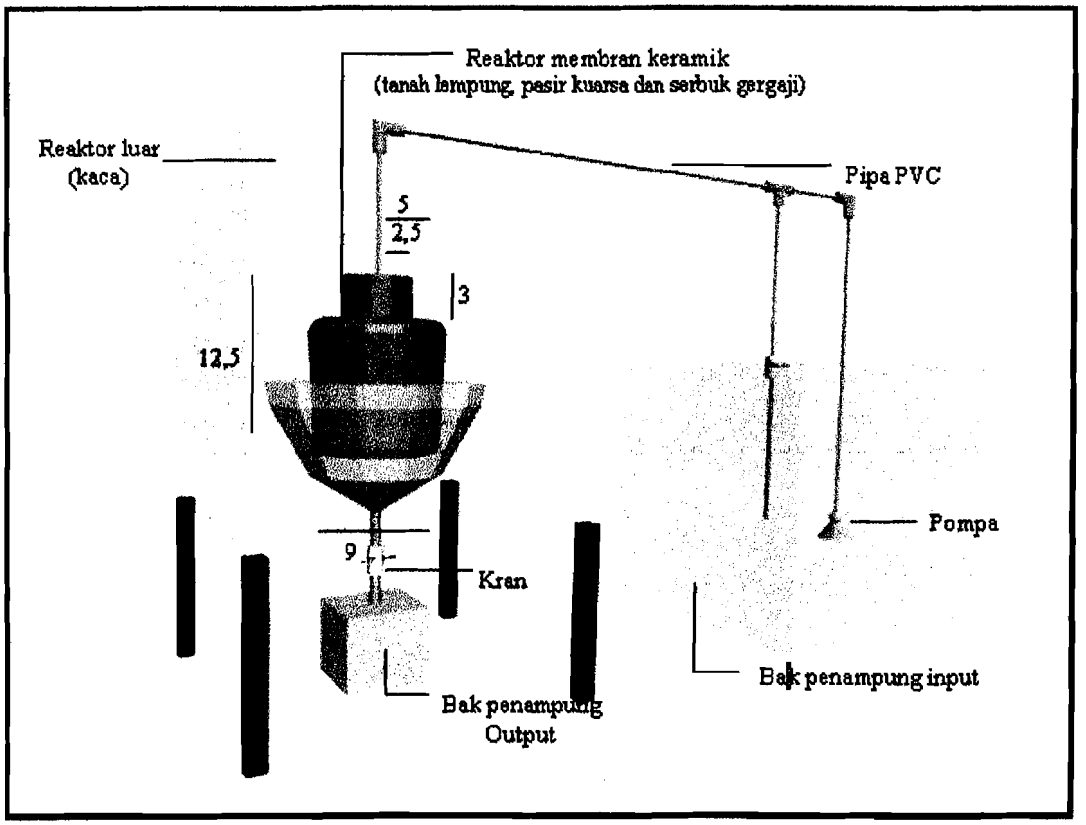
   Komposisi pasir kwarsa adalah 10 % dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 Kg tanah lempung

3. Serbuk gergaji

   Serbuk gergaji diambil dari sisa pengergajian dengan menggunakan mesin listrik. Ukuran dari serbuk gergaji yang akan digunakan adalah sekitar ± 50 mesh setelah mengalami penyaringan. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari kayu mahoni dan kayu jati.

4. Dimensi Membran Keramik

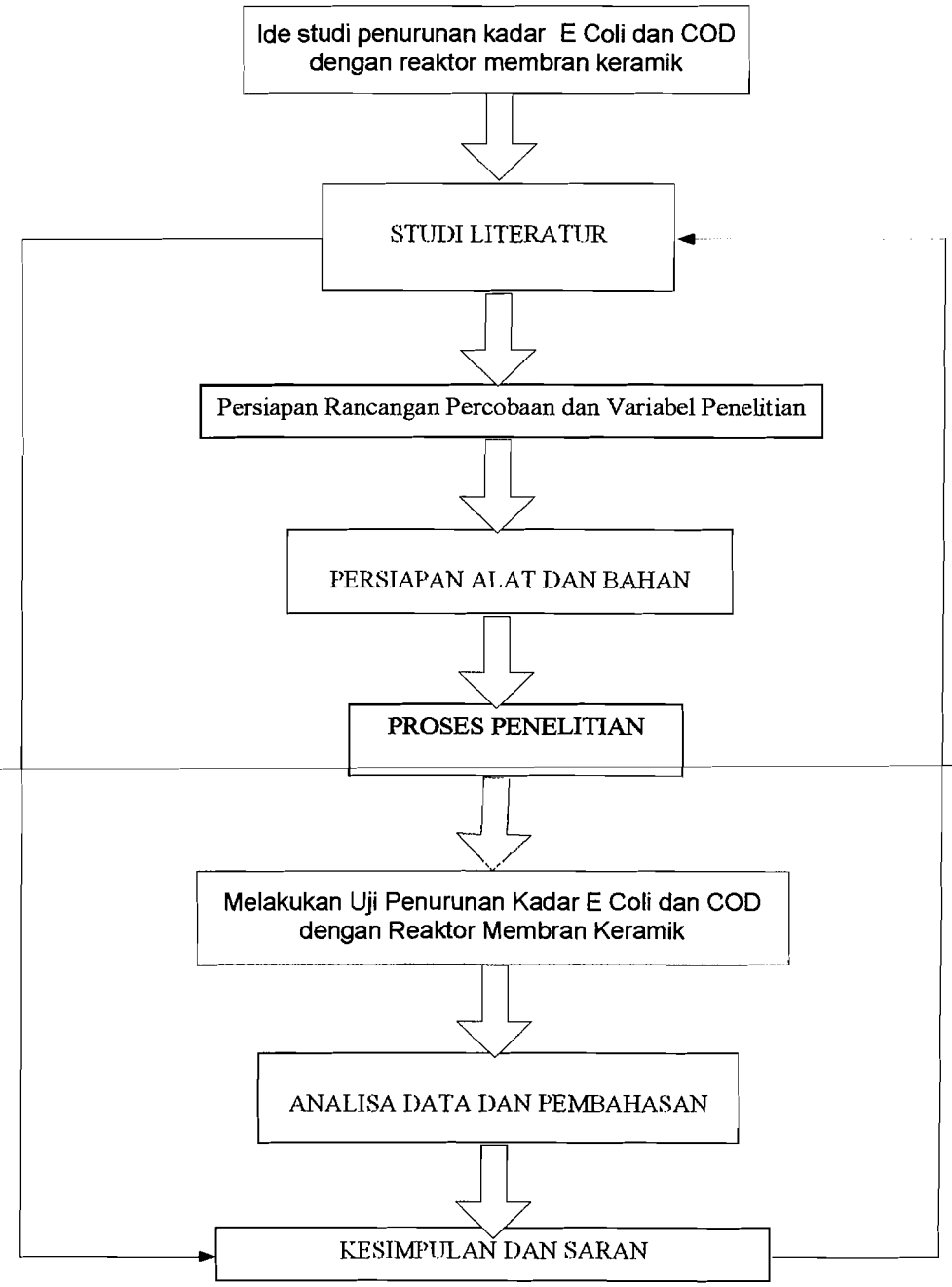
   - Tinggi membran 12.5 cm.
   - Diameter keramik 2.5 cm.6
   - Diameter bagian bawah keramik 9 cm.



Gambar 3.1. Reaktor Membran Keramik

3.7. Metode Penelitian

Metode penelitian "Penurunan Konsentrasi Bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) Dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Air Sungai Code Dengan Dengan Menggunakan Membran Keramik" dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

3.8. Pelaksanaan Penelitian

3.8.1. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan intuk mendasari dan menunjang penalitian yang dilakukan. Sumber literatur yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku teks, laporan penelitian terkait, jurnal-jurnal dan penelusuran di Internet.

3.8.2. Persiapan Penelitian

A. Persiapan alat dan bahan

1. Tanah lempung.
2. Pasir kuarsa (silika) 10 % dari berat tanah lempung 5 kg.
3. Serbuk gergaji sesuai dengan variasi (2,5 %, 5 %, 7,5 %), Serbuk gergaji diambil dari sisa pengergajian dengan menggunakan mesin listrik. Ukuran dari serbuk gergaji yang akan digunakan adalah sekitar ± 50 mesh setelah mengalami penyaringan. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari kayu mahoni dan kayu jati
4. Bak Penampung (Ember)

B. Pembuatan Reaktor Membran Keramik

a) Pembuatan Membran Keramik

1. Pengolahan bahan baku.
2. Pembentukan badan keramik

   Dimensi membran keramik, yaitu:

   - Tinggi membran 12.5 cm.
   - Diameter keramik 3.5 cm.

- Diameter bagian bawah keramik 9 cm.

3. Pengeringan membran kramik
4. Pembakaran membran kramik

b) Pembuatan Reaktor dan Kaki Reaktor

1. Merangkai peralatan Reaktor dibuat dari kaca dengan dimensi 30 x 30 x 30 cm.
2. Kaki reaktor terbuat dari besi dengan tinggi 50 cm.

C. Pengambilan sampel

1. Pengambilan air sungai sebagai air baku

   Pengambilan sampel sebanyak 10L, dimasukkan kedalam jerigen untuk dilakukan pengolahan dengan Membran Keramik.
2. Pada pengolahan air, diambil pada dua titik, yaitu:
   a. Sebelum melalui Membran Keramik (Inlet).
   b. Setelah melelui Membran Keramik (Outlet).

3.8.3. Proses Running Reaktor Membran Keramik

Proses dari reaktor ini adalah air sampel (air sungai) dari tempat penampungan (inlet) akan mengalir melalui pipa menuju membran keramik (gerabah), dengan bantuan pompa. Air sampel yang mengalir kedalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, yang kemudian ditampung didalam reaktor luar. Air uji yang

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNIK PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

ditampung didalam reaktor luar dialirkan melalui valve menuju bak penampung (outlet) dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit untuk kemudian diteliti di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan.

3.9. Analisa Laboratorium

Effluent dari Membran Keramik untuk Parameter *Escherichia Coli* (E-Coli) di analisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, UII, Yogyakarta dengan menggunakan metode uji Standard Methods for Examination of water and wastewater, 18th, 1992. Dan parameter *Chemical oxygen demand* (COD) di analisa di Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL), Yogyakarta dengan menngunakan metode spektrofotometri menurut SNI 06-6989.2-2004.

3.10. Analisa Data

Efisiensi diketahui dari hasil yang diperoleh dalam penelitian dikelompokkan dalam bentuk table dan grafik sesuai dengan jenis parameternya dari sebelum dan sesudah pengolahan air tanah dalam instalasi percobaan diformulasikan sebagai berikut (Metcalf and Eddy, 1979) :

$$E = \frac{So - S}{So} \times 100\%$$

So = Kadar pencemar sebelum perlakuan

S = Kadar pencemar setelah perlakuan.

Selain itu dilakukan analisa data dengan *Analysis Of Variance* (Anova) satu jalur bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet dan mengetahui membran keramik yang paling efektif.

Prosedur Kerja Analisa Anova

Langkah 1 : Membuat H_0 dan H_1 dalam bentuk kalimat

H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hsil analisa inlet dan outlet

H_1 : Ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa inlet dan outlet

Langkah 2 : mengetahui ketetapan $\alpha = 0,05$

Langkah 3 : menghitung P_{Value}

Langkah 4 : Menentukan daerah kritis dan menarik kesimpulan

Tolak H_0 jika $P_{Value} \leq 0,05$

Terima H_0 jika $P_{Value} \geq 0,05$

Langkah 5 : Menentukan Interval kontidensi

Interval-interval kontidensi yang tidak memuat nol hanya satu interval.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sungai Code merupakan salah satu sungai yang aliran airnya melewati Kota Yogyakarta, dimana bantaran Sungai Code dipenuhi pemukiman penduduk yang sangat padat. Kegiatan-kegiatan dari penduduk sebagian besar akan menghasilkan limbah, salah satunya kegiatan rumah tangga. Limbah yang dihasilakan dari kegiatan rumah tangga langsung dibuang ke badan air Sungai Code tanpa adanya proses pengolahan air limbah terlebih dahulu, sehingga Sungai Code tercemar aleh limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga. Kondisi ini diperkirakan dapat mencemari perairan, baik secara fisik, kimiawi maupun mikrobiologi. Sungai Code sebagai badan air sekaligus sebagai sumber air merupakan sumber daya alam yang memiliki arti penting bagi hidup dan kehidupan manusia.

Penggunaan keramik berpori sebagai filter atau membran semakin meningkat dewasa ini dan terdapat peluang untuk memanfaatkan limbah anorganik seperti serbuk gergaji sebagai bahan baku keramik. Pengembangan produk berpori (membran keramik) dengan memanfaatkan serbuk gergaji akan menjadi kajian yang relevan dan inovatif, khususnya di Indonesia.

Prinsip penelitian dengan membran keramik yaitu Filtrasi. Proses filtarsi yang terjadi yaitu air sampel akan meresap melalui pori-pari yang terdapat pada permukaan membran keramik, pada membran keramik terjadi penyarinagan dan penyerapan.

Digunakan membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5%, dan 7,5%. Untuk mengetahui tingkat kejenuhan membran keramik digunakan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Kapasitas membran keramik yang digunakan pada skala laboratorium yaitu 795 cm^3. dengan kapasitas tersebut pada membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5% dapat menghasilkan air bersih 50ml per 30 menit. Untuk membantu pengolahan air bersih dengan membran keramik digunakan pompa dengan spesifikasi, yaitu: H_{max} = 1 m, Q_{max}= 900 L/h.

4.1. Data Hasil Uji Laboratorium

Untuk mengetahui diameter porositas membran keramik di lakukan uji porositas di laboratorium BATAN, sehingga diketahui:

Tabel 4.1. Porositas Membran Keramik Berdasarkan Variasi Serbuk Gergaji

Membran Keramik (%)	Porositas (Mikron)
2,5	$34{,}6359 \times 10^{-4}$
5	$35{,}0415 \times 10^{-4}$
7,5	$34{,}4026 \times 10^{-4}$

Sumber : Data Primer, 2006

4.1.1. Bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli)

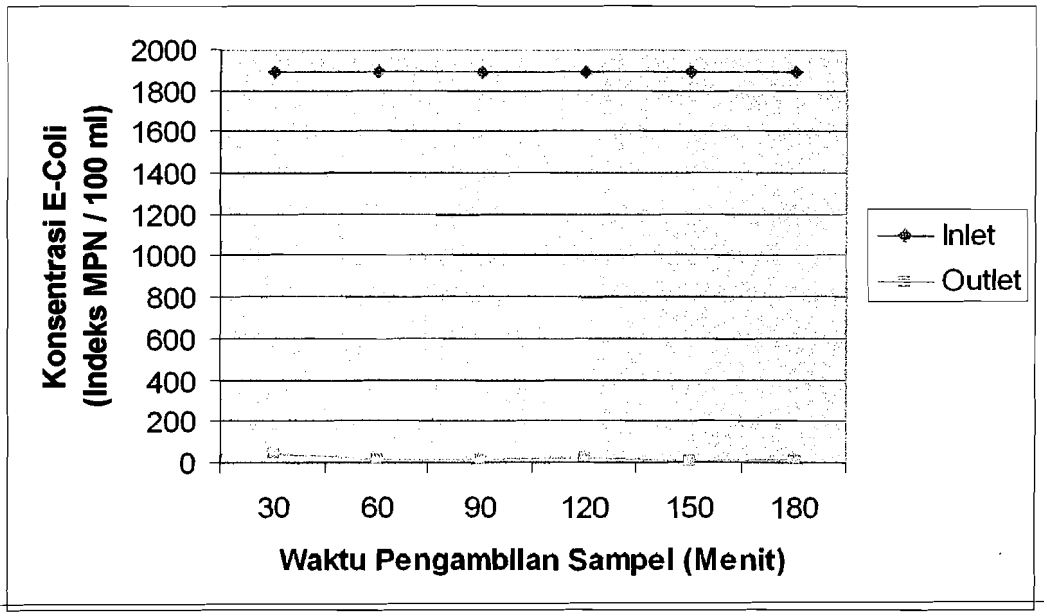
Adapun hasil uji bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli) dari air Sungai Code berdasarkan variasi serbuk gergaji dalam membran keramik yang digunakan dapat dilihat pada Tabel dan Grafik berikut ini :

1. Membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5 %

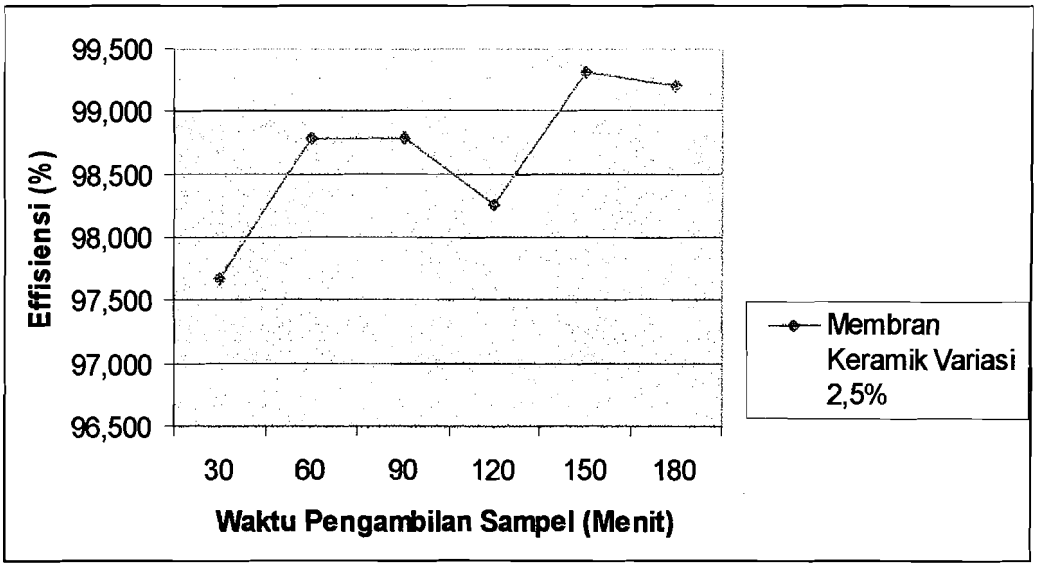
Tabel 4.2. Penurunan Bakteri E-Coli Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5%

Waktu (Menit)	Inlet (Indeks MPN / 100ml)	Outlet (Indeks MPN / 100ml)	Efisiensi (%)
30	1898	44	97,682
60	1898	23	98,788
90	1898	23	98,788
120	1898	33	98,261
150	1898	13	99,315
180	1898	15	99,210

Sumber : Data Primer, 2006



Gambar 4.1. Penurunan Bakteri E-Coli Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5 %



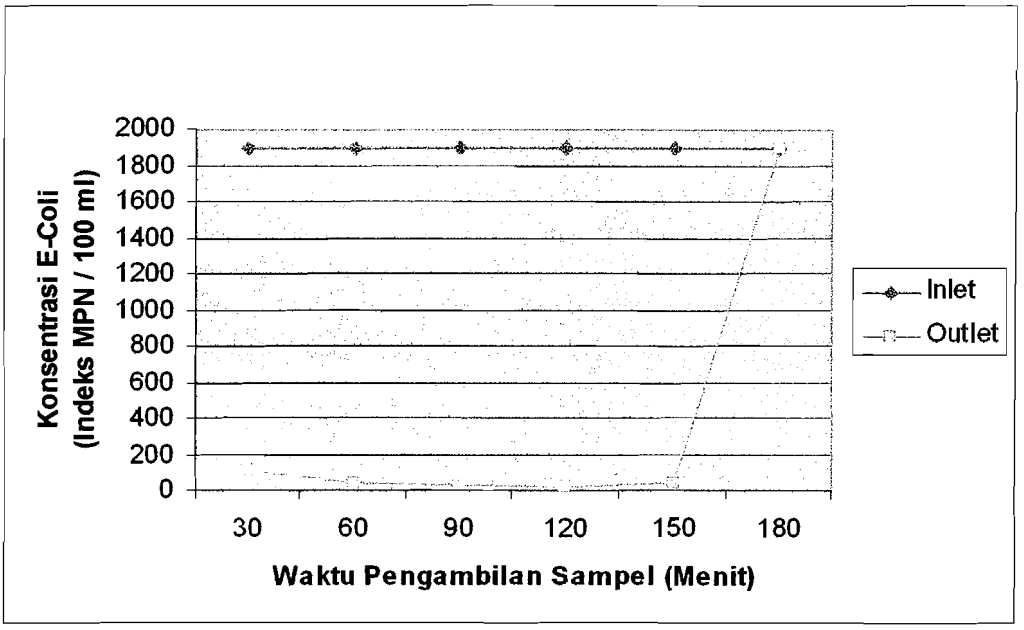
Gambar 4.2. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5% Dalam Penurunan Bakteri E-Coli

2. Membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5 %

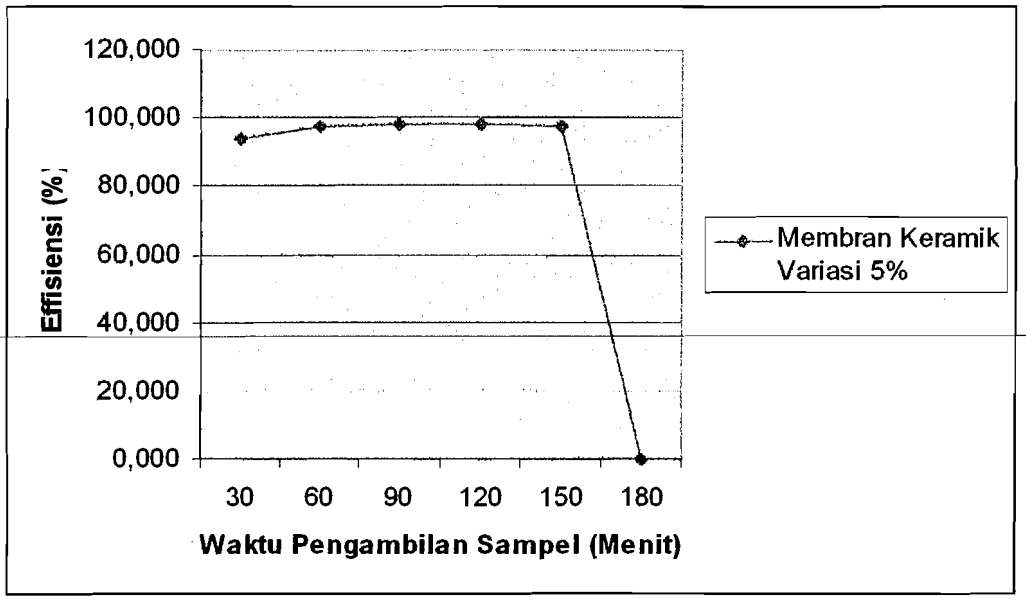
Tabel 4.3. Penurunan Bakteri E-Coli Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5%

Waktu (Menit)	Inlet (Indeks MPN / 100ml)	Outlet (Indeks MPN / 100ml)	Efisiensi (%)
30	1898	116	93,888
60	1898	44	97,682
90	1898	31	98,367
120	1898	27	98,577
150	1898	44	97,682
180	1898	1898	0

Sumber : Data Primer, 2006



Gambar 4.3. Penurunan Bakteri E-Coli Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5%



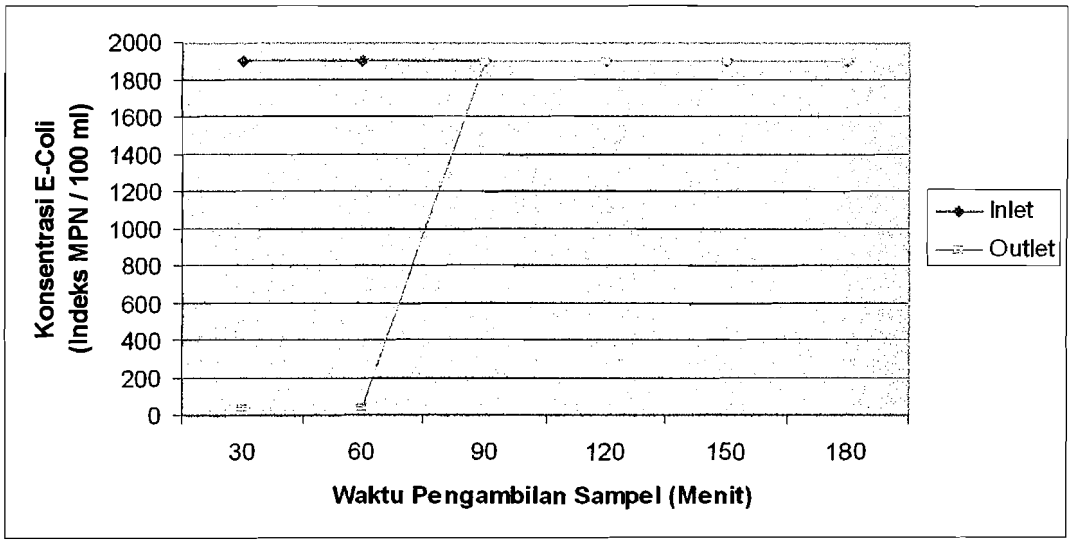
Gambar 4.4. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5% Dalam Penurunan Bakteri E-Coli

3. Membran Keramik dengan variasi serbuk gergaji 7,5 %

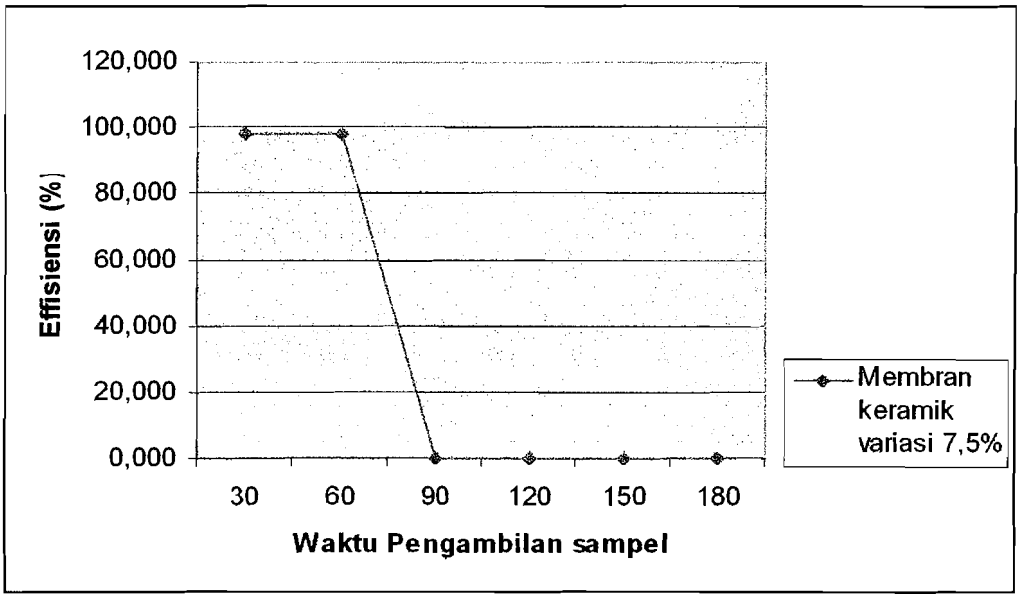
Tabel 4.4. Penurunan Bakteri E-Coli Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%

Waktu (Menit)	Inlet (Indeks MPN / 100ml)	Outlet (Indeks MPN / 100ml)	Efisiensi (%)
30	1898	38	97,998
60	1898	38	97,998
90	1898	1898	0
120	1898	1898	0
150	1898	1898	0
180	1898	1898	0

Sumber : Data Primer, 2006



Gambar 4.5. Penurunan Bakteri E-Coli Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%



Gambar 4.6. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5% Dalam Penurunan Bakteri E-Coli

4.1.2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

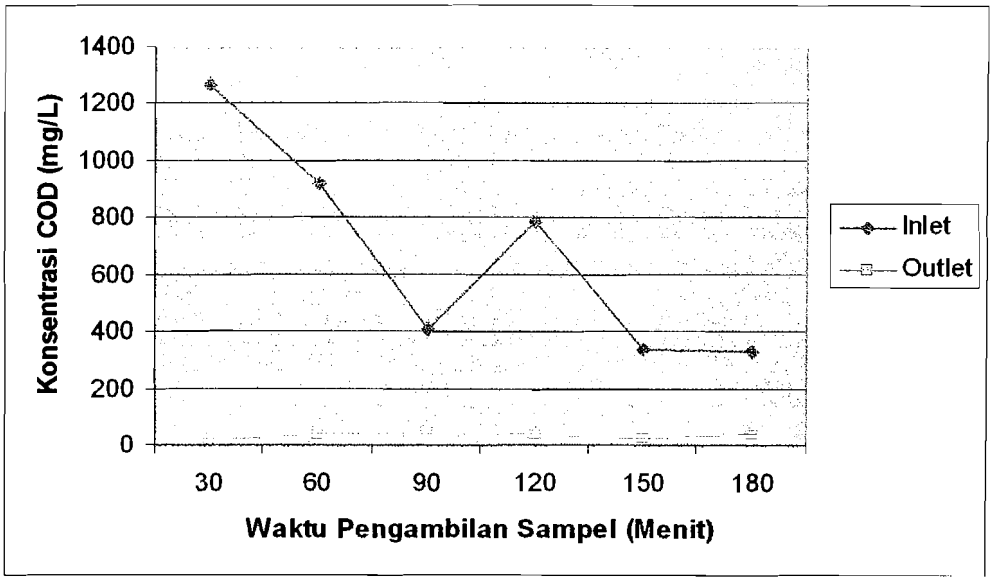
Adapun hasil uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari air sungai Code berdasarkan variasi serbuk gergaji dalam membran keramik yang digunakan dapat dilihat pada Tabel dan Grafik berikut ini :

1. Membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5 %

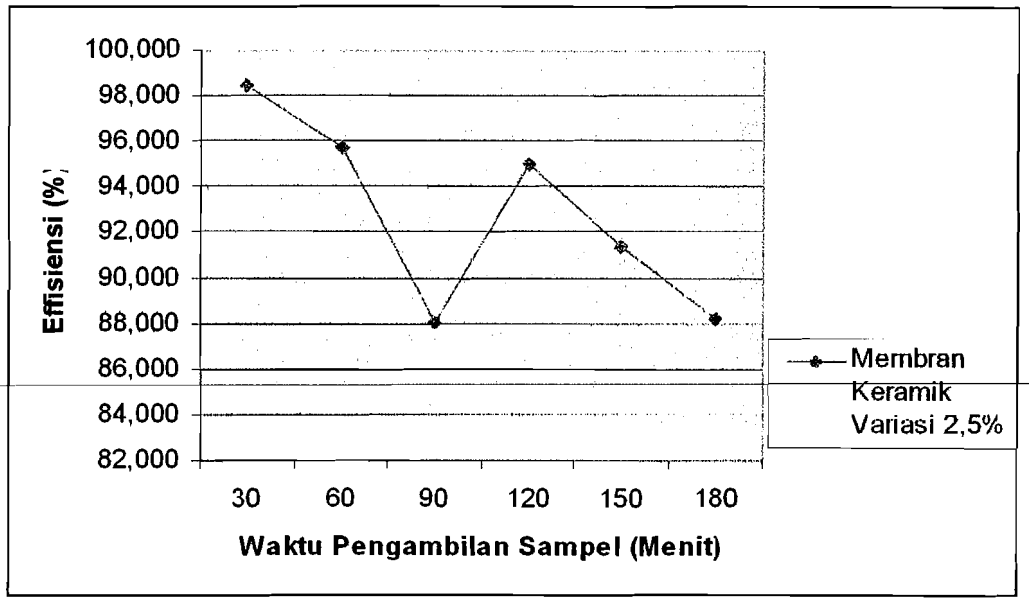
Tabel 4.5. Penurunan COD Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5 %

Waktu (Menit)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
30	1264	19,4	98,465
60	923	38,9	95,785
90	408	48,6	88,088
120	787	38,9	95,057
150	340	29,2	91,412
180	330	38,9	88,212

Sumber : Data Primer, 2006



Gambar 4.7. Penurunan COD Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5 %



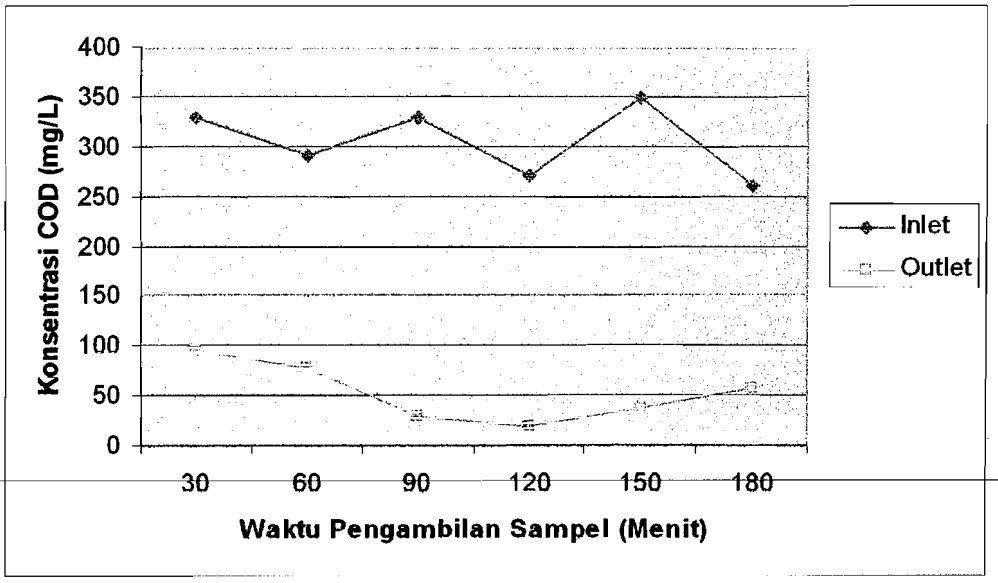
Gambar 4.8. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5% Dalam Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

2. Membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5 %

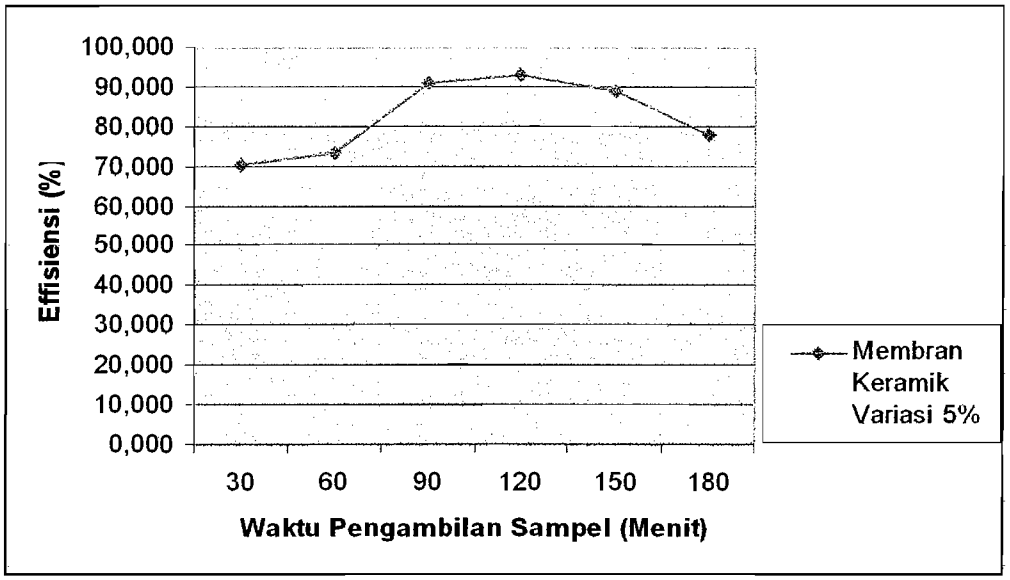
Tabel 4.6. Penurunan COD Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5%

Waktu (Menit)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
30	330	97,2	70,545
60	292	77,8	73,356
90	330	29,2	91,152
120	272	19,4	92,868
150	350	38,8	88,914
180	262	58,3	77,748

Sumber : Data Primer, 2006



Gambar 4.9. Penurunan COD Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5%



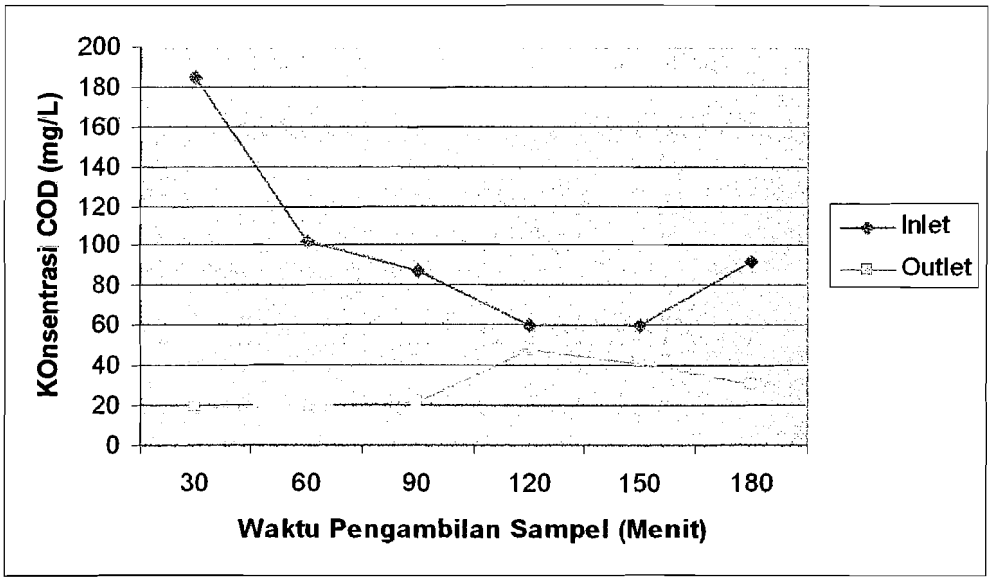
Grafik 4.10. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5% Dalam Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

3. Membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 7,5 %

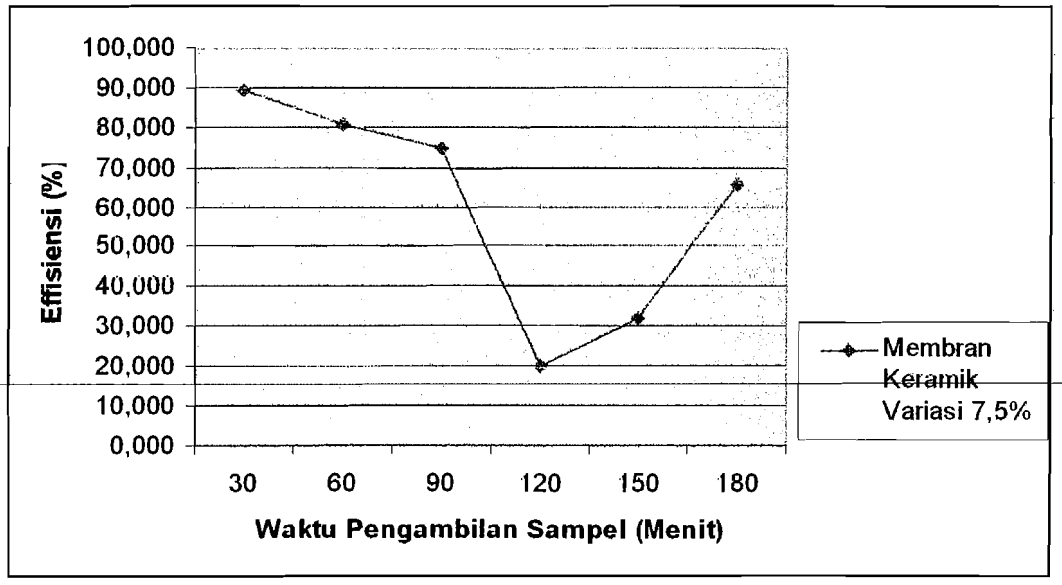
Tabel 4.7. Penurunan COD Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%

Waktu (Menit)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
30	184,7	19,4	89,496
60	102,1	19,6	80,803
90	87,5	21,9	74,971
120	60,7	48,6	19,934
150	60,7	41,3	31,960
180	92,3	31,6	65,764

Sumber : Data Primer, 2006



Gambar 4.11. Penurunan COD Dengan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%



Gambar 4.12. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5% Dalam Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

4.2. Analisa Data Dengan Menggunakan ANOVA

4.2.1. Anova untuk Analisa Bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli)

Analisa bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli) menggunakan uji Anova satu jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli) pada inlet dan outlet dan untuk mengetahui membran keramik dengan variasi berapa yang efektif dalam menurunkan bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli).

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
hasil	1	intlet	18
	2	outlet	18
persen	1	25	12
	2	50	12
	3	75	12

Descriptive Statistics

Dependent Variable: ecoli

hasil	persen	Mean	Std. Deviation	N
intlet	25	1898.0000	.00000	6
	50	1898.0000	.00000	6
	75	1898.0000	.00000	6
	Total	1898.0000	.00000	18
outlet	25	25.1667	11.63472	6
	50	360.0000	754.16470	6
	75	1278.0000	960.49987	6
	Total	554.3889	857.70406	18
Total	25	961.5833	978.08676	12
	50	1129.0000	950.60526	12
	75	1588.0000	724.00402	12
	Total	1226.1944	906.38645	36

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: ecoli

F	df1	df2	Sig.
13.014	5	30	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+hasil+persen+hasil * persen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ecoli

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21296474.8[a]	5	4259294.961	17.135	.000
Intercept	54127901.4	1	54127901.36	217.751	.000
hasil	16247617.4	1	16247617.36	65.363	.000
persen	2524428.722	2	1262214.361	5.078	.013
hasil * persen	2524428.722	2	1262214.361	5.078	.013
Error	7457298.833	30	248576.628		
Total	82881675.0	36			
Corrected Total	28753773.6	35			

a. R Squared = .741 (Adjusted R Squared = .697)

Estimated Marginal Means

Estimates

Dependent Variable: ecoli

hasil	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
intlet	1898.000	117.515	1658.002	2137.998
outlet	554.389	117.515	314.391	794.387

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: ecoli

(I) hasil	(J) hasil	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]	
					Lower Bound	Upper Bound
intlet	outlet	1343.611*	166.192	.000	1004.203	1683.019
outlet	intlet	-1343.611*	166.192	.000	-1683.019	-1004.203

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: ecoli

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	16247617	1	16247617.36	65.363	.000
Error	7457299	30	248576.628		

The F tests the effect of hasil. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Dari Perhitungan Pairwise Comparisans Diperoleh P_{Value} = 0,000, dimana $P_{value} \leq 0{,}05$ atau $0{,}000 \leq 0{,}05$, Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli) pada inlet dan outlet.

Test of Homogeneity of Variances

ecoli

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8.607	2	15	.003

ANOVA

ecoli

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14015.214	2	7007.607	5.078	.021
Within Groups	20700.925	15	1380.062		
Total	34716.140	17			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ecoli

Tukey HSD

(I) persen	(J) persen	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
25	50	17.641333	21.448090	.695	-38.06944	73.35211
	75	66.008000*	21.448090	.020	10.29722	121.71878
50	25	-17.641333	21.448090	.695	-73.35211	38.06944
	75	48.366667	21.448090	.094	-7.34411	104.07744
75	25	-66.008000*	21.448090	.020	-121.71878	-10.29722
	50	-48.366667	21.448090	.094	-104.07744	7.34411

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Dari perhitugan Tukey HSD, Interval konfidensi yang tidak memuat nol hanya satu interval. Karena interval ini terletak di sebelah kiri nol, maka disimpulkan bahwa :

Variasi 25 % > Variasi 50 %

Variasi 25 % > Variasi 75 %

Dengan demikian Variasi 25 % memiliki nilai efisiensi yang paling efektif.

4.2.2. ANOVA Untuk Analisa *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Analisa bakteri *Chemical Oxygen Demand* (COD) menggunakan uji Anova satu jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada inlet dan outlet. dan untuk mengetahui membran keramik dengan variasi berapa yang efektif dalam menurunkan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
hasil	1	intlet	18
	2	outlet	18
persen	1	25	12
	2	50	12
	3	75	12

Descriptive Statistics

Dependent Variable: data

hasil	persen	Mean	Std. Deviation	N
intlet	25	675.3333	380.39646	6
	50	306.0000	35.70994	6
	75	98.0000	45.73624	6
	Total	359.7778	322.33634	18
outlet	25	35.6500	10.05042	6
	50	53.4500	29.97531	6
	75	30.4000	12.34002	6
	Total	39.8333	21.01882	18
Total	25	355.4917	421.21002	12
	50	179.7250	135.58396	12
	75	64.2000	47.60603	12
	Total	199.8056	277.49402	36

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: data

F	df1	df2	Sig.
20.071	5	30	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+hasil+persen+hasil * persen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1949001.216[a]	5	389800.243	15.673	.000
Intercept	1437201.361	1	1437201.361	57.788	.000
hasil	921280.028	1	921280.028	37.044	.000
persen	516363.127	2	258181.564	10.381	.000
hasil * persen	511358.061	2	255679.030	10.281	.000
Error	746101.383	30	24870.046		
Total	4132303.960	36			
Corrected Total	2695102.599	35			

a. R Squared = .723 (Adjusted R Squared = .677)

Estimated Marginal Means

Estimates

Dependent Variable: data

hasil	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
intlet	359.778	37.171	283.865	435.691
outlet	39.833	37.171	-36.080	115.746

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: data

(I) hasil	(J) hasil	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]	
					Lower Bound	Upper Bound
intlet	outlet	319.944*	52.567	.000	212.587	427.302
outlet	intlet	-319.944*	52.567	.000	-427.302	-212.587

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	921280.0	1	921280.028	37.044	.000
Error	746101.4	30	24870.046		

The F tests the effect of hasil. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Dari Perhitungan Pairwise Comparisans Diperoleh P_{Value} = 0,000, dimana $P_{value} \leq 0,05$ atau $0,000 \leq 0,05$, Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD pada inlet dan outlet.

Test of Homogeneity of Variances

efisiensi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
11.237	2	15	.001

ANOVA

efisiensi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3272.367	2	1636.184	5.437	.017
Within Groups	4514.077	15	300.938		
Total	7786.445	17			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: efisiensi

Tukey HSD

(I) persen	(J) persen	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
25	50	10.40600	10.01563	.565	-15.6093	36.4213
	75	32.34850*	10.01563	.015	6.3332	58.3638
50	25	-10.40600	10.01563	.565	-36.4213	15.6093
	75	21.94250	10.01563	.105	-4.0728	47.9578
75	25	-32.34850*	10.01563	.015	-58.3638	-6.3332
	50	-21.94250	10.01563	.105	-47.9578	4.0728

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Dari Perhitugan Tukey HSD, Interval konfidensi yang tidak memuat nol hanya satu interval. Karena interval ini terletak di sebelah kiri nol, maka disimpulkan bahwa :

Variasi 25 % > Variasi 50 %

Variasi 25 % > Variasi 75 %

Dengan demikian Variasi 25 % memiliki nilai efisiensi yang paling efektif.

4.3. Pembahasan Terhadap Hasil Uji Laboratorium

4.3.1. Penurunan Konsentrasi Bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli)

Penelitian yang dilakukan pada air Sungai Code, dengan menggunakan *Membran Keramik* sebagai media pengolahan air bersih yang terdiri dari tiga variasi Membran Keramik, yaitu 2,5%, 5%, dan 7,5% konsentrasi serbuk gergaji. Dan digunakan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Variasi waktu ini digunakan untuk megetahui waktu jenuh pada masing-masing membran keramik.

Bakteri E-Coli adalah salah satu bakteri yang tergolong *Colliform* dan hidup di dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh sebab itu disebut juga *Coli Fecal*. Bakteri *Esherichia Coli* (E-Coli) umumnya adalah bakteri bersifat anaerob fakultatif yaitu bakteri yang dapat hidup dengan atau tanpa oksigen. Air minum tidak boleh terlalau banyak mengandung bakteri, karena akan menggagu kesehatan, oleh karena itu diperlukan pemeriksaan kualitas air dengan menggunakan E-Coli sebagai indikator.

Konsentrasi bakteri E-Coli pada sampel awal air sungai Code, Yogyakarta adalah sebesar 1898 MPN per 100 ml sampel air sungai Code. Dari hasil penelitian dengan menggunakan membran keramik dalam menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli, dengan titik pengambilan sampel pada inlet dan outlet yang kemudian dianalisa di laboratorium. Dari hasil analisa laboratorium dapat diketahui bahwa membran keramik mampu menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli. Hasil Penelitian seperti yang terdapat pada Tabel (4.1 s/d 4.3)

dan Gambar (4.1 s/d 4.6). Dari analisis anova diketahui bahwa antara Inlet dan Outlet terdapat perbedaan yang signifikan.

Pada membran keramik variasi 2,5% terjadi penurunan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) hingga menit 180 dan mencapai tingkat effisiensi 99,315% pada menit 150 dimana konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) pada sampel awal 1898 MPN per 100ml turun menjadi 15 MPN per 100ml. Pada membran keramik variasi 5% terjadi penurunan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) pada 30 menit hingga 150 menit namun pada 180 menit terjadi peningkatan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli). Begitu pula dengan membran keramik variasi 7,5%, pada 30 menit dan 60 menit konsentrasi konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) mengalami penurunan namun pada 90 menit bakteri sudah mengalami peningkatan. hal ini dapat disebabkan karena kecepatan bakteri dalam berkembang biak

Dari hasil penelitian, diketahui Membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5 % merupakan membran keramik yang paling effisien dalam menurunkan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) yaitu mampu mencapi 99,315% pada 150 menit. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah diameter pori pada membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5% lebih kecil dari membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5% dan 7,5%.

Prinsip pengolahan air dengan membran keramik yaitu Filtrasi dan penyerapan. Digunakan membran keramik dengan suhu bakar rendah yaitu antara 900°C sampai 1050°C, dimana keramik bakaran rendah pada umumnya berpori selain itu digunakan campuran serbuk gergaji dengan ukuran lolos dari

saringan 50 mesh, sehingga penyaringan dilakukan dengan perembesan air melalui pori-pori yang terbentuk. Proses penyerapan didukung oleh campuran pasir kuarsa dimana daya penyerapan dipengaruhi oleh kandungan kimia dalam tanah lempung yaitu senyawa SiO_2. Makin Tinggi kandungan SiO_2 makin tinggi daya serapnya.

Penurunan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* (E-Coli) dengan menggunakan membran keramik terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorbsi) terhadap bakteri E-Coli dan bahan organik.

Proses filtrasi pada membran keramik sangat dipengaruhi oleh diametr pori pada permukaan membran keramik. Dengan mengetahui diameter pori membran keramik (Tabel 4.1) dan Ukuran bakteri E-coli dengan bentuk batang memiliki diameter 1 μm (Tjokrokusumo, 1998) sehingga dapat diketahui bahwa ukuran bakteri E-Coli lebih besar daripada diameter pori membran keramik dengan demikian tentu saja proses filtrasi dengan membran keramik dapat berjalan dengan baik.

Proses adsorbsi dipengaruhi oleh sifat kimiawi tanah lempung, dimana tanah lempung mempunyai sifat kimiawi yaitu interaksi dengan bahan organik, yaitu molekul organik dapat diserap oleh lempung sehingga bahan-bahan organik yang terdapat pada air sungai disaring dan diserap oleh membran keramik, dengan berkurangnya bahan-bahan organik maka dapat pula mengurangi pertumbuhan mikroorganisme yang terdapat dalam air sungai. Bahan-bahan organik mengandung nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan mikroorganisme (Jenie,1993). Predator bakteri E-Coli yaitu *Polyangium sp dan*

Vexillifera sp, dengan adanya predator ini juga menyebabkan terjadinya penurunan jumlah bakteri (Roper & Marshall,1978).

Jika dibandingkan dengan baku mutu untuk badan air kelas I menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Th. 2001, konsentrasi maximum bakteri E-Coli (Coli Fecal) yang diperbolehkan adalah 100 MPN/100 ml. Ini berarti air sungai Code sebelum dilakukan pengolahan sudah melewati ambang batas yang diperbolehkan, namun setelah dilakukan pengolahan dengan membran keramik konsentrasi bakteri E-Coli (Coli fecal) tidak lagi melebihi ambang batas yang diperbolehkan.

Untuk mencegah E-Coli masuk kedalam saluran pencernaan maka makanan dan minuman harus terbebas dari E-Coli. Penyebaran E-Coli tidak melalui air melainkan melalui kegiatan tangan ke mulut atau dengan pasif melewat makanan dan minuman (Pelczar & Chan,1988).

4.3.2. Penurunan Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD (Chemimal Oxygen Demand) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air dengan menggunakan oksidator kimia yang semakin menurun apalagi pada musim kemarau seperti saat ini dimana debit air sungai berkurang sedangkan volume limbah tetap sehingga dimungkinkan terjadi peningkatan beban pencemaran sungai Code. Makin besar kadar oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik maka COD juga semakin tinggi.

Dari data yang telah diperoleh selama penelitian dengan membran keramik dalam mengolah air sungai Code menunjukkan adanya penurunan konsentrasi COD. COD awal sengai Code yaitu 1264 mg/L. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi COD inlet signifikan terhadap konsentrasi COD outlet.

Pada membran keramik variasi 2,5% efisiensi max mencapai 98,46% dimana konsentrasi COD_{inlet} adalah 1264 mg/L turun menjadi 19,4 mg/L yaitu pada 30 menit. Pada membran keramik variasi 5% effisiensi max mencapai 92,86 mg/L pada 120 menit. Sedangkan pada membran keramik 7,5% efisiensi max mencapai 89,496% yaitu pada 30 menit.

Hasil Penelitian seperti yang terdapat pada Tabel (4.4 s/d 4.6) dan Gambar (4.7 s/d 4.12) diketahui terjadi penurunan konsentrasi COD_{inlet}, hal ini dapat disebabkan adanya aerasi pada inlet yang berasal dari aktivitas pompa. Saat pompa difungsikan akan terjadi kontak oksigen pada inlet dengan oksigen udara bebas sehingga konsentradi oksigen terlarut akan tinggi hal ini menyebabkan COD_{inlet} menjadi turun. Aerasi merupakan proses pengolahan dimana air dibuat mengalami kontak erat dengan udara dengan tujuan meningkatkan kandungan oksigen dalam air.

Kadar COD berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik. Dengan berkurangmya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air sungai maka pertumbuhan mikroorganisme juga akan berkurang hal ini disebabkan karena kekurangan nutrisidari bahan organik

Penurunan konsentrasi bakteri COD dengan menggunakan membran keramik terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorbsi) terhadap bahan organik dimana tanah lempung mempunyai sifat kimiawi yaitu interaksi dengan bahan organik, yaitu molekul organik dapat diserap oleh lempung sehingga bahan-bahan organik yang terdapat pada air sungai disaring dan diserap oleh membran keramik, dengan berkurangnya bahan-bahan organik maka kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik juga berkurang. Pompa tekanan yang kuat menyebabkan bahan-bahan organik menempel pada dinding membran keramik. Penurunan COD bisa juga disebabkan oleh adanya material soluble yang tertahan pada membran keramik.

Proses filtrasi pada membran keramik berfungsi untuk menangkap bahan organik, bahan-bahan padat, bahan-bahan terlarut dan bahan-bahan tersuspensi yang terdapat pada air sungai.

Disamping adanya penurunan konsentrasi COD, terjadi pula kenaikan Konsentrasi COD. Hal ini dapat disebabkan adanya aerasi yang disebabkan oleh proses adsorbsi. Sedangkan penurunan konsentrasi COD dengan membran keramik angat dipengaruhi oleh proses adsorbsi. Aerasi terjadi karena adanya udara pada pori-pori membran keramik, semakin kecil ukuran pori maka semakin luas permukaanya dan daya serap makin tinggi sehingga proses aerasi pun semakin tinggi.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Th. 2001 baku mutu untuk badan air kelas I, ambang batas konsentrasi COD yang diperbolehkan adalah

10 ml/L dan untuk baku mutu badan air kelas II, ambang batas COD adalah 25 mg/L. Ini berarti air sungai Code sebelum dilakukan pengolahan sudah melewati ambang batas yang diperbolehkan, namun setelah dilakukan pengolahan dengan membran keramik konsentrasi bakteri COD tidak lagi melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan untuk badan air kelas II.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5 % mampu menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli sebesar 99,315% dari 1898 MPN/100ml menjadi 13 MPN/100ml dan COD sebesar 98,46% dari 1264 mg/L menjadi 19,4 mg/L. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% mampu menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli sebesar 98,577% dari 1898 MPN/100ml menjadi 27 MPN/100ml dan COD sebesar 92,868% dari 272 mg/L menjadi 19,4 mg/L. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % mampu menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli sebesar 97,998% dari 1898 MPN/100ml menjadi 38 MPN/100ml dan COD sebesar 89,496% dari 184,7 mg/L menjadi 19,4 mg/L.
2. Efisiensi pengolahan *membran keramik* yang terbesar yaitu pada membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 2,5 % yaitu dapat menurunkan bakteri E-Coli 99,315 dan COD 98,46%.
3. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5% mampu menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli dengan efektif pada waktu 150 menit dan COD pada waktu 30 menit. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% mampu menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli dan COD dengan efektif pada waktu 120 menit. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% mampu

menurunkan konsentrasi bakteri E-Coli dengan efektif pada waktu 30 dan 60 menit, sedangkan dan COD pada waktu 30 menit

4. Kemampuan *membran keramik* dalam meremoval bakteri E-Coli dan COD dalam air sungai code dipengaruhi oleh proses filtrasi dan adsorbsi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan, dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Bagi masyarakat sekitar sungai Code perlu memperhatikan kesehatan lingkungan khususnya dalam penanganan limbah rumah tangga.
2. Bagi peneliti selanjutnya

   Bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan penelitian sejenis guna memperkaya khasanah ilmu teknik lingkungan khususnya pengolahan *membran keramik*, maka diharapkan diperhatikan hal-hal lain, seperti

   a. Pada proses sterilisasi sebaiknya disterilkan air bersih atau dengan panas (di oven) sehingga kontaminan yang dapat menggaggu dapat di minimalisir.
   b. Pengukuran suhu dan pH pada *membran keramik* perlu dilakukan karena dapat mempengaruhi efisiensi penurunan kualitas air sungai.
   c. Variasi Konsentrasi dan waktu bisa dilakukan lebih banyak lagi agar didapat kondisi yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts. G, dan S.S Santika, 1984, ***Metode Penelitian Air***, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.

Algamar. K, 1993, ***Sistem Penyediaan Air Minum***, ITB, Bandung.

Ali Akbar.M, 2006, ***Penurunan Kadar Biologi Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Cair Peternakan Sapi Dengan Menggunakan Teknologi Membran Keramik***, Skripsi Pada Program S1, FTSP, UII, Yogyakarta.

Al Layla. M, Ahmad,S. Middlebrooks,E, 1978, ***Water Supply Engineering Design***, AM Arbor Science, Michigan.

Anonim, 1982, ***Pengolahan Air Minum***, Dirjen Cipta Karya Dep.PU, Bandung.

Anonim, ***Pengembangan Produk Keramik Berpori Dengan Proses Ekstrusi Pada Skala Laboratorium***, Departemen Teknik Kimia, FTI, ITB, Bandung.

Anonim, ***Hasil Pemantauan Kualitas Sungai Sasaran Prokasih(Sungai Code) Bulan Maret s/d September 2003***.

Budiarti. A, 2005, ***Penurunan E-Coli Dalam Air Sumur Dengan Menggunakan Variasi Waktu Penyinaran Radiasi Sinar Gamma***, Skripsi Pada Program S1, STTL, YLH, Yogyakarta.

California State University, 1994, Sacramento School of Engineering, ***Water Distribution System Operation and Maintenance, 3rd ed***, USA, California State University, Sacramento Foundation.

Dan PemanfaatanSerbuk Gergaji Dalam Pengolahannya, Diambila dari website www.Google.Com. Update 2002, Download 4 April 2006.

Degreemont, 1991. ***Water Treatment Handbook***, Sixth Edition, Volume 1, Lavoiser Publishing, Paris.

Djajadiningrat, A. H., 1992, ***Pengendalian Pencemaran Limbah Industri Jurusan Teknik Lingkungan***, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITB, Bandung.

Fair and Geyer, J C, 1986, ***Water and Wastewater Treatment***, John Wiley and Sons Inc, New York.

Fikry. Rhidany, Skripsi TL. FTSP. UII, ***Solidifikasi Limbah Industri Penyamakan Kulit Dengan Teknik Keramik.*** UII. Jogjakarta.

Hadi, Fajar, 1980, **Ilmu** ***Teknik Penyehatan 2***, Departeman Pendidikan dan Kebudayaan Jakarta.

Hadi. Wahyono, ***Ceramic Filter For Purifiyng Saline Water And Concentrating Heavy Metals In The Electroplating Wastewater For Material Reuse.*** Head of research & Development Agency of East Java Province.

Hammer,M.J, 1977, ***Water and Wastewater Technology Edisi ke – 3***, John Wiley & Sons.

Jurnal, 2002, ***Sebaran Bakteri Escherichia Coli Diperairan Muara Sungai Batan Tengah Bengkalis Riau,*** Universitas Riau.

M. Purba, Soetopo H, 1994, ***Buku Pelajaran Ilmu Kimia Untuk SMU Kelas 1 Jilid 1B***, Erlangga, Jakarta.

Michael J. Pelczhar Jr & Chan, E.C.S, 1986, ***Dasar-dasar Mikrobiologi,*** Universitas Indonesia, Jakarta.

Razif. M, 1985, ***Pengolahan Air Minum***, Diktat TP-FTSP-ITS, Surabaya.

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

Soemarno, 2000, ***Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik***, Akademi Analis Kesehatan Yogyakarta, Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Suriawiria Unus, 2005, ***Air Dalam Kehidupan Dan Lingkungan Yang Sehat,*** PT. Alumni, Bandung.

Suriawiria Unus, 1986, ***Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologi***, Alumni, Bandung.

Susumu, Kawamura, ***Integrated Design of Water Treatment Facilities,*** John **Wiley &** Sons, Inc, NY.

Sutrisno, dan Suciati, 1987, ***Teknologi Penyediaan Air Bersih***, Penerbit Rineka Cipta Karya, Jakarta.

T.H.Y Tebbutt,1960, ***Prinsip – Prinsip Pengendalian Kualitas Air***, Departement of Civil Engineering, University of Birmingham.

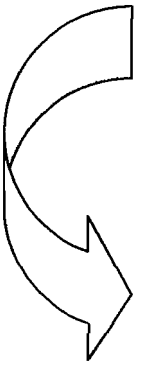
Tjokrokusumo, 1998, ***Pengantar Enjinering Lingkungan***, STTL "YLH", Yogyakarta.

Wardhana, 1986, ***Dampak Pencemaran Lingkungan***, Andi Offset, Yogyakarta.

WHO, ***Pengolahan Air Minum Secara Darurat Pada Tingkat Pengguna***, WHO, Regional Office For South-East Asia, New Delhi, India.

WWA. 1969. Water Treatment Plant Design. New York.

LAMPIRAN A

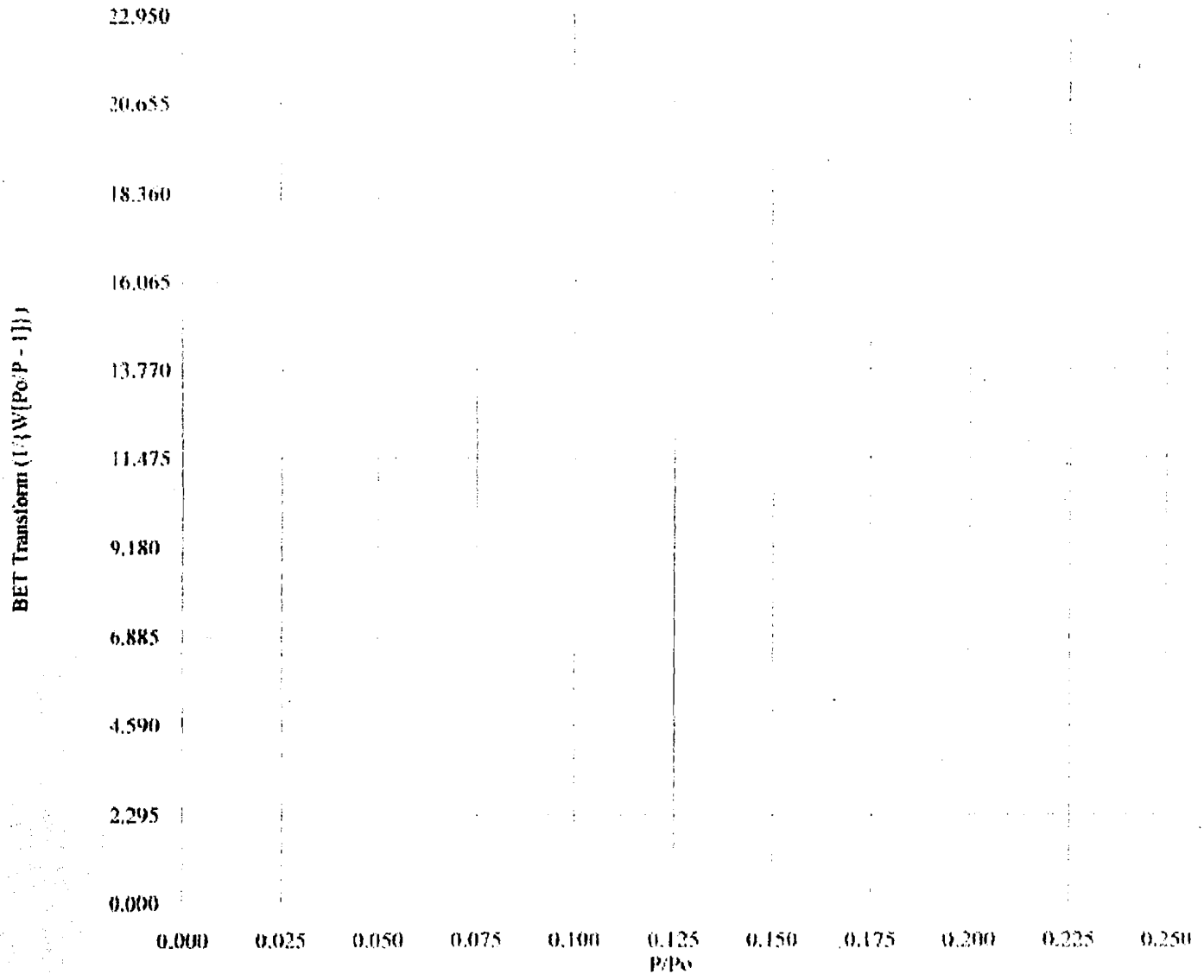


Hasil Analisa Porositas Dari BATAN

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617a.dat

User ID	=	User Setup	5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617a.dat

User ID	–	User Setup	= 5
Sample ID	617/PKA A	Sample Cell Number	1
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

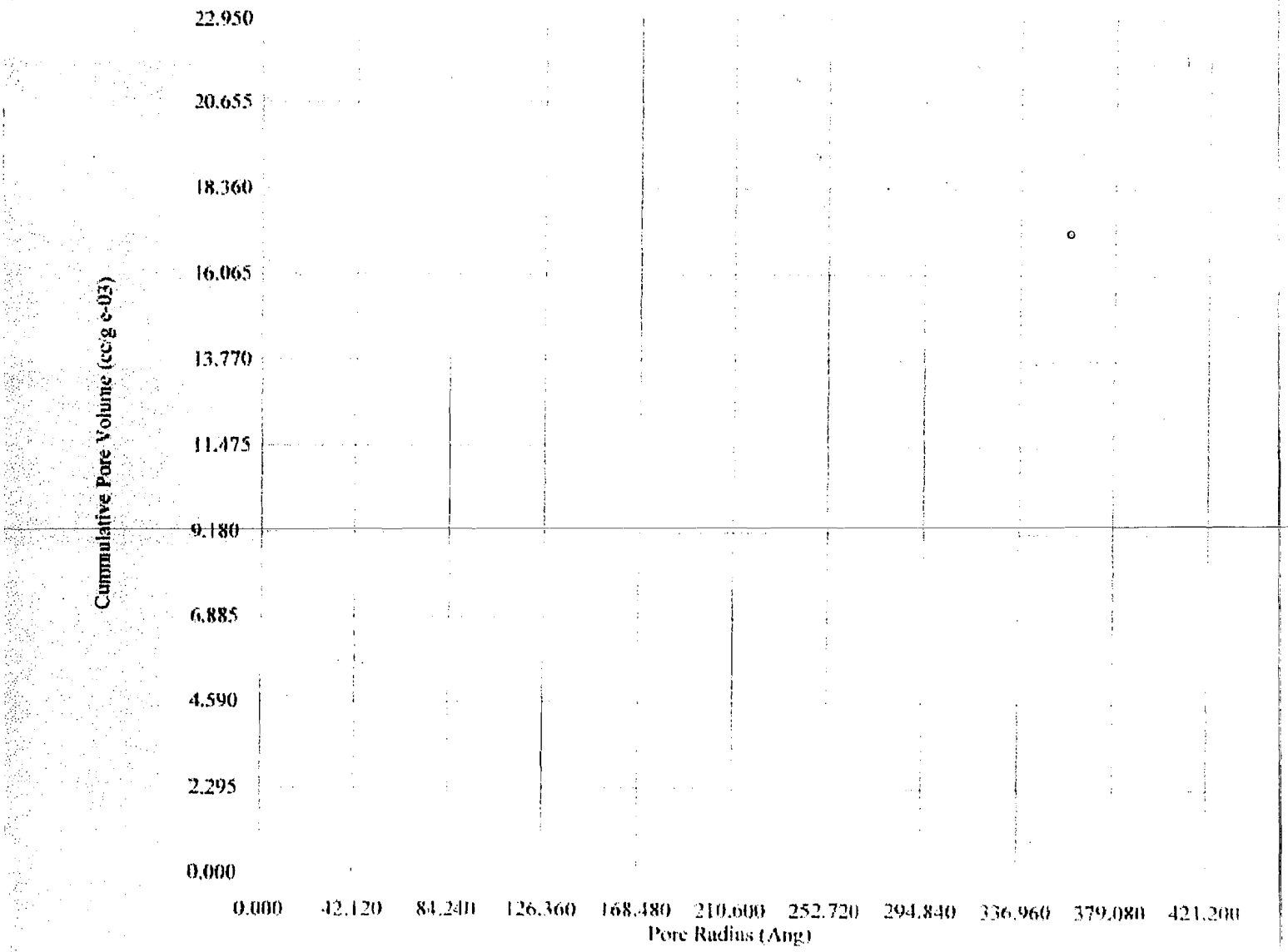
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform (1/[W[Po/P - 1]])
0.054768	5.540716
0.067120	6.611720
0.150836	14.016810
0.196571	18.182428
0.246074	22.929780
Slope	90.170758
Intercept	0.513919
Correlation Coefficient	0.999857
BET C	177.384252
Surface Area	21.618432 sq m
Specific Surface Area	38.276279 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617a.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

BJH (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617a.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	= 617/PKA A	Sample Cell Number	=1
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
421.185699	16530.948410	22.902683
155.206342	16476.501139	21.756063
100.599226	16318.152133	20.527224
75.214563	16068.101688	19.269480
59.910454	15764.869758	18.129107
49.859126	15383.006801	16.985278
42.583456	14911.685151	15.810244
37.129221	14369.130000	14.655050
32.902905	13749.098260	13.503986
29.372389	13041.528371	12.339930
26.405330	12159.622333	11.044746
23.961644	11240.105970	9.830739
21.894027	10194.406080	8.577905
20.147115	9119.128549	7.400797
18.599383	8014.514917	6.288058
17.223180	7052.670626	5.393573
15.980414	5563.279841	4.110970
14.840505	3917.886987	2.796268
13.775964	2083.592405	1.435175

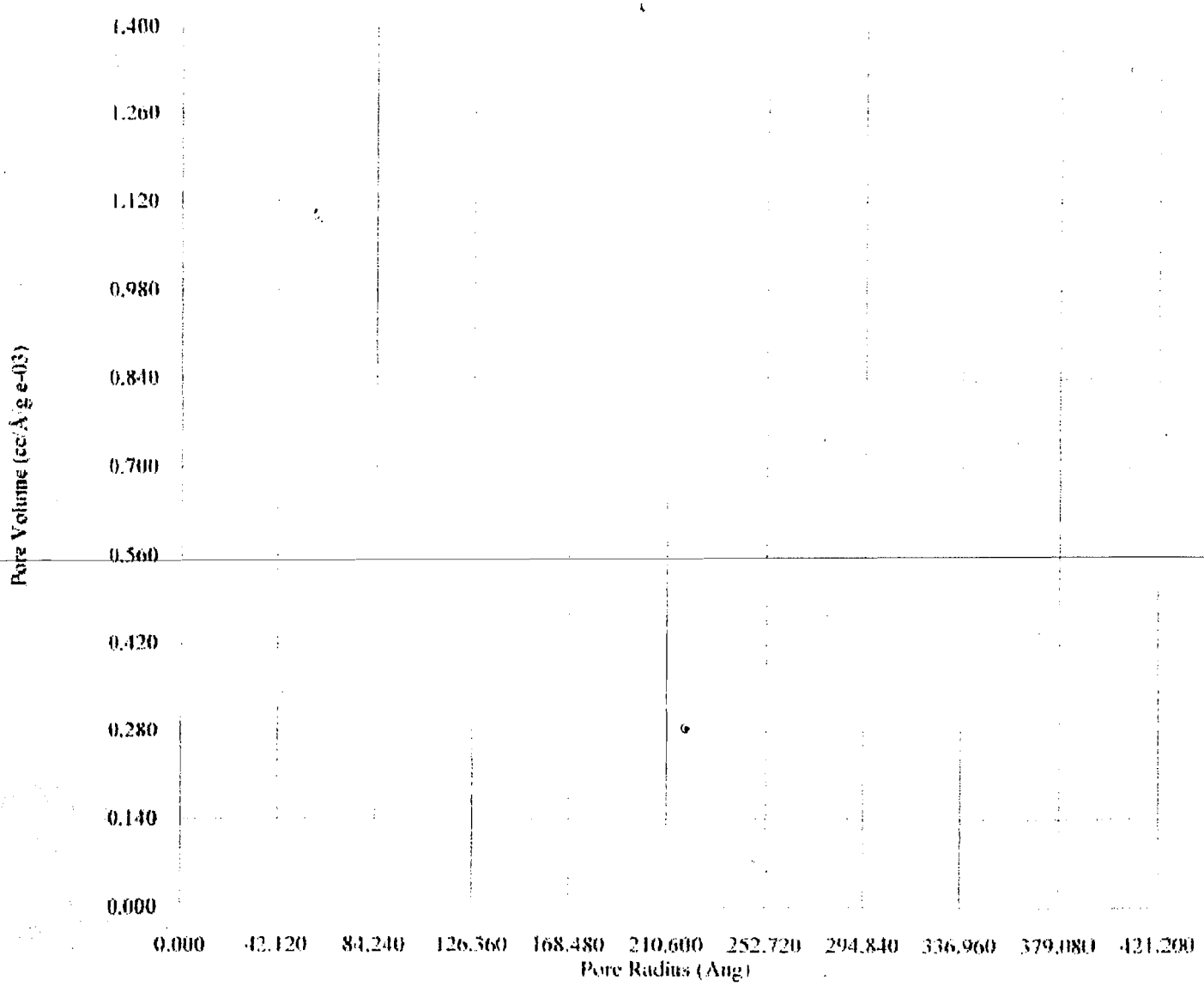
Total Pore Volume is 33.143380 e-03 cc/g for all pores less than 624.132823 Angstrom.

Average pore radius is 17.317974 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617a.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617a.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617P-KA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.80 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

DVR (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/A/g e-03)	Pore Volume (cc/A/g e-03)
421.185699	0.119757	0.002522
155.206342	2.048196	0.015895
100.599226	7.837885	0.039124
75.214563	16.072478	0.060444
59.910454	32.521991	0.097420
49.859126	56.371633	0.140532
42.583456	87.645060	0.186611
37.129221	131.415541	0.243968
32.902905	189.466811	0.311700
29.372389	265.115239	0.389353
26.405330	352.627177	0.465562
23.961644	458.689460	0.549548
21.894027	579.514918	0.634396
20.147115	674.225188	0.679185
18.599383	660.099659	0.613872
17.223180	1149.855010	0.990208
15.980414	1382.396818	1.104564
14.840505	1683.501170	1.249200
13.775964	2004.395692	1.380624

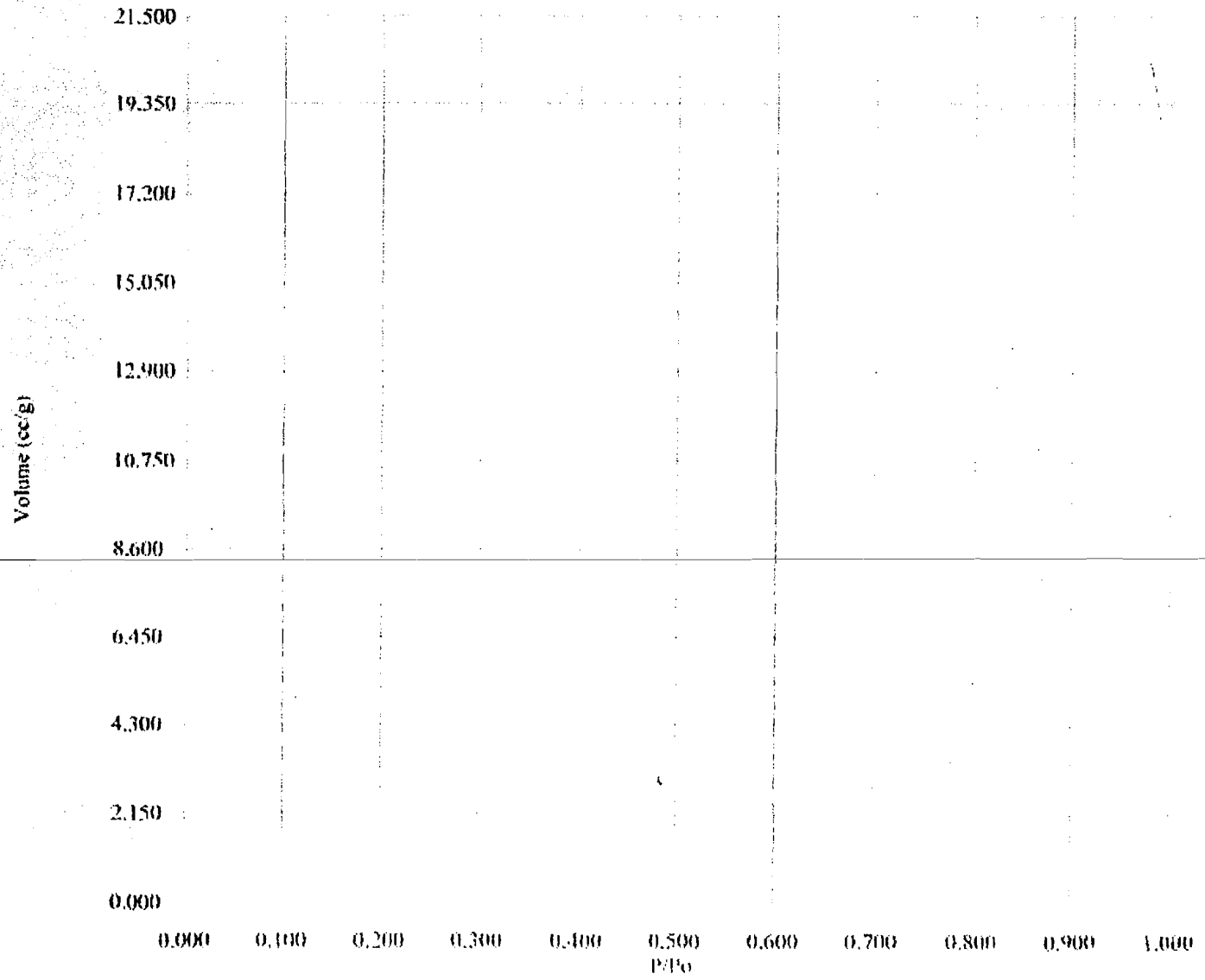
Total Pore Volume is 33.143380 e-03 cc/g for all pores less than 624.132823 Angstrom.

Average pore radius is 17.317974 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617u.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617a.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P/KA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.054768	8.367064
0.067120	8.702950
0.150836	10.139510
0.196571	10.766445
0.246071	11.389136
0.286225	11.881301
0.324016	12.335592
0.360718	12.774660
0.397198	13.209428
0.433815	13.642413
0.470582	13.981251
0.507258	14.389584
0.543709	14.826304
0.582321	15.302930
0.619715	15.777632
0.659217	16.298553
0.695245	16.782011
0.731549	17.276393
0.768871n	17.789806
0.804676	18.329870
0.840350	18.876137
0.876896	19.445379
0.911541	20.096884
0.947681	20.770128
0.984806	21.456986

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID	-	User Setup	5
Sample ID	- 617P/KA B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.5770 g	Sample Volume	- 0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	- N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	- 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	- 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	- 180 sec	Desorption Dwell Time	- 0 sec
Analysis Start Time	- Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2006

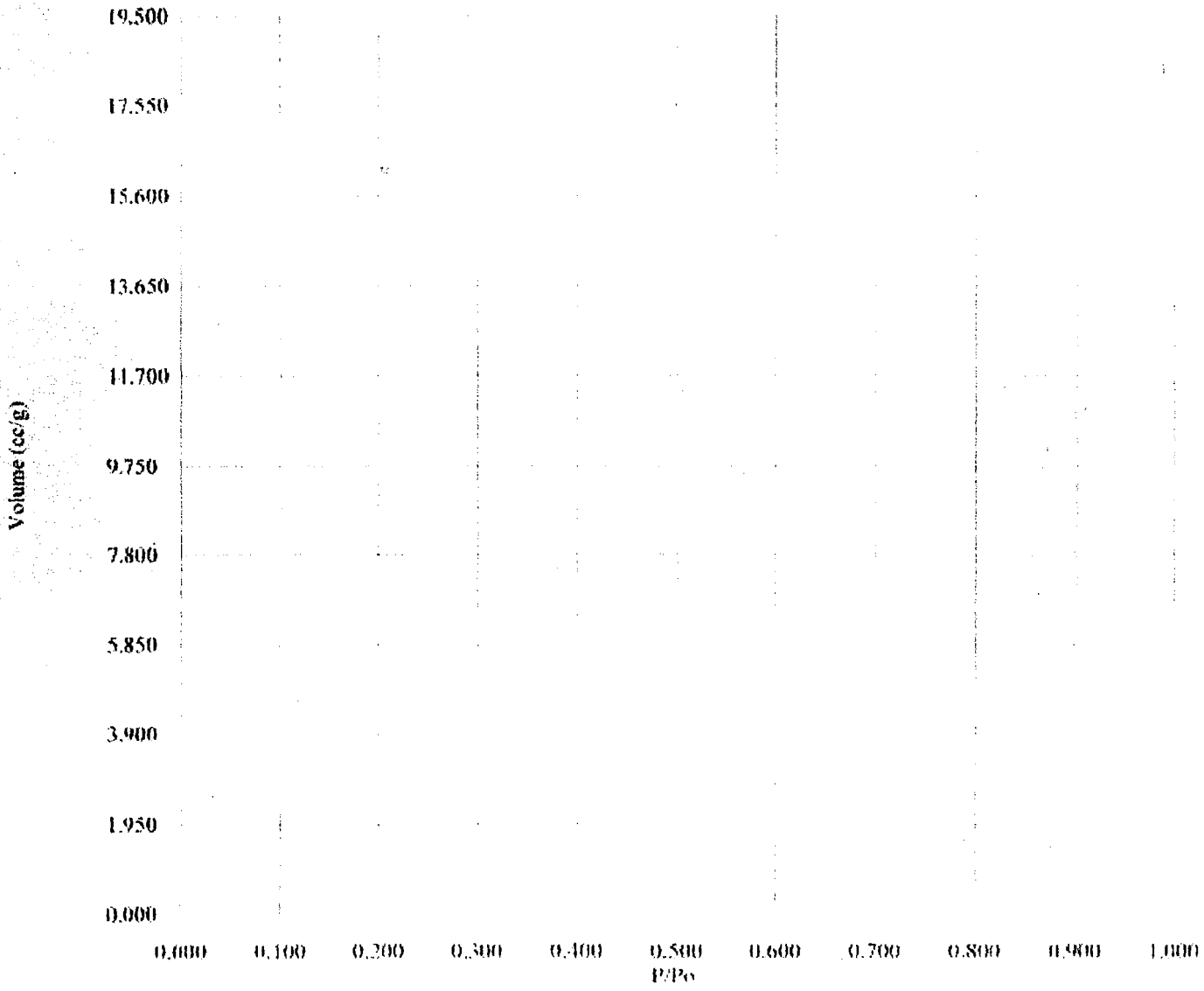
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.049228	7.444880
0.074136	7.986339
0.151801	9.130175
0.196446	9.664659
0.215226	10.214565
0.285133	10.647925
0.322831	11.051039
0.360140	11.459462
0.396871	11.854151
0.433465	12.253272
0.470653	12.664219
0.508273	13.082994
0.543451	13.492165
0.581684	13.952947
0.618191	14.395560
0.658737	14.900392
0.693871	15.338847
0.729938	15.817067
0.765936	16.300761
0.802253	16.798226
0.839830	17.115954
0.874947	17.633013
0.912153	18.206327
0.947607	18.807157
0.983501	19.452020

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617b.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P/KA B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.5770 g	Sample Volume	0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2006

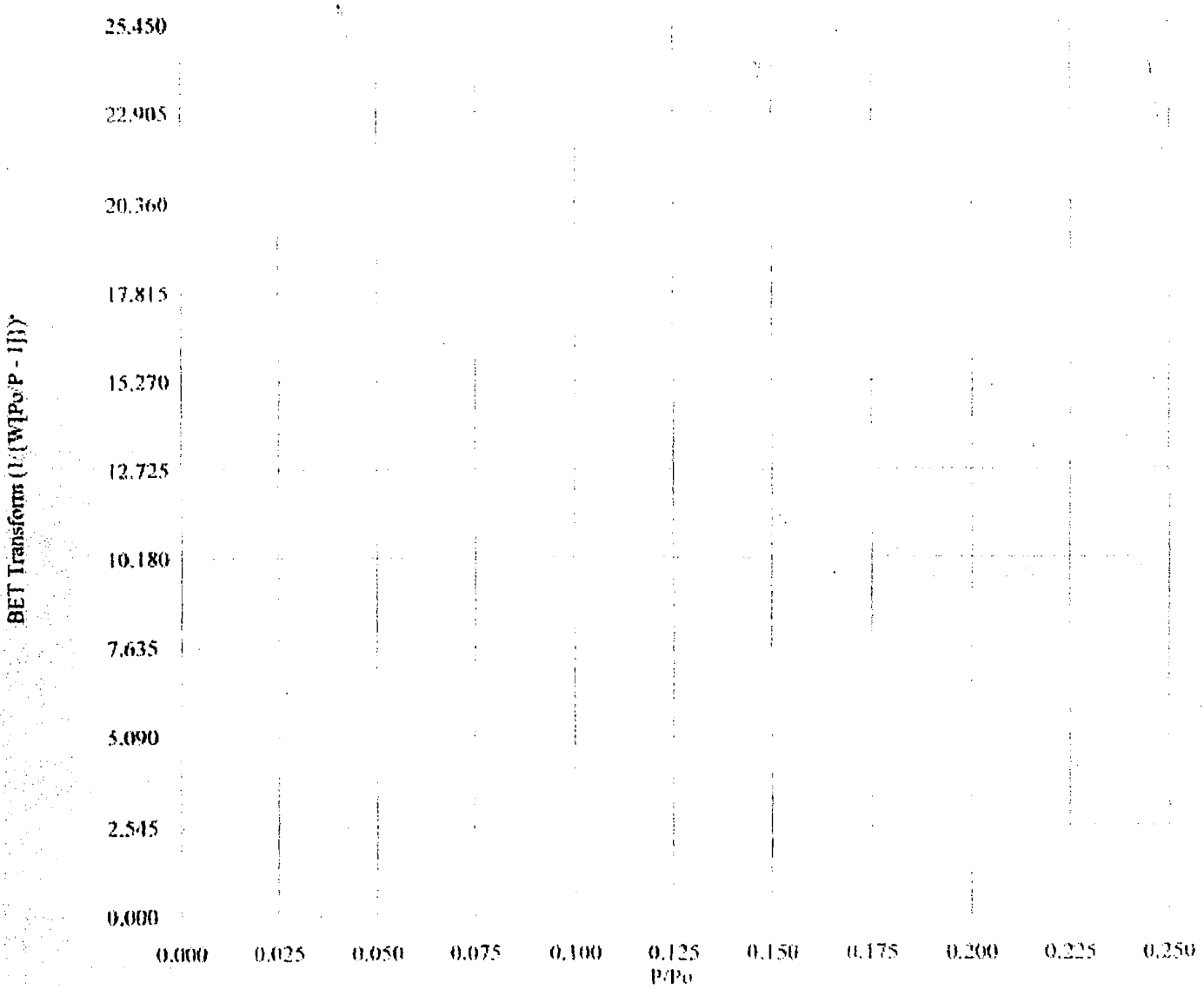
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform [1/[W[Po/P - 1]]]
0.049228	5.564584
0.074136	8.022048
0.151801	15.683809
0.196446	20.239337
0.245226	25.449699
Slope	101.029267
Intercept	0.502593
Correlation Coefficient	0.999865
BET C	200.035793
Surface Area	19.789976 sq m
Specific Surface Area	34.298052 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617b.dat

User ID	=	User Setup	5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 10:26:28 2000	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2000

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617b.dat

User ID		User Setup	- 5
Sample ID	- 617/P/KA B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	- User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	- N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	- 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	- 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	- 180 sec	Desorption Dwell Time	- 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
395.837809	15626.911744	21.257351
155.466167	15572.245396	20.175401
100.353018	15431.344612	19.080135
74.471667	15211.696495	17.978018
59.482513	14931.785993	16.935748
49.315369	14717.075901	16.297173
42.246312	14271.343974	15.198101
36.932950	13747.689616	14.091978
32.801738	13135.545357	12.961563
29.292285	12487.222854	11.898258
26.327255	11622.995228	10.632498
23.934267	10754.606819	9.489384
21.911202	9729.785591	8.262967
20.172817	8713.054206	7.149076
18.593755	7562.268574	5.988343
17.205446	6304.168842	4.818707
15.960884	4953.776825	3.657002
14.814692	3486.657789	2.486176
13.744589	1803.783865	1.239613

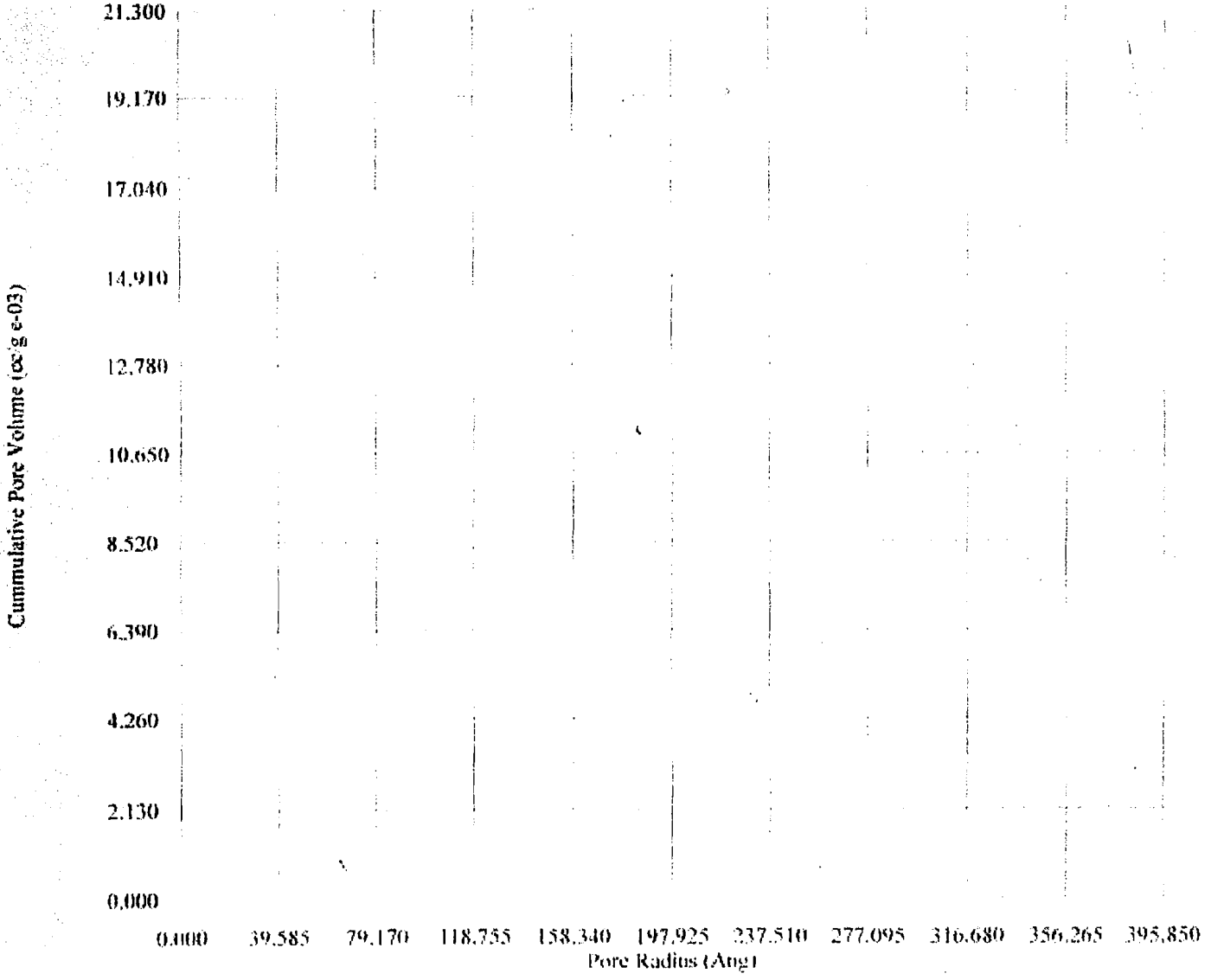
Total Pore Volume is 30.046423 e-03 cc/g for all pores less than 574.368980 Angstrom.

Average pore radius is 17.520775 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

BJH (Adsorption)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

DVR (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/Å/g e-03)	Pore Volume (cc/Å/g e-03)
395.837809	0.135151	0.002675
155.466167	1.847644	0.014362
100.353018	6.466592	0.032447
74.471667	15.728750	0.058567
59.482513	17.624899	0.052419
49.315369	54.677043	0.134821
42.246312	87.479431	0.184784
36.932950	131.907849	0.243587
32.801738	179.009159	0.293591
29.292285	254.395790	0.372592
26.327255	342.845879	0.451310
23.934267	454.850796	0.544326
21.911202	567.044572	0.621231
20.172817	683.471779	0.689378
18.593755	853.302973	0.793305
17.205446	1036.984263	0.892089
15.960884	1236.099614	0.986462
14.814692	1522.287892	1.127611
13.744589	1743.263198	1.198022

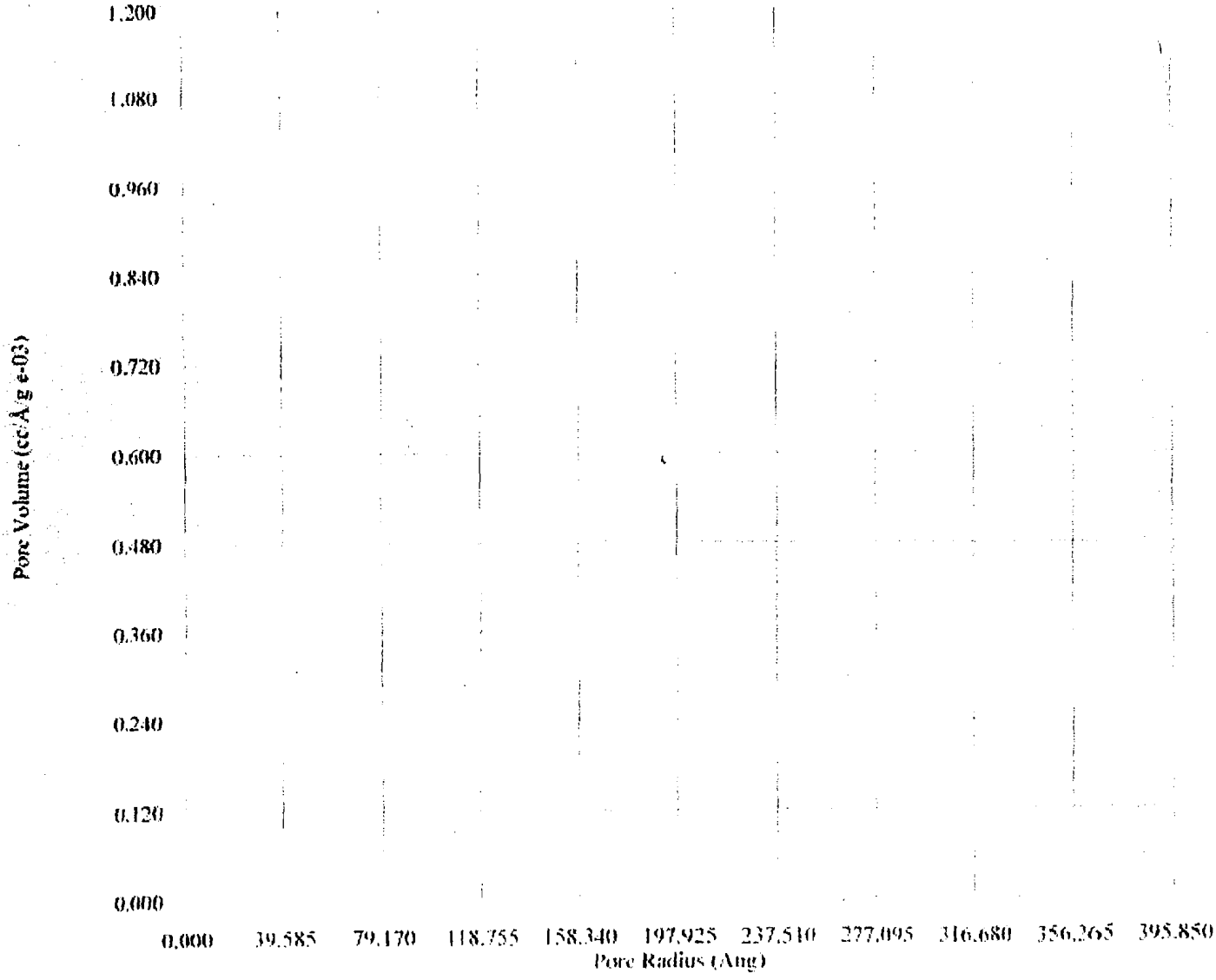
Total Pore Volume is 30.046423 e-03 cc/g for all pores less than 574.368980 Angstrom.

Average pore radius is 17.520775 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617e.dat

User ID	=	User Setup	5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

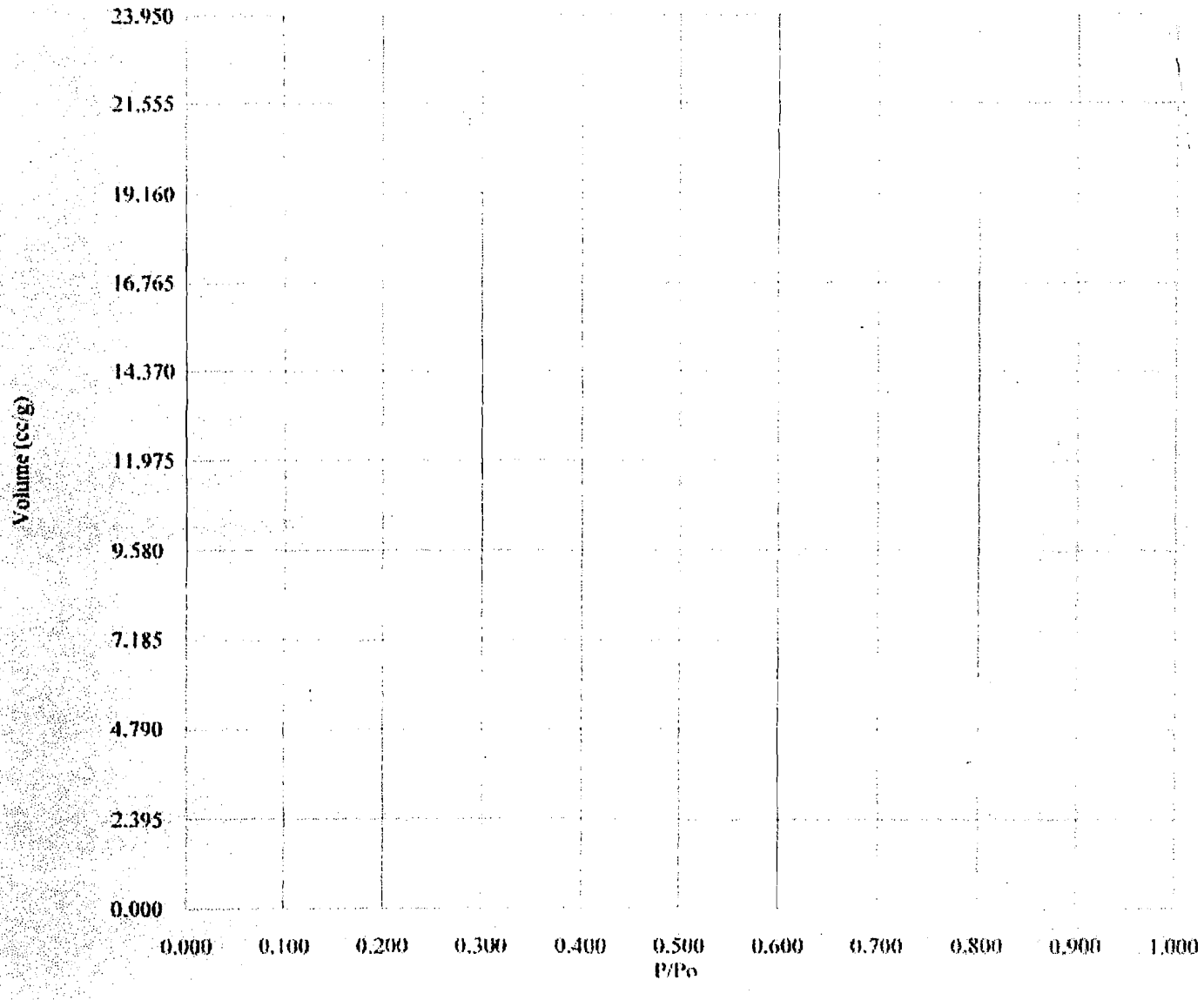
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.043426	9.3235e5
0.073551	10.113145
0.151193	11.538635
0.197785	12.213463
0.247689	12.868435
0.287509	13.367644
0.324847	13.822793
0.361535	14.260913
0.398285	14.714956
0.435536	15.153073
0.471568	15.466250
0.508819	15.891110
0.544695	16.327214
0.584177	16.824086
0.621454	17.327466
0.655938	18.220390
0.696337	18.823888
0.734375	19.285456
0.770173	19.930752
0.805245	20.480991
0.841198	21.048809
0.877732	21.673751
0.911022	22.550115
0.949977	23.259101
0.987470	23.939114

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:43 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

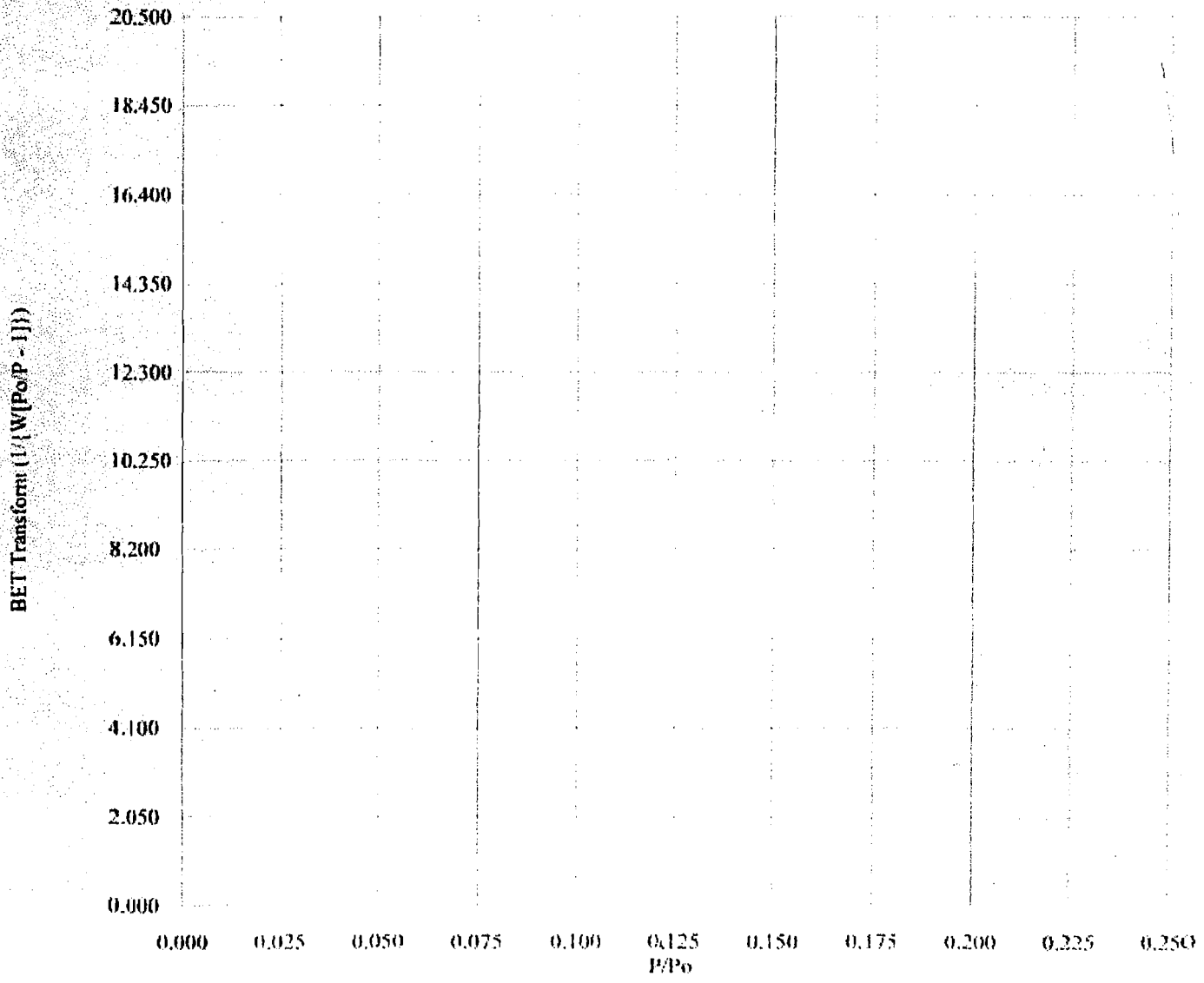
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform (1/[W[Po/P - 1]])
0.043426	3.895898
0.073551	6.281063
0.151193	12.351521
0.197785	16.151621
0.247689	20.470919
Slope	=80.686848
Intercept	=0.313875
Correlation Coefficient	0.999793
BET C	=258.066618
Surface Area	=17.756376 sq m
Specific Surface Area	=42.993647 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
403.163916	17391.094142	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.550384	17183.526544	22.500423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.373670
42.984611	15647.675011	17.183683
37.401719	15078.565625	15.960536
32.814394	14381.553655	14.657063
29.287177	13493.250157	13.199606
26.531383	11876.120614	10.831548
24.048191	10937.498536	9.586401
21.958176	9894.213115	8.331945
20.205074	8864.259373	7.201150
18.651898	7758.633236	6.084187
17.268319	6940.149988	5.320873
16.006427	5492.140811	4.070639
14.865019	3803.170809	2.718920
13.804895	2033.534057	1.403636

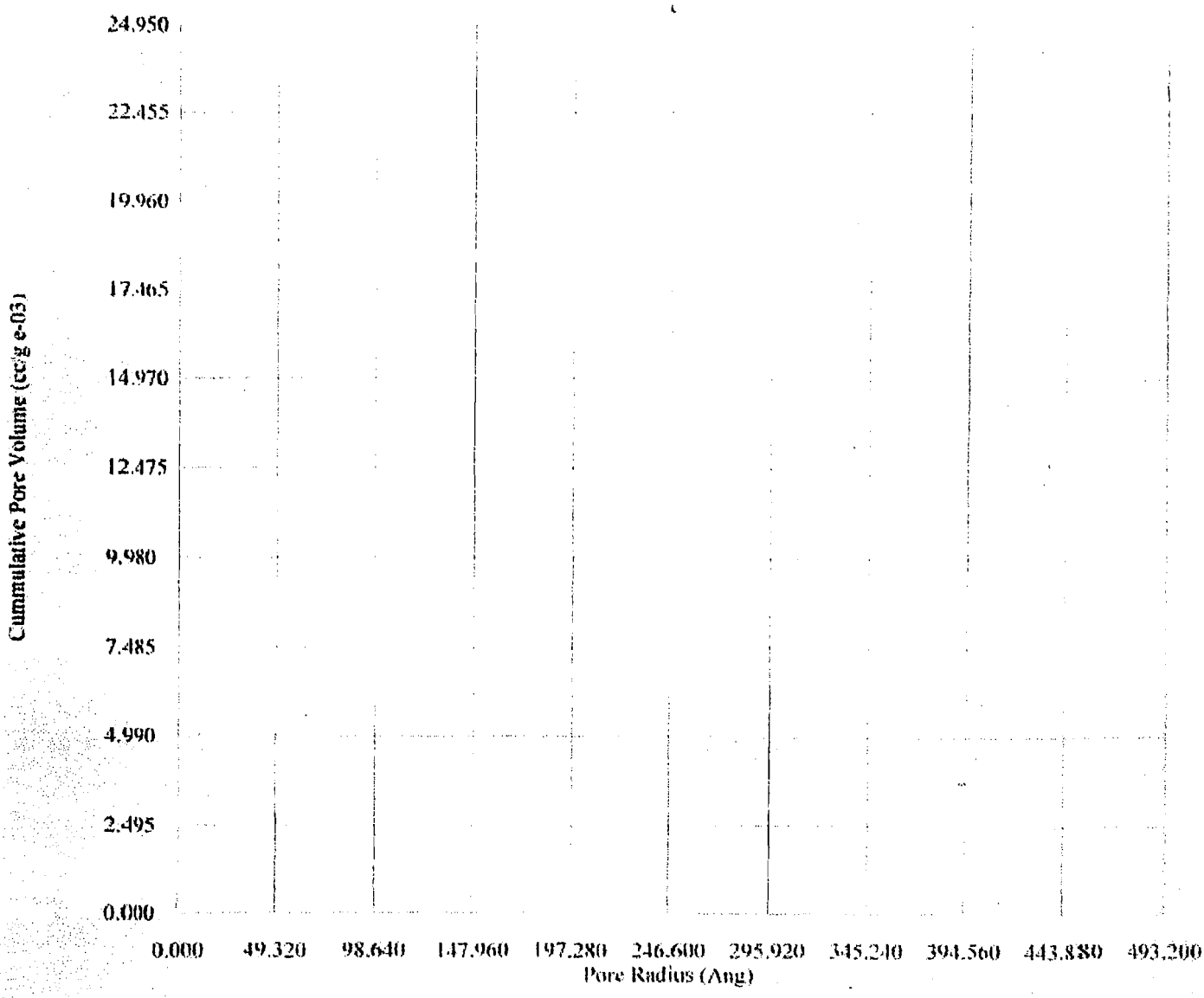
Total Pure Volume is 36.977381 e-03 cc/g for all pores less than 757.827573 Angstrom.

Average pore radius is 17.201333 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

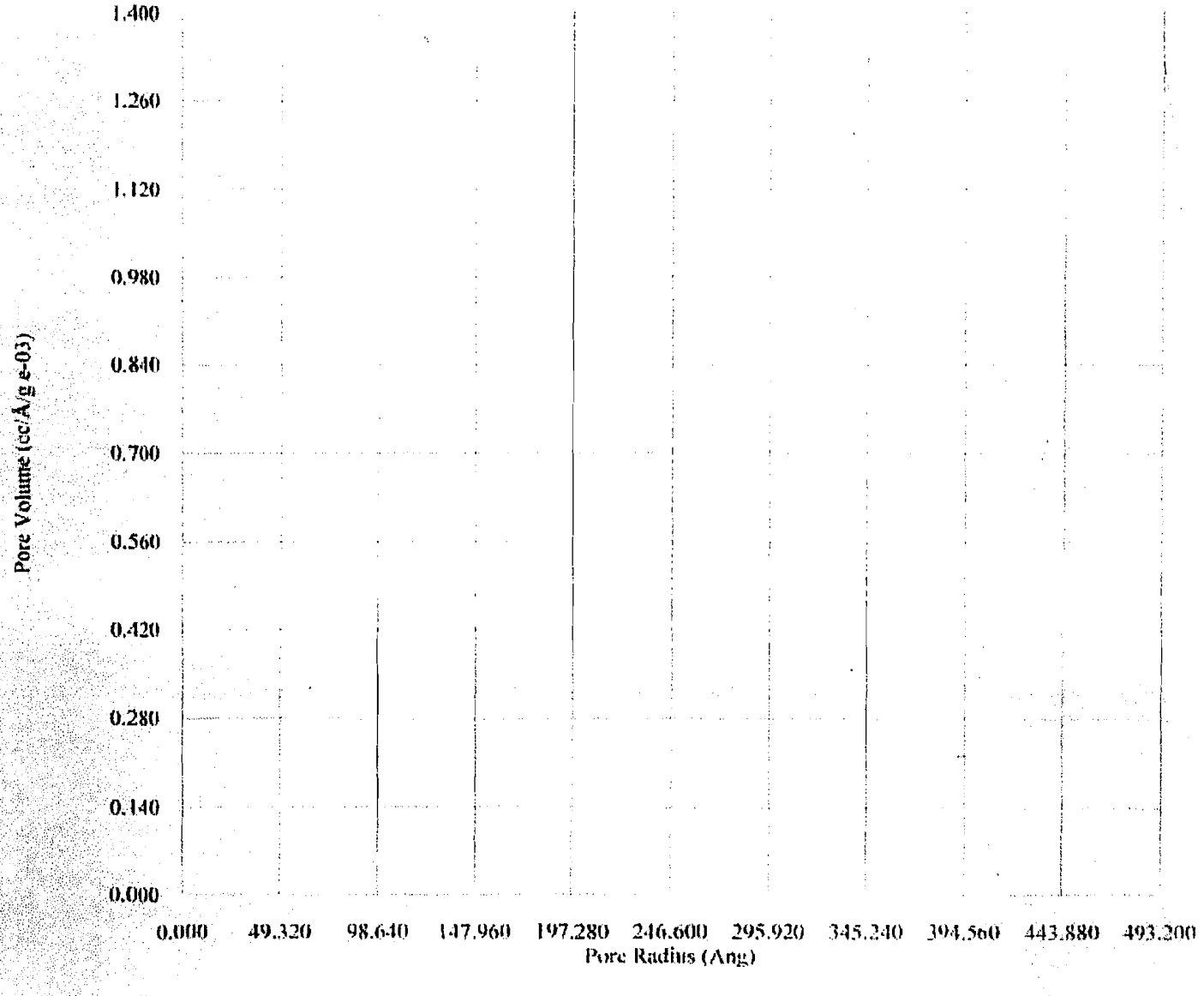
BJH (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

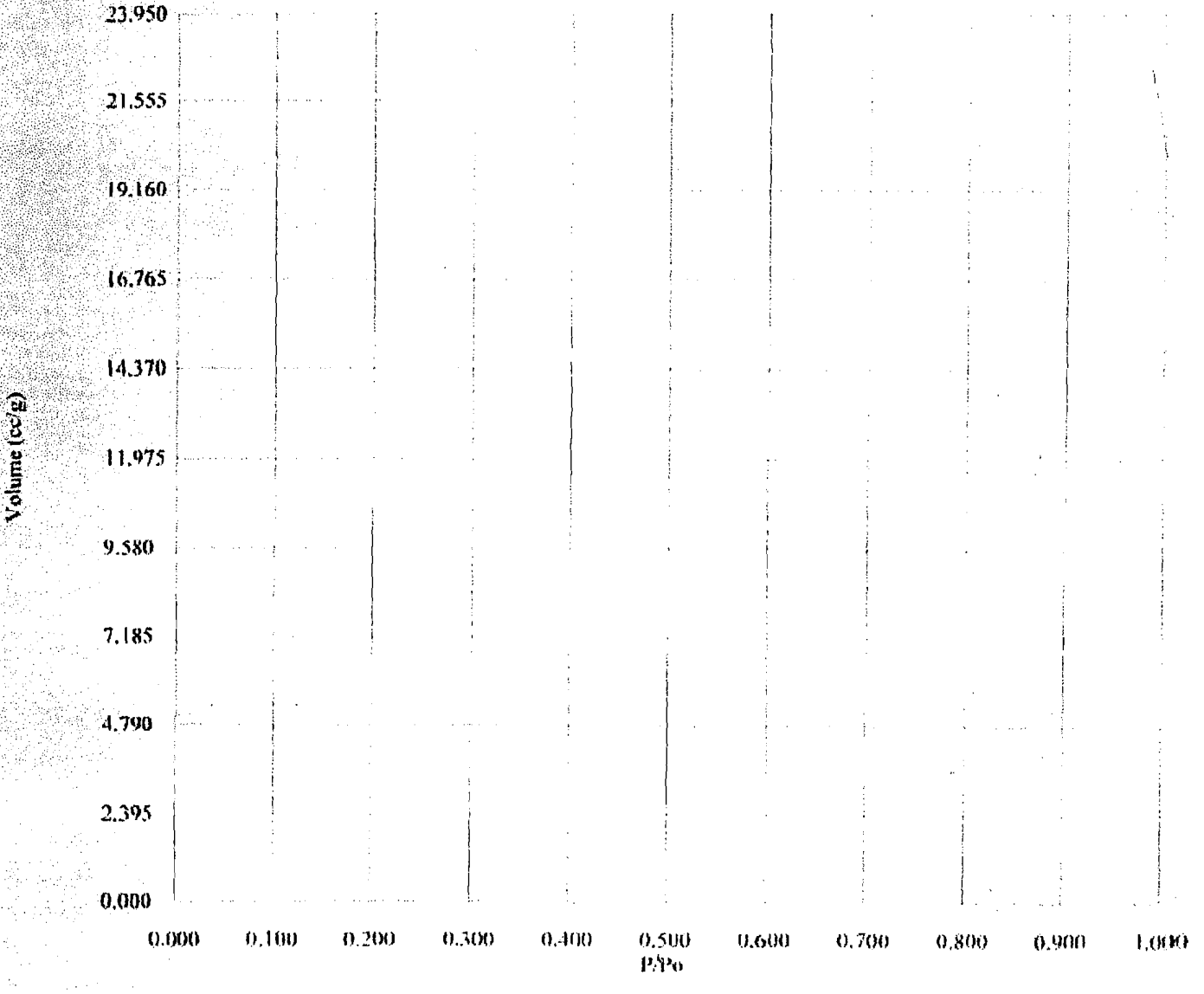
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.043426	9.323565
0.073551	10.113145
0.151193	11.538635
0.197785	12.213463
0.247689	12.868135
0.287509	13.367644
0.324847	13.822793
0.361535	14.260913
0.398285	14.714956
0.435536	15.153073
0.471568	15.466250
0.508819	15.891110
0.544695	16.327214
0.584177	16.824086
0.621454	17.327466
0.655938	18.220390
0.696337	18.823888
0.734375	19.385456
0.770173	19.930752
0.805245	20.480991
0.841198	21.048809
0.877732	21.673751
0.911022	22.550115
0.949977	23.259101
0.987470	23.939114

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID	=	User Setup	5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	= Fri Oct 13 12:05:10 2006

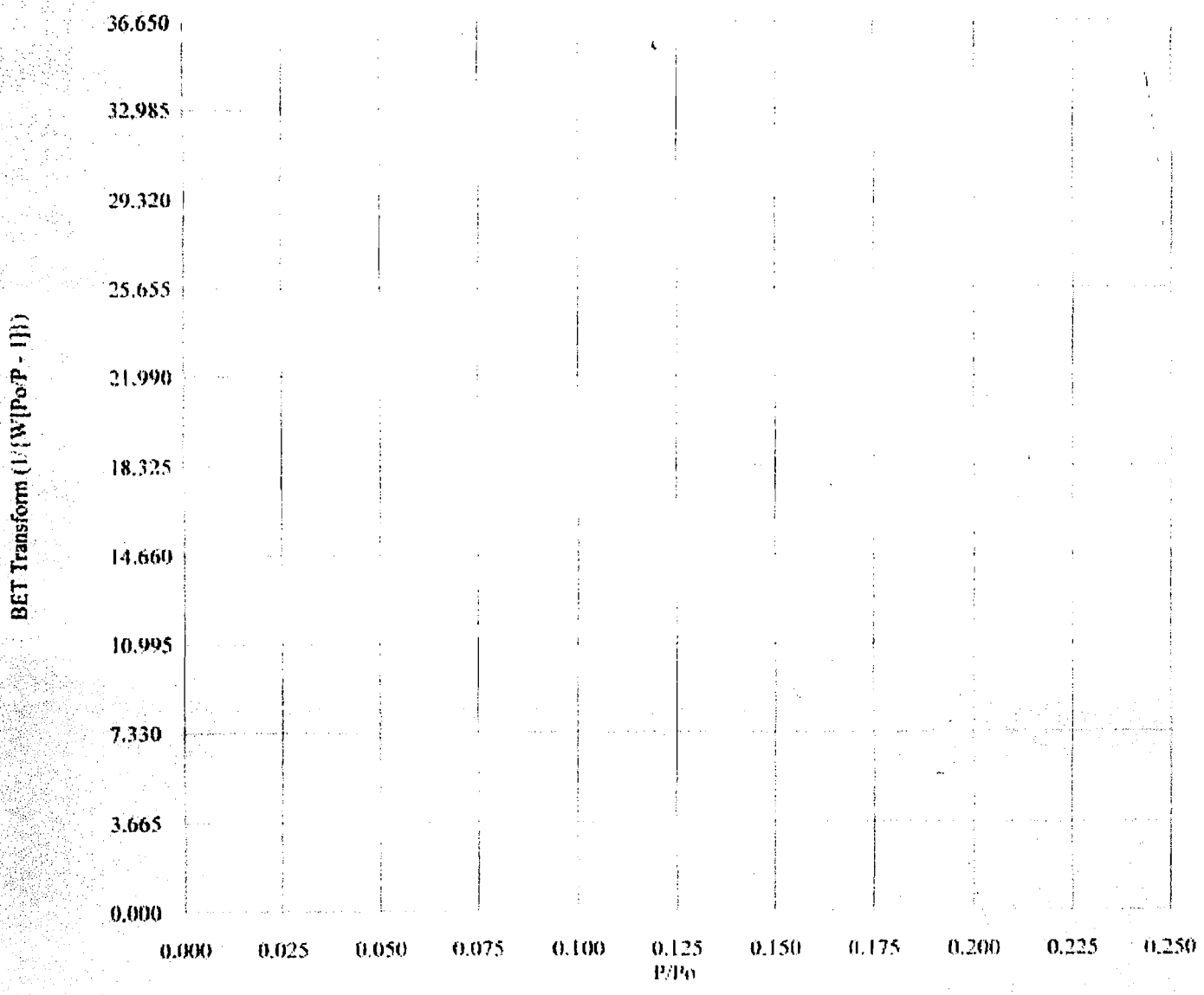
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform (1/[W[Po/P - 1]])
0.041766	7.009993
0.074668	11.487385
0.143106	21.043020
0.197676	28.874230
0.248808	36.603883
Slope	142.605287
Intercept	0.867162
Correlation Coefficient	0.999841
BET C	165.450628
Surface Area	8.738305 sq m
Specific Surface Area	= 24.273068 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	= Fri Oct 13 12:05:10 2006

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	= Fri Oct 13 12:05:10 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
713.192496	10955.120724	14.264299
174.076608	10937.991889	13.653491
106.275787	10864.301496	13.012102
77.283625	10736.352814	12.332210
60.677299	10570.809581	11.692521
49.055049	10567.081764	11.681211
41.968236	10213.174822	10.813165
37.471780	9972.467135	10.308061
32.937703	9560.725287	9.536626
29.000748	9019.169020	8.644745
26.232179	8310.051847	7.616499
24.277420	7877.575503	7.049259
22.141219	7241.446661	6.277081
20.282840	6347.468138	5.287392
18.726882	5323.179799	4.248618
17.316211	4438.739633	3.420478
16.057300	3469.490013	2.581291
14.907234	2373.509424	1.701367
13.843345	1273.747222	0.881646

Total Pore Volume is 20.566452 e-03 cc/g for all pores less than 1173.352108 Angstrom.

Average pore radius is 16.945902 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617d.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	Fri Oct 13 12:05:10 2006

DVR (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/A/g e-03)	Pore Volume (cc/A/g e-03)
713.192496	0.017470	0.000623
174.076608	0.753929	0.006562
106.275787	3.379536	0.017958
77.283625	8.225959	0.031787
60.677299	0.284824	0.000861
49.055049	34.845914	0.085468
41.968236	59.917984	0.125733
37.471780	82.751779	0.155043
32.937703	132.328035	0.217939
29.000748	187.528657	0.271924
26.232179	246.318763	0.323074
24.277420	295.357373	0.358526
22.141219	421.958377	0.467134
20.282840	640.934475	0.649999
18.726882	584.252626	0.547062
17.316211	741.274376	0.641803
16.057300	905.562094	0.727044
14.907234	1009.089384	0.752137
13.843345	1227.210329	0.849435

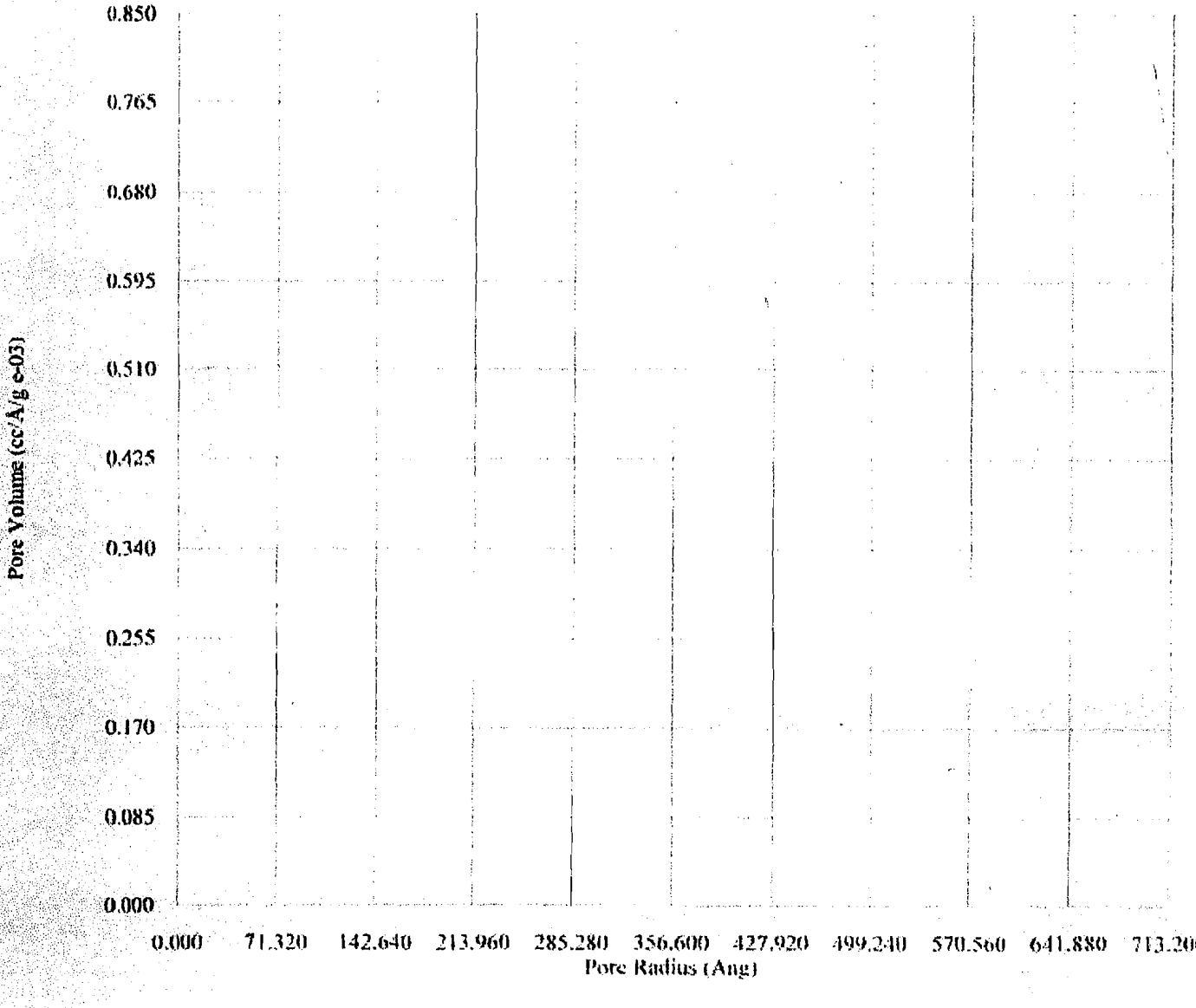
Total Pore Volume is 20.566452 e-03 cc/g for all pores less than 1173.352108 Angstrom.

Average pore radius is 16.945902 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	= Fri Oct 13 12:05:10 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617d.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	Fri Oct 13 12:05:10 2006

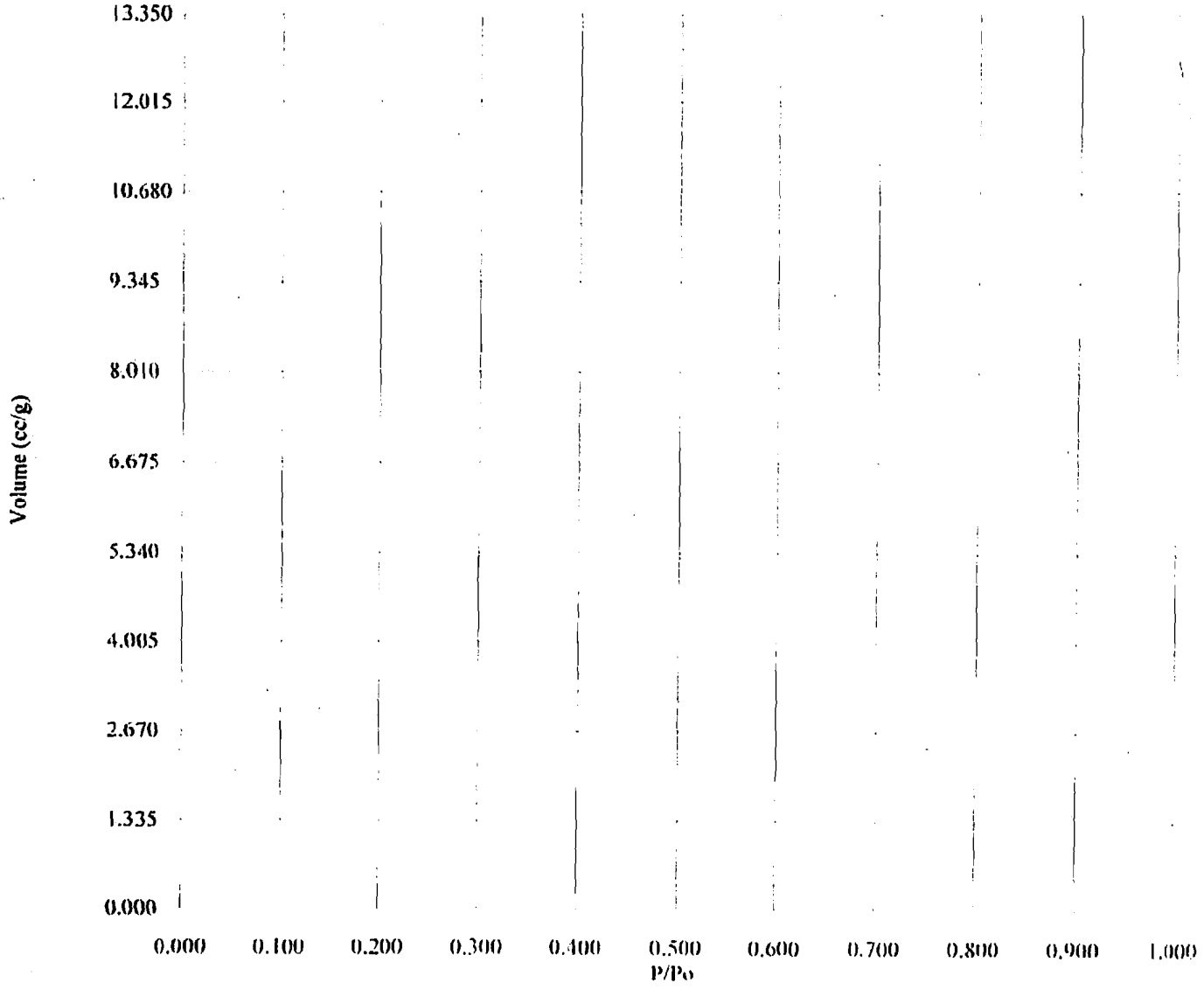
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.041766	4.974948
0.074668	5.620388
0.143106	6.350013
0.197676	6.827284
0.248808	7.240028
0.288786	7.555113
0.326344	7.840831
0.362874	8.113523
0.400053	8.406539
0.436479	8.692936
0.474271	8.984740
0.509678	9.338205
0.550563	9.693458
0.586238	9.982549
0.611683	10.198342
0.657665	10.600073
0.697090	10.958914
0.734726	11.281526
0.759134	11.497586
0.805022	11.883674
0.843867	11.907478
0.880821	12.226884
0.917852	12.582053
0.954694	12.937724
0.991889	13.314697

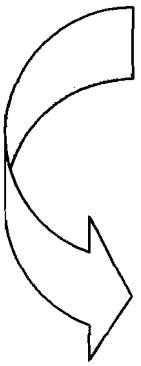
Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	= Fri Oct 13 12:05:10 2006

ISOTHERM (Adsorption)



LAMPIRAN B



Perhitungan Bakteri Escherichia Coli Dengan

Methode Most Probable Number (MPN)

PERHITUNGAN BACTERI COLIFORM, COLIFORM TINJA, ESCHERICHIA COLI DENGAN METHODE MOST PROBABLE NUMBER (M P N)

SPECIMEN :
Makanan, minuman, air.

DIFINISI :
* Most probable number = perkiraan terdekat jumlah.
* Bacteri coliform = bacteri golongan coli, yang ditandai dengan kemampuan bacteri itu menguraikan lactose menjadi asam dan gas di dalam media Brilliant green lactose bile broth pada inkubasi suhu 37° C 48 jam.
  Contoh : Genus Klebsiella, Genus Enterobacter, Genus Eschericia.
* Coliform tinja = coliform yang mampu tumbuh pada 44,5° C 24 jam.
* Escherichia coli = Gram (-) batang yang menguraikan lactose sampai dengan gas, memproduksi indol, Simmon's citrate negatif.

CARA PEMERIKSAAN :

A. Persiapan specimen :
* Untuk specimen yang padat atau cair tapi pekat, dilarutkan dulu dengan aquadest atau air garam steril atau Quarter strength Ringer solotion.
  10 gram atau 10 cc specimen ditambah aquadest steril atau lainnya sampai 100 cc.
* Sedangkan specimen cair dapat langsung diperiksa.

B. Ragam LB yang digunakan :

1. Ragam I : 5 X 10 ml, 1 X 1 ml, 1 x 0,1 ml.

Untuk specimen yang sudah diolah atau yang angka kumannya diperkirakan rendah.

a. Specimen cair auat yang dilarutkan ditanam didalam :
- 5 tabung Lactose broth Triple strength masing-masing 10 ml.
- 1 tabung Lactose broth single strength, 1 ml.
- 1 tabung Lactose broth single strength, 0,1 ml.

Masuk inkubator 37° C 48 jam.

b. Tiap-tiap tabung Lactose broth (LB) yang menunjukkan positif gas, ditanam kedalam Brilliant green lactose bile broth (BGLB).
Masuk inkubator 37° C 48 jam.

c. Dibaca dan dicatat BGLB yang menunjukkan positif gas, masing-masing ditanam Mac Conkey agar/Endo agar/ Eosin Methyleen Blue agar/Tergitol 7 agar plate, Masuk inkubator 37° C 24 jam.
Untuk mendapatkan index MPN coliform, digunakan tabel MPN berdasarkan tabung-tabung BGLB positif gas.

d. Koloni yang tersangka E. coli ditanam pada SIM/MIO/MIU (untuk mengetahui produksi indol) dan Simmon's citrate (untuk mengetahui kemampuan bacteri dengan citrate sebagai sumber carbon) serta TSI agar.
Masuk inkubator 37° C 24 jam.

e. Dibaca dan dicatat pertumbuhan pada media TSI, SIM dan SC untuk menentukan apakah E. coli atau bukan.
Kemudian dicari pada tabel MPN untuk menetukan index MPN E. coli.

2. Ragam II : 5 X 10 ml, 5 X 1 ml, 5 X 0,1 ml.

Untuk specimen yang belum diolah atau yang angka kumannya diperkirakan tinggi. Kalau perlu penenaman dapat dilanjutkan dengan 5 X 0,01 ml dst.
Yang biasa diperiksa dengan cara ini ialah sumur, gali, air mata air, air hujan, air sungai, air kolam renang dsb.

a. Specimen air tanpa diencerkan ditanam didalam media :
- 5 tabung LB triple strength masing-masing 10 ml.
- 5 tabung LB single strength masing-masing 1 ml.
- 5 tabung LB single strength masing-masing 0,1 ml.

Masuk inkubator 37° C 48 jam.

b. LB yang positif gas ditanam didalam BGLB masing-masing 2 tabung.
Satu seri BGLB diinkubasikan 37° C 48 jam dan satu seri BGLB yang lain diinkubasikan 44 - 44,5° C 24 jam.

c. Pada waktunya dibaca dan dicatat berapa tabung BGLB yang (+) gas dari masing-masing kelompok penanaman. Angka-angka yang diperoleh dicocokkan dengan tabel MPN untuk memperoleh index MPN coliform (inkubasi 37° C 48 jam) dan index MPN coliform tinja (inkubasi 44 - 44,5° C 24 jam).

3. Ragam III : 3 X 10 ml, 3 X 1 ml. 3 X 0,1 ml.

Adalah ragam alternatif untuk ragam II, apabila jumlah tabung terbatas, begitu pula persediaan media juga terbatas.

Cara pelaksanaannya seperti ragam II.

C. CONTOH PEMBACAAN HASIL :

Ragam I :

Tabung 5 X 10 ml, BGLB (+) gas : 3)
Tabung 1 X 1 ml, BGLB (+) gas : 1) Index MPN : 12.
Tabung 1 X 0,1 ml, BGLB (+) gas : 0)

Ragam II :

Tabung 5 X 10 ml, BGLB (+) gas : 2)
Tabung 5 X 1 ml, BGLB (+) gas : 1) Index MPN : 9.
Tabung 5 X 0,1 ml, BGLB (+) gas : 1)

Ragam III :

Tabung 3 X 10 ml, BGLB (+) gas : 3)
Tabung 3 X 1 ml, BGLB (+) gas : 2) Index MPN : 95.
Tabung 3 X 0,1 ml, BGLB (+) gas : 1)

CATATAN :

* Apabila dalam pembacaan BGLB, semua tabung menunjukkan hasil (+) gas, penanaman dapat diteruskan dengan mengencerkan specimen 10X atau 100X lebih rendah dari pada ragam LB yang sudah dikerjakan. Hasil MPN yang diperoleh dikalikan dengan 10 X atau 100 X.
* Penghitungan index MPN dapat pula dilakukan dengan formula Thomas :
  $(A + B + C) X (\sqrt{(S X N)})^{-1} X 100 = ...$
  A = jumlah tabung (+) gas penanaman kelompok pertama.
  B = jumlah tabung (+) gas penanaman kelompok kedua.
  C = jumlah tabung (+) gas penanaman kelompok ketiga.
  S = jumlah ml sampel yang ditanam.
  N = jumlah ml sampel yang negatif.
* Contoh untuk Ragam III :
  $(3 + 2 + 1) X (\sqrt{(33,3 X 1,2)})^{-1} X 100 = 94,91.$
* Sisa pengenceran pada pemeriksaan angka kuman dapat digunakan untuk pemeriksaan MPN.

PERHITUNGAN BACTERI ENTEROPATHOGENIC DAN BACTERI INDICATOR DI DALAM MAKANAN DENGAN METHODE PLATE

A. BACTERI YANG DIHITUNG :

1. Bacteri indicator :
- Coliform
- Escherichia coli
- Enterococci

2. Bacteri enteropathogenic :
- Vibrio parahaemolytica
- Staphylococcus aureus
- Bacillus cereus
- Clostridium perfringens

3. Mould & Yeast (kapang dan khamir)

B. PENGENCERAN SAMPEL :

Dilakukan seperti pada pemeriksaan angka kuman, atau sisa pengenceran untuk angka kuman boleh juga digunakan.

C. PENUANGAN MEDIA DAN MEDIA YANG DIGUNAKAN :

* Tiap-tiap pengeneceran sampel 10 X, 100 X, dan 1000 X diambil masing-masing 1 ml dimasukkan kedalam petric dish steril (1 serial pengenceran ada 3 dish).
* Kepada 1 seri pengenceran dituangi media sesuai dengan jenis pemeriksaan yang akan dilakukan. Jumlah media yang dituangi adalah 15 - 20 ml per-dish.
* Dicampur sampai homogen, diamkan diatas meja sampai agar-agarnya membeku.
* Kemudian diinkubasikan dengan posisi terbalik, pada suhu 37° C selama 48 jam.
* **Jenis media yang dituangkan untuk pemeriksaan :**
  1. **Coliform : Violet red bile agar.**
  2. **Escherichia coli : Tergitol 7 agar**
  3. **Enterococci : KF streptococcus agar**
  4. **Vibrio parahaemolytica : Thiosulfate Citrate Bile Sucrose agar + NaCl 6%**
  5. Staphylococcus aureus : Mannitol Salt agar + 5% Egg yolk
  6. Bacillus cereus : Bacillus cereus agar Egg yolk
  7. Clostridium perfringens : Handfort agar modified
  8. Mould & Yeast : Potato Dextrose agar (inkubasi 30 - 37° C 4 - 5 hari).
* Control sterilitas dibuat 1 petrie dish steril diisi 1 ml pelarut, dituangi media yang digunakan untuk tiap-tiap pemeriksaan.

D. PERHITUNGAN KOLONI :

Perhitungannya seperti pada angka kuman, hanya saja koloni yang dihitung adalah koloni yang sesuai dengan ciri-ciri bacteri yang dihitung.

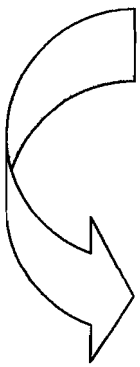
TABEL MPN 511 MENURUT FORMULA THOMAS

JUMLAH TABUNG (+) GAS PADA PENANAMAN			INDEX MPN PER 100 ml
5 X 10 ml	1 X 1 ml	1 X 0,1 ml	
0	0	0	0
0	0	1	2
0	1	0	2
0	1	1	4
1	0	0	2
1	0	1	4
1	1	0	4
1	1	1	7
2	0	0	5
2	0	1	8
2	1	0	8
2	1	1	10
3	0	0	9
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
4	0	0	17
4	0	1	21
4	1	0	22
4	1	1	27
5	0	0	67
5	0	1	84
5	1	0	265
5	1	1	7 979

TABEL MPN 333 MENURUT FORMULA THOMAS

Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml	Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml
3 X 10 ml	3 X 1 ml	3 X 0,1 ml		3 X 10 ml	3 X 1 ml	3 X 0,1 ml	
0	0	0	3	2	0	0	9
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	19
0	0	3	9	2	0	3	24
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6	2	1	1	20
0	1	2	9	2	1	2	25
0	1	3	12	2	1	3	32
0	2	0	6	2	2	0	21
0	2	1	9	2	2	1	26
0	2	2	12	2	2	2	31
0	2	3	16	2	2	3	37
0	3	0	9	2	3	0	27
0	3	1	13	2	3	1	33
0	3	2	16	2	3	2	38
0	3	3	19	2	3	3	44
1	0	0	4	3	0	0	29
1	0	1	7	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	49
1	0	3	14	3	0	3	60
1	1	0	7	3	1	0	46
1	1	1	11	3	1	1	58
1	1	2	15	3	1	2	72
1	1	3	18	3	1	3	86
1	2	0	11	3	2	0	76
1	2	1	15	3	2	1	95
1	2	2	19	3	2	2	116
1	2	3	23	3	2	3	139
1	3	0	15	3	3	0	190
1	3	1	19	3	3	1	240
1	3	2	23	3	3	2	438
1	3	3	27	3	3	3	> 1898

LAMPIRAN C



Analisa COD Dengan Methode SNI 06-6989.2-2004

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 06-6989.2-2004

Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional

BSN

Daftar isi

Daftar isi i
Prakata ii
1 Ruang lingkup 1
2 Istilah dan definisi 1
3 Cara uji 2
3.1 Prinsip 2
3.2 Bahan 2
3.3 Peralatan 3
3.4 Keselamatan kerja 3
3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji 3
3.6 Persiapan pengujian 4
3.7 Prosedur 4
3.8 Perhitungan 4
4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu 4
4.1 Jaminan mutu 4
4.2 Pengendalian mutu 5
5 Rekomendasi 5
Lampiran A Pelaporan 6
Bibliografi 7

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 yaitu *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air dari Panitia Teknis 207S, *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 30 Januari 2004 di Serpong, Tangerang – Banten.

Metode ini berjudul *Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri* yang merupakan revisi dari SNI 06-2504-1991 dengan judul *Metode pengujian kadar kebutuhan oksigen kimiawi dalam air dengan dengan alat refluks tertutup*.

Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam air dan air limbah dengan reduksi $Cr_2O_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pada panjang gelombang 600 nm dan nilai KOK lebih kecil 100 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm.

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

2 Istilah dan definisi

2.1
larutan induk
larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

2.2
larutan baku
larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik, dan mempunyai nilai KOK 500 mg/L

2.3
larutan kerja
larutan baku yang diencerkan dengan air suling bebas organik, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan mempunyai kisaran nilai KOK: 0,0 mg/L; 100 mg/L ; 200 mg/L; 300mg/L; 400mg/L

2.4
larutan blanko atau air suling bebas organik
adalah air suling yang tidak mengandung organik atau mengandung organik dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi

2.5
kurva kalibrasi
grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

2.6
blind sample
larutan baku dengan kadar tertentu

2.7
spike matrix
contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.8
SRM (Standard Reference Material)
bahan standar yang tertelusur ke sistem nasional

2.9
CRM (*Certified Reference Material*)
bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

3 Cara uji

3.1 Prinsip

KOK (*Chemical Oxygen Demand = COD*) adalah jumlah oksidan $Cr_2O_7^{2-}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O_2 untuk tiap 1000 mL contoh uji.

Senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $Cr_2O_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+}. Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg /L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. $Cr_2O_7^{2-}$ kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 400 nm dan Cr^{3+} kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm.

Untuk nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L ditentukan kenaikan Cr^{3+} pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji dengan nilai KOK yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L ditentukan pengurangan konsentrasi $Cr_2O_7^{2-}$ pada panjang gelombang 420 nm.

3.2 Bahan

a) Air suling bebas klorida dan bebas organik.

b) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi tinggi.
Tambahkan 10,216 g $K_2Cr_2O_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 ml air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g $HgSO_4$. Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.

c) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi rendah.
Tambahkan 1,022 g $K_2Cr_2O_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g $HgSO_4$. Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.

d) Larutan pereaksi asam sulfat
Tambahkan serbuk atau kristal Ag_2SO_4 teknis ke dalam H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 g Ag_2SO_4 untuk tiap satu kg H_2SO_4 pekat atau 10,12 g Ag_2SO_4 untuk tiap 1000 mL H_2SO_4 pekat. Biarkan 1 jam sampai dengan 2 jam sampai larut, aduk.

e) Asam sulfamat (NH_2SO_3H).
Digunakan jika gangguan nitrit akan dihilangkan. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg NO_2- N yang ada dalam contoh uji.

f) Larutan standar kalium hidrogen phtalat , $HOOCC_6H_4COOK$ (KHP).
Gerus perlahan KHP lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu 110°C. Larutkan 425 mg KHP ke dalam air suling, encerkan sampai 1000 mL. Secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 1,176 mg O_2/mg KHP dan larutan ini secara teori mempunyai nilai KOK 500 µg O_2/mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin. Hati-hati terhadap pertumbuhan biologi. Siapkan dan pindahkan larutan dalam kondisi steril. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

3.3 Peralatan

a) spektrofotometer sinar tampak;
b) kuvet;
c) tabung pencerna, lebih baik gunakan kultur tabung borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm; 20 mm x 150 mm atau 25 mm x 150 mm bertutup ulir. Atau alternatif lain, gunakan ampul borosilikat dengan kapasitas 10 mL (diameter 19 mm sampai dengan 20 mm);
d) pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung;
e) mikroburet;
f) labu ukur 50 mL 100 mL, 250 mL, 500 mL dan 1000 mL;
g) pipet volum 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL dan 25 mL;
h) gelas piala; dan
i) timbangan analitik.

3.4 Keselamatan kerja

Perhatian Selalu gunakan pelindung wajah dan sarung tangan untuk melindungi dari panas dan kemungkinan ledakan tinggi pada suhu 150°C.

3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.5.1 Persiapan contoh uji

a) Homogenkan contoh uji.
b) Cuci tabung refluks dan tutupnya dengan H_2SO_4 20% sebelum digunakan.
c) Pipet volume contoh uji dan tambahkan larutan pencerna dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut:

Tabel 1 Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam tabung pencerna

Tabung pencerna	Contoh uji (mL)	Larutan pencerna (mL)	Larutan pereaksi asam sulfat (mL)	Total volume (mL)
Tabung kultur				
16 x 100 mm	2,50	1,50	3,5	7,5
20 x 150 mm	5,00	3,00	7,0	15,0
25 x 150 mm	10,00	6,00	14,0	30,0
Standar Ampul : 10 ml	2,50	1,50	3,5	7,5

d) Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen.
e) Letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan refluks selama 2 jam.

3.5.2 Pengawetan contoh uji

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.

3.6 Persiapan pengujian

Pembuatan kurva kalibrasi

a) Optimalkan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.
b) Siapkan setidaknya 5 larutan standar KHP ekuivalen dengan KOK untuk mewakili kisaran konsentrasi.
c) Gunakan volume pereaksi yang sama antara contoh dan larutan standar KHP.
d) Baca absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm atau panjang gelombang 420 nm.
e) Buat kurva kalibrasi.

3.7 Prosedur

a) Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.
b) Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih .
c) Ukur contoh dan larutan standar pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm).
d) Pada panjang gelombang 600 nm, gunakan blanko yang tidak direfluks sebagai larutan referensi.
e) Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi.
f) Ukur absorbsi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorbsi dikromat awal.
g) Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji.
h) Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar.
i) Lakukan analisa duplo.

3.8 Perhitungan

Nilai KOK : sebagai mg /L O_2

a) Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi
b) Nilai KOK adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

a) Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
d) Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
e) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
f) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 7 hari.

4.2 Pengendalian mutu

a) Linieritas kurva kalibrasi (r) harus lebih besar atau sama dengan 0,995.

b) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi. Kandungan organik (nilai KOK) dalam larutan blanko harus lebih kecil dari batas deteksi.

c) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analis. Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different, RPD*) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah lebih kecil atau sama dengan 5%, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$RPD = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2)/2} \times 100\%$$

dengan pengertian:

X_1 adalah konsentrasi KOK pada penentuan pertama;
X_2 adalah konsentrasi KOK pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar dari 5%, pengujian harus diulang.

5 Rekomendasi

Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan salah satu dari berikut ini:

a) Analisis *SRM.*

b) Lakukan analisis *SRM (Standard Reference Material)* untuk kontrol akurasi.

c) Analisis blind sample.

d) Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.

e) Buat kartu kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis.

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut.

1) Parameter yang dianalisis.
2) Nama analis.
3) Tanggal analisis.
4) Rekaman hasil pengukuran duplo, triplo dan seterusnya.
5) Rekaman kurva kalibrasi atau kromatografi.
6) Nomor contoh uji.
7) Tanggal penerimaan contoh uji.
8) Batas deteksi.
9) Rekaman hasil perhitungan.
10) Hasil pengukuran persen *spike matrix* dan *CRM* atau *blind sample* (bila dilakukan).
11) Kadar kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam contoh uji.

Bibliografi

Lenore S.Clesceri et al. "*Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*", 20th Edition, 1998, Metode 5220 D *(Closed Reflux, Colorimetric Method)*

LAMPIRAN D



Hasil Analisa COD Dari BPKL

PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN (BPKL)
Jalan Ring Road Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta Telp./Fax. (0274) 489622

HASIL ANALISA AIR

Asal comtoh : CHURNIA ROZALINA
Mhs.U I I I
YOGYAKARTA.

Tgl.Terima : September 2006

NO.	Sample	Kadar COD (mg/L)		Rata - Rata
		I	II	
1.	1	29,2	34,0	31,6
2.	2	19,4	19,4	19,4
3.	3	184,7	184,7	184,7
4.	4	19,7	19,4	19,55
5.	5	106,9	97,2	102,1
6.	6	19,4	24,3	21,9
7.	7	87,5	87,5	87,5
8.	8	58,3	63,1	60,7
9.	9	48,6	48,6	48,6
10.	10	43,7	38,9	41,3
11.	11	58,3	63,1	60,7
12.	12	29,2	34,0	31,6
13.	13	97,2	87,4	92,3

Yogyakarta, September 2006

Mengetahui,
Kepala BPKL Diskimpraswil.

Ir. HERI SISWANTO
NIP. 110040934

Seksi Pengujian Mutu Air,
Penyelia.

WAHYU HIDAYAT, BSc
NIP.110021897

PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN (BPKL)
Jalan Ring Road Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta Telp./Fax. (0274) 489622

HASIL ANALISA AIR

Asal comtoh : CHURNIA ROZALINA
Mahasiswa UII
YOGYAKARTA .

Tgl.Terima : September 2006

NO.	Sample	Satuam	C O D
1.	14	mg/L	155,5
2.	15	"	19,4
3.	16	"	1.264
4.	17	"	38,9
5.	18	"	923
6.	19	"	48,6
7.	20	"	408
8.	21	"	38,9
9.	22	"	787
10.	23	"	29,2
11.	24	"	340
12.	25	"	38,9
13.	26	"	330
14.	27	"	48,6
15.	28	"	97,2
16.	29	"	330
17.	30	"	77,8
18.	31	"	292
19.	32	"	29,2
20.	33	"	330
21.	34	"	19,4
22.	35	"	272
23.	36	"	38,8
24.	37	"	350
25.	38	"	58,3
26.	39	"	262

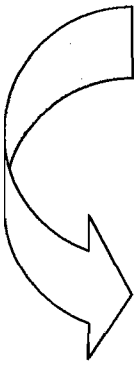
Yogyakarta, September 2006
Seksi Pengujian Mutu Air,
Penyelia.

WAHYU HIDAYAT, BSc
NIP.110021897

Mengetahui,
Kepala BPKL Diskimpraswil.

Ir. HERI SISWANTO
NIP. 110040934

LAMPIRAN E



Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN
PERATURAN PEMERINTAH
NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL 14 Desember 2001
TENTANG PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6 - 9	6 - 9	6 - 9	5 - 9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alami
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 sbg 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 amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH_3
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
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	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
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 ≤ 5 mg/L
Khlorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	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 ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H_2S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H_2S < 0,1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
- Fecal coliform	Jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 mL dan Total coliform ≤ 10000 jml/100 mL
- Total coliform	Jml/100 ml	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 dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol sebagai fenol	ug/L	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	

Heptax

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Heptachlor dan heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

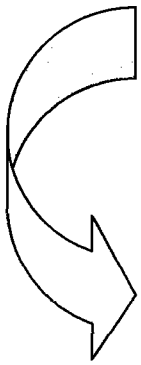
Keterangan:
mg = milligram
ug = mikrogram
ml = mililiter
L = Liter
Bq = Bequerel
MBAS = Methylene Blue Active Substance
ABAM = Air Baku untuk Air Minum
Logam berat merupakan logam terlarut
Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.
Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.
Nilai DO merupakan batas minimum.
Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termaksud, parameter tersebut tidak dipersyaratkan
Tanda ≤ adalah lebih kecil atau sama dengan
Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
ttd
MEGAWATI SOEKARNOPUTRI

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi Sekretaris Kabinet
Bidang Hukum dan Perundang-undangan,

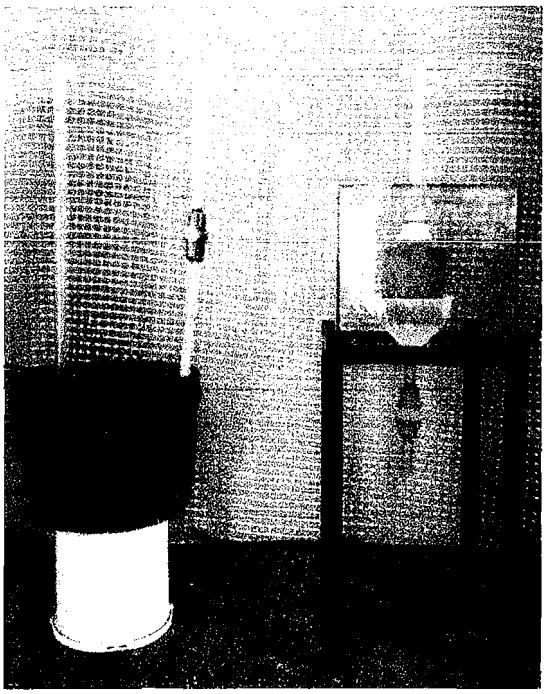
Lambock V. Nahattands

LAMPIRAN F



Dokumentasi

DOKUMENTASI



Gambar 1. Reaktor Membran Keramik



Gambar 2. Membran Keramik Berdasarkan Variasi Serbuk Gergaji



Gambar3. Sungai Code



Gambar 4. Filtrasi Dengan Membran Keramik

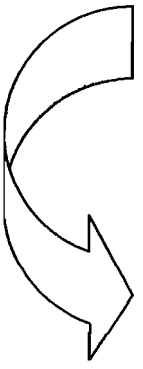


Gamabr 5. Pengambilan Sampel Pada Outlet Membran Keramik



Gambar 6. Uji Bakteri E-Coli

LAMPIRAN G



Kartu Peserta Tugas Akhir

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Churnia Rozalina	02513075	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Konsentrasi Bakteri Escheria Coli pada Air Sungai Dengan menggunakan Membran keramik

PERIODE : II
TAHUN : Geanp 2005/206

No	kegiatan	Bulan Ke ;									
		Mei		Juni		Juli		Agt	Sep		Nov
1	Pendaftaran										
2	Penentuan Dosen pembimbing										
3	Pembuatan Proposal										
4	Seminar proposal										
5	Konsultasi Penyusunan TA										
6	Sidang - sidang										
7	Pendadaran										

DOSEN PEMBIMBIG I : Ir. H. Kasam, MT
DOSEN PEMBIMBING II : Eko Siswoyo, ST
DOSEN PEMBIMBING II! ;



Yogyakarta, 16-Sep-06
Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :.....
Sidang : .....
Pendadaran :.....

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
		Lengkapi Cara Hitung ~~ACI~~ Capian ACI Lapyan		
	18/10'06	- Hitungan Kabel - Kesimpulan - penyusunan materi		
	1/11'06	- Perbaiki Abstrak - ACC untuk Seminar		
	8/11'06	- ~~8/11'06~~ ACC Siap Seminar		